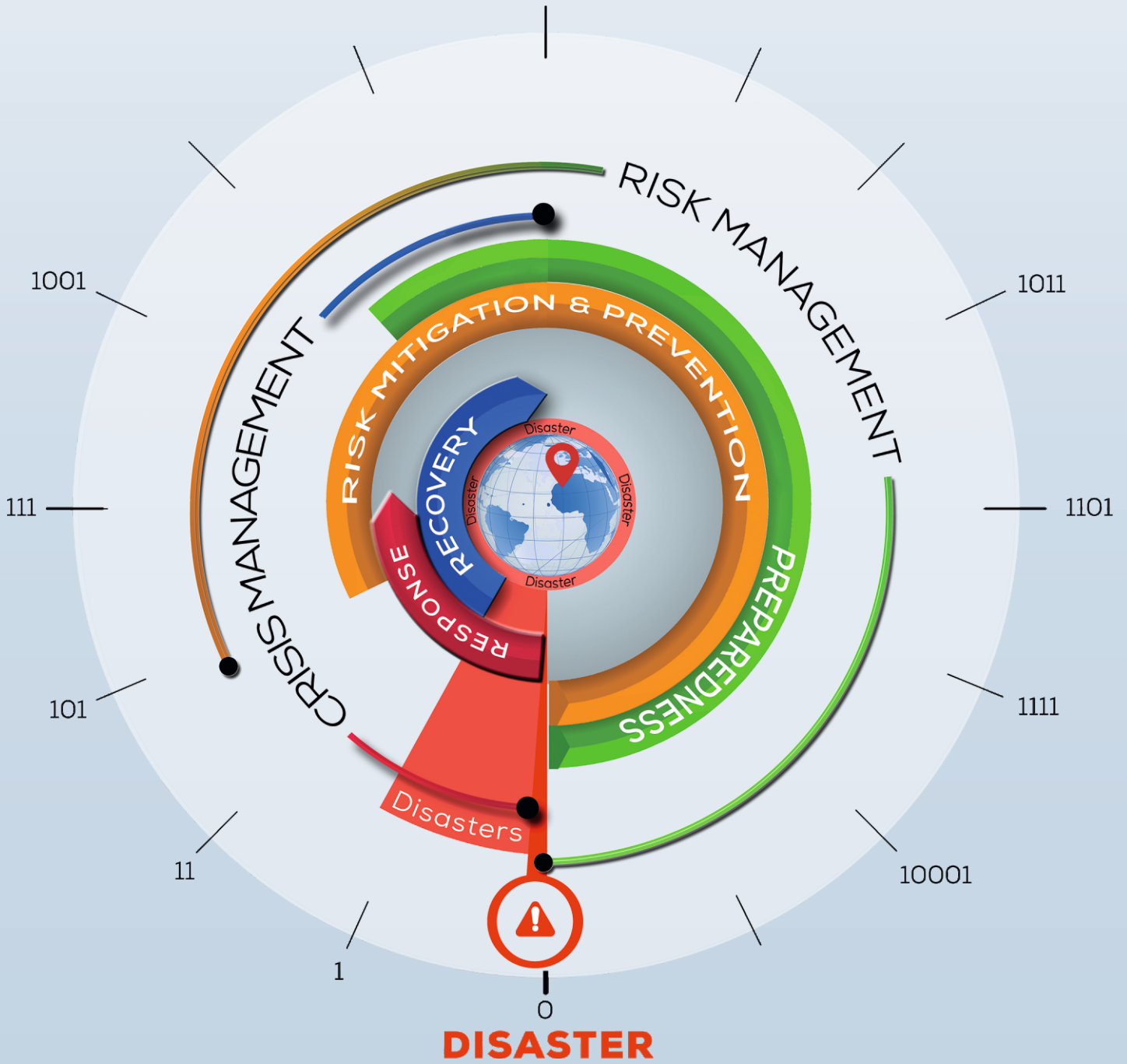
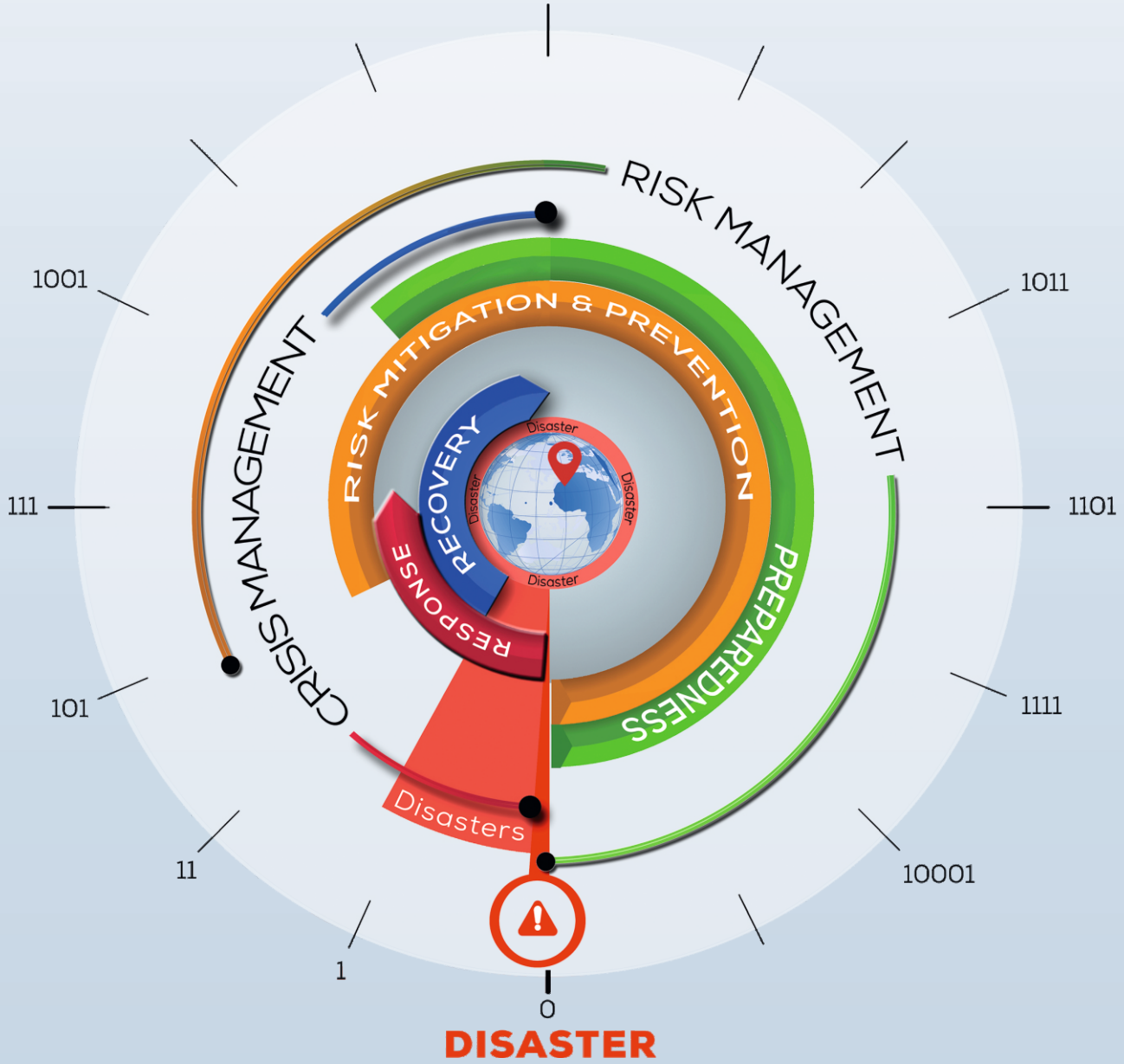


# Resilience





# Resilience



## Resilience

Resilience is an international peer-reviewed journal.  
It publishes two issues per year.  
Publisher: Eskişehir Technical University  
<http://dergipark.gov.tr/resilience>  
[resilience\\_journal@yahoo.com](mailto:resilience_journal@yahoo.com)

ISSN: 2602-4667

Cilt: 7 Sayı: 1 2023-1

## Dirençlilik

Dirençlilik uluslararası hakemli dergidir.  
Yılda iki kere yayınlanır.  
Yayın Sahibi: Eskişehir Teknik Üniversitesi  
<http://dergipark.gov.tr/resilience>  
[resilience\\_journal@yahoo.com](mailto:resilience_journal@yahoo.com)





# Resilience

## Baş Editörler

Hakan Ahmet NEFESLİOĞLU  
Nilgün OKAY

## Alan Editörleri

Alper ÇABUK  
Muammer TÜN  
Seda KUNDAK  
İsmail Talih GÜVEN  
Emrah PEKKAN  
Meltem ŞENOL BALABAN  
Çiğdem TUĞAÇ  
Eftade GAGA  
Aslı AKAY  
Esmâ BULUŞ KIRIKKAYA  
Gökhan GÜNEYSU  
Uğur AVDAN  
Tolga GÖRÜM  
Nevin ÖZDEMİR  
Bülent ÖZMEN  
Saye Nihan ÇABUK  
Onur KAPLAN  
Erol Nezh ORHON  
Aynur ŞENSOY ŞORMAN  
Bülent GÜNŞOY  
Resul ÇÖMERT  
Gökhan KUŞ  
Murat TÜRKEŞ

## Yayın Kurulu

Adriana GALDERISI  
Alik ISMAIL-ZADEH  
Alp ÖZERDEM  
Aslı AKAY  
Ayşe Nuray KARANCI  
Barbara LUCINI  
Serkan KEMEÇ  
Blaz KOMAC  
Bijan KHAZAI  
Bülent ÖZMEN  
Cem SARAÇ  
Deniz GERÇEK  
Esmâ BULUŞ KIRIKKAYA  
Giovanni SANSAVINI  
Igor LINKOV  
Jose Palma OLIVEIRA  
İsmail Talih GÜVEN  
Kalliopi SAPOUNTZAKI  
Kay C. GOSS  
Louise COMFORT  
Marqueza Cathalina L. REYES  
Muammer TÜN  
Nejan HUVAJ  
Çiğdem TUĞAÇ  
Nilgün OKAY  
Onur KURT  
Ömer AYDAN  
Polat GÜLKAN  
Rajib SHAW  
Shankar SANKARAN  
Seda KUNDAK  
Tahir Serkan IRMAK  
Timur GÜLTEKİN

# Resilience

Resilience is an international peer-reviewed journal.  
It publishes two issues per year.  
Publisher: Eskisehir Technical University  
<http://dergipark.gov.tr/resilience>  
[resilience\\_journal@yahoo.com](mailto:resilience_journal@yahoo.com)

ISSN: 2602-4667

# Dirençlilik

Dirençlilik uluslararası hakemli dergidir.  
Yılda iki kere yayınlanır.  
Yayın Sahibi: Eskişehir Teknik Üniversitesi  
<http://dergipark.gov.tr/resilience>  
[resilience\\_journal@yahoo.com](mailto:resilience_journal@yahoo.com)



# Resilience

## İçindekiler

*A Geographical Analysis of Emergency Incidents in Lagos State, Nigeria from 2010 to 2019 (Research Article)*

**Adebola DARAMOLA, Oladimeji BELLO**

1

*Evaluation of the Urban Ecosystem and Local Climate Changes Caused by Urbanization in Izmir in Terms of Long-Term UHI Formation with the SSI Method (Research Article)*

**Özşen ÇORUMLUOĞLU**

11

**“The Day of After Tomorrow” Filminin Çevre Söylemleri Perspektifinden İzleyiciler Üzerinde Oluşturduğu İklim Değişikliği Algısı ve Bilinci (Araştırma Makalesi)**

*The Perception and Consciousness of Climate Change Created on The Audience from the Perspective of Environmental Discourses by the Film “The Day of After Tomorrow” (Research Article)*

**Çisem SEYHAN ,Hayat ZENGİN ÇELİK**

59

**Sosyo-Ekonomik ve Biyofiziksel Bileşenlerine Dayalı Geliştirilen Dirençlilik İndeksi ile Türkiye’de Kuraklığın İncelenmesi (Araştırma Makalesi)**

*Investigation of Drought in Turkey with the Resilience Index Developed Based on Socio-Economic and Biophysical Components (Research Article)*

**Hıdır SERKENDİZ, Hasan TATLI**

73

**Dirençli Toplum Yaklaşımında “Bilinç” Olgusu ve Kent Planlama ile İlişkisi (Research Article)**

*The “Consciousness” Phenomenon in the Resilient Community Approach and Its Relationship with Urban Planning (Research Article)*

**Ayşe ÖZYETGİN ALTUN**

93

**2002-2021 Yılları Arasında Hastane Afet Planı Alanında Yapılan Çalışmaların Bibliyometrik Analizi (Araştırma Makalesi)**

*Bibliometric Analysis of Studies Conducted in the Field of Hospital Disaster Plan Between 2002-2021 (Research Article)*

**Tuncay PALTEKİ, Emre AYDIN, Betül Zeynep SARAL**

111

**9 Ağustos 1912 Mürefte-Şarköy Depremi’nin Afet Yönetimi Açısından İncelenmesi (Araştırma Makalesi)**

*Investigation of the August 9, 1912 Mürefte-Şarköy Earthquake (Ms 7.4) in terms of Disaster Management (Research Article)*

**Bekir LAZ, Murat UTKUCU**

123

**Büyükşehirlerde Yangın Risk Değerlendirmesi: Sakarya İli Örneği (Araştırma Makalesi)**

*Fire Risk Assesment in Metropolitan Cities: Sample of Sakarya Province (Research Article)*

**Yavuz BALCI , Hüseyin ALTUNDAĞ**

143

**6306 Sayılı Kanun Kapsamında Riskli Yapıların Tespit Edilmesine İlişkin Esaslar Uyarınca Riskli Yapı Tespiti Yapılan Binaların Sayısal Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi (Araştırma Makalesi)**

*Evaluation of the Numerical Analysis Results of the Buildings for which Risky Structures are Detected in Accordance with the Principles Regarding the Detection of Risky Structures within the Scope of Law No. 6306 (Research Article)*

**Emrah BAŞİ, Ahmet DADA, Erhan GÜMÜŞ, Serdar CENİKLİ**

153

# Resilience

**Factors Associated with Acute Stress Among Undergraduate and Graduate Students after the First Month of the Covid-19 Pandemic: Anxiety Sensitivity, Fear of Covid-19, Sex (Araştırma Makalesi)**

*Covid-19 Pandemisinin İlk Ayı Sonrası Lisans ve Lisansüstü Öğrencilerde Akut Stresle İlişkili Faktörler: Kaygı Duyarlılığı, Covid-19 Korkusu, Cinsiyet (Research Article)*

**Sinem CANKARDAŞ, Ezgi ILDIRIM, Pınar TINAZ**

**171**

**İklim Değişikliğine Karşı Dirençli Kentler: Kentsel Isı Adası Etkisi Bağlamında Bir İnceleme (Araştırma Makalesi)**

*Resilient Cities Against Climate Change: A Review in the Context of the Urban Heat Island Effect (Research Article)*

**Esin BAŞ, Nur Sinem PARTİGÖÇ**

**183**

**İklim Değişikliği ve Uyum Süreçlerinde Türkiye (Editöre Mektup)**

*Türkiye in Climate Change and Adaptation Processes (Letter to Editor)*

**Mehmet Levent KURNAZ**

**199**



## **A Geographical Analysis of Emergency Incidents in Lagos State, Nigeria from 2010 to 2019**

Adebola DARAMOLA<sup>1</sup>, Oladimeji BELLO<sup>1</sup>

### **Abstract**

Emergency management is a complex system that involves an intergovernmental, multi-phased effort. A lot of emergencies are largely unreported in developing nations due to perceived inadequacy of government infrastructure to address these challenges. More so, the population of Lagos is increasing significantly, and the rate of urbanization is reputed to be one of the fastest in the world. The study aimed at geographically analyzing reported emergency cases in Lagos State from 2010 to 2019. Specifically, it mapped the distribution of reported emergency incidents in Lagos state from 2010-2019; assessed the relationship between population, distribution of health centers, and the distribution of reported emergency incidents in the state during the study period. Secondary data from Lagos State Emergency Agency (LASEMA), Lagos state government, and GRID3 were used for the study. From these, data on reported emergency cases, population and distribution of health facilities were acquired respectively. The total number of reported emergency cases was 4,586 with a concentration around Ikeja LGA, the lowest from Epe and Badagry local government areas. A correlation of 0.056 between reported emergency cases and the population showed a weak or non-existent relationship. A correlation of 0.439 between reported emergency incidents and the number of available health care facilities however showed a strong relationship. Vigorous enlightenment campaign by LASEMA and other supporting agencies on the emergency reporting number 767/112 and improvement in emergency service delivery were recommended along with further studies to determine the awareness of residents about emergency reporting systems available to them in the state.

**Keywords:** Emergency, Population, Health centers.

### **1. Introduction**

Globally, there has been significant increase in the number of man-made disasters in industrialised countries, largely due to a growth in fires and explosions, with only part of the increase due to new technologies such as chemicals and nuclear power (Coleman, 2006). Even in less industrialized countries, the rapid rate of urbanization is leading to higher vulnerability and exposure to both man-made and especially natural disasters. Indeed some of the most deadly climate-related disasters that have occurred recently include the great floods in Thailand in 2011, Hurricane Sandy in the United States (US) in 2012, and Typhoon Haiyan in the Philippines in 2013. January 2022 saw a volcanic eruption in the little island of Tonga, sending shock waves across the pacific with storm warnings issued as far as Japan, and the coast of the United States. It is hydrometeorological (floods, storms, heat waves) and climatological disasters (droughts, wildfires) rather than geophysical ones (earthquakes, volcanic eruptions) that are on the rise (Thomas and Lopez, 2015).

<sup>1</sup> Department of Geography, University of Lagos, Akoka, Lagos, Nigeria  
\*İlgili yazar / Corresponding author: adedaramola@unilag.edu.ng  
Gönderim Tarihi / Received Date: 18.08.2023  
Kabul Tarihi / Accepted Date: 06.06.2023



The significant number of wild fires rising from the heat waves across Europe were reported in July 2022 with record temperatures experienced in some parts. Despite this, there has been a marked reduction in the severity of accidents as measured by the average number of fatalities, the overall number of deaths due to disasters has not changed (Coleman, 2006). The recorded success in controlling the number of fatalities in these events is hinged on developments in disaster management, especially in developed nations where early warning systems are largely in place.

Nigeria continues to experience different types of natural and man-made hazards. Prevalent natural hazards in Nigeria include among others, flooding and droughts (Oladipo 1993; Etuonovbe 2011; Ibem 2011). Man-made hazards on the other hand peculiar to Nigeria include, but are not limited to, terrorism, pipeline explosions, road, and air transportation accidents, internal crises, and structural fires (Ogundiya and Amzat 2008; NEMA, 2010; Ibem 2011). The concern of the government has been in developing the personnel and infrastructure needed to effectively manage emergency (Orunoye *et al.*, 2021). Efforts have gone into strengthening the capacity of the National Emergency Management Agency (NEMA) and equipping it to manage national emergency situations. Therefore, it is imperative that agencies like National Emergency Management Agency (NEMA), the State Emergency Management Agencies (SEMAs) and Local Emergency Management Agencies (LEMAs), charged with the primary objective to coordinate other relevant stake-holders, wake up to their responsibility. Olaoye, (2004) noted that coordination involves attainment of organizational goals by galvanizing the organization's physical and human resources.

In Lagos state, the Lagos State Emergency Management Agency (LASEMA) is in charge of emergency coordination, working with several other agencies to achieve smooth operations when required. To facilitate this, the Command and Control center was established where residents can dial in with 112/767 and be patched through to the relevant agency in charge of such cases including the Nigerian Police Force, Lagos state traffic management agency, Fire Service, LASAMBUS, etc. Given the nature of urbanization in Lagos state and the prevailing socio-economic realities, this study geographically analyses reported emergency cases in the state from 2010 to 2019.

A lot of emergencies are largely unreported in developing nations due to the perception that government infrastructure to address these challenges are inadequate. Indeed Daramola and Ibrahim (2021) noted this with regards to fire incidents in some residential neighbourhoods where residents resorted to self-help while waiting for a long period of time before the arrival of fire trucks. Popoola *et al.*, (2016) also noted that weak documentation of disasters has resulted in poor monitoring as regards such disasters. It is therefore imperative to examine available data, explore the distribution over the local government areas, and identify areas that require interventions.

The population of Lagos is increasing significantly, and the rate of urbanization is reputed to be one of the fastest in the world. Like many cities in the developing world, Lagos is facing an increased risk of disasters, and the potential of economic and human losses from hazards is being exacerbated by the rate of unplanned urban expansion and low quality of urban management. A disaster management system that is dynamic and can cope with the pace of urbanization is vital. Unfortunately, that is not the current case with the state as subsequent attempts have only been able to react to incidents and not project to prevent such cases. More so, the level of infrastructural development via roads, electricity, etc is far below the needs of the growing population. The study thus evaluates the relationship between reported incidents, population, and the distribution of health centers in the 20 local government areas of the state.

## 2. Method

**2.1. Data collection tools:** data for the research was acquired from three main sources:

- Lagos State Emergency Management Agency (LASEMA): data on the number of reported emergency incidents were acquired from LASEMA, the coordinating body for such issues in the state. This data covered the different types of incidents across all the local government areas of the state from 2010 to 2019.
- Lagos State Government Abstract of Local Government Statistics: the population figures used for the study were gleaned from the Lagos state abstract of local government statistics. This was based on the census figures of 2006 projected to 2016 using a growth rate of 3.2.
- Geo-referenced Infrastructure and Demographic Data for Development (GRID 3): data on the number and distribution of health centers across the twenty local government areas was acquired from the GRID3 portal. This portal provides the most up-to-date and robust data on infrastructure across different sectors. (<https://grid3.gov.ng/dataset/lagos-health-care-facilities-primary-secondary-and-tertiary/resources>)

## 2.2. Procedure

Data on reported emergency incidents acquired from LASEMA were summarized across the twenty (20) local government areas of Lagos state. These were imported into ArcGIS and building on the base data, maps of the distribution of the total number of incidents across the twenty local government areas were created. The data was also charted to observe its trend. Classes of reported incidents, population, and health facilities were obtained using Jenks natural breaks. Data on reported incidents was correlated with the population and the number of health care facilities in each area to determine their relationship. Also, the map of reported incidents was overlaid with the population and the number of health care facilities in each area

## 3. Findings

The total number of reported emergency cases from 2010 to 2019 across the local government areas were summarized as presented in Figure 1. About 4,586 cases were recorded by the Lagos State Emergency Management Agency (LASEMA) over the period.

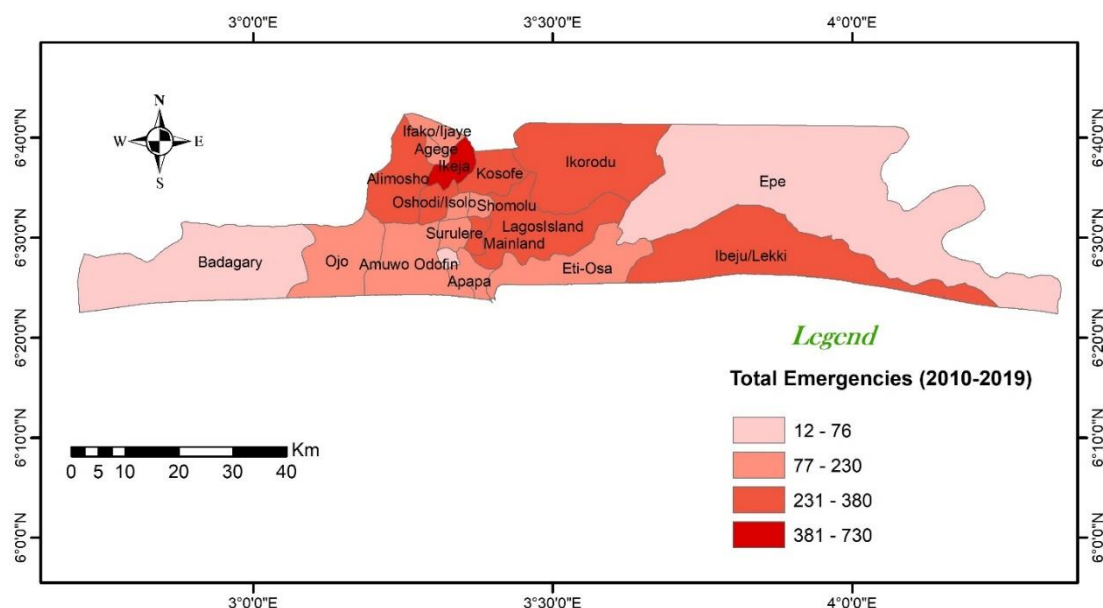


Figure 1: Total reported emergency cases in Lagos State (2010-2019).

There was a concentration of cases around Ikeja LGA which had the highest number of cases being, the capital of the state and also the location of the LASEMA command center. The outlier is Ibeju-lekki LGA across the Lagos lagoon. Other LGAs like Alimosho, Kosofe, and Lagos Island turned in high numbers too. It was noticed that the lowest reported cases were from Epe and Badagry which were literally the farthest LGAs from the center of the state. The proportion of cases from each LGA was also investigated and shows Ikeja LGA with the largest chunk of about 16% of all the cases (Figure 2.)

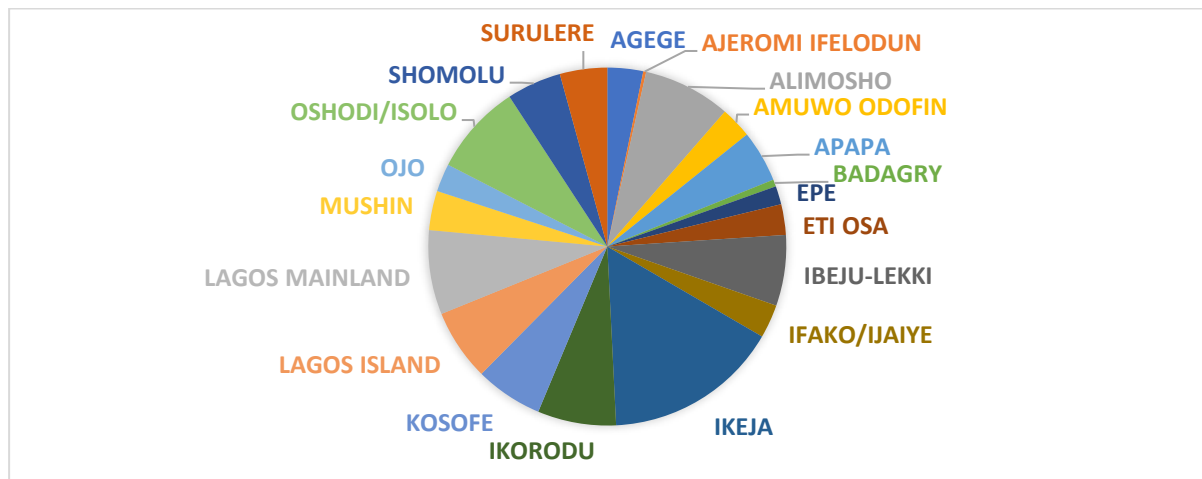


Figure 2. Proportion of Reported Emergency Incidents across LGAs in Lagos State (2010-2019)

Oshodi/Isolo LGA has the second highest cases, about 9% followed by Alimosho LGA (8%). The lowest cases were recorded at Ajeromi/Ifelodun (0.26%) and Badagry (0.63%).

Annual mean values of cases were established across the local government areas of the state (Figure 3). Ikeja LGA had the highest with an average of 73 reported incidents per year, this was followed by Oshodi/Isolo with 38 and Alimosho with 36.

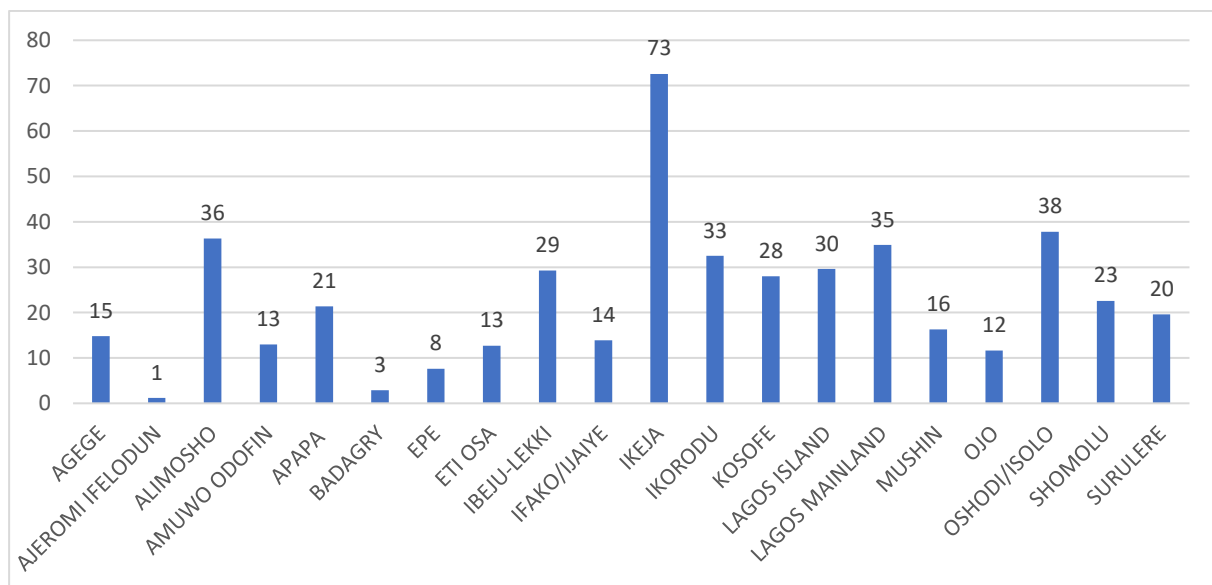


Figure 3. The annual mean number of reported emergency cases in Lagos state (2010-2019)

The trend of cases from 2010 to 2019 is shown in Figure 4, where a steady rise in the number of cases was observed. It peaked in 2018 with cases rising over 1,600 to dip a bit in 2019. It should however be noted that the data for 2019 terminated in September 2019. This means there would have been more cases to go by.

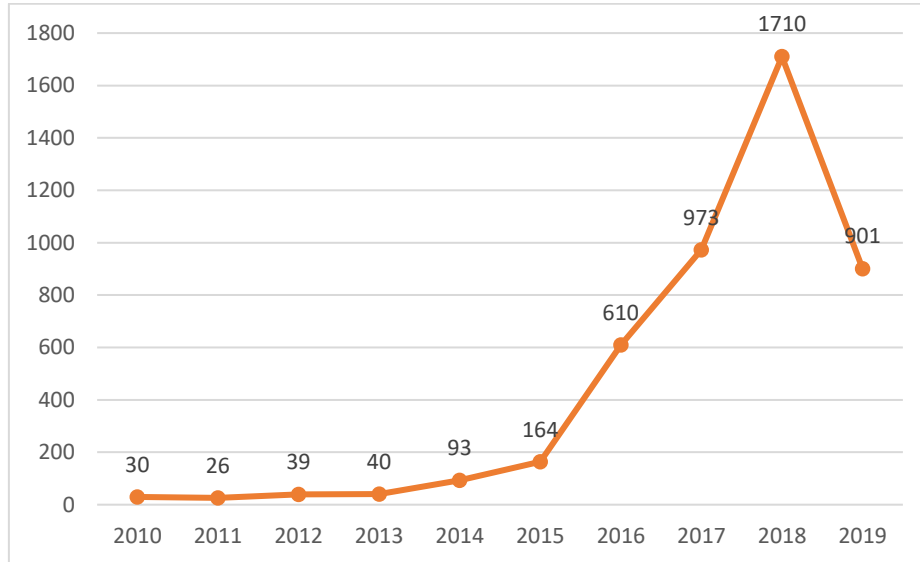


Figure 4. The trend of the total number of reported emergency incidents in Lagos state from 2010 to 2019

The relationship between the reported emergency incidents and the population of each local government area. An overlay of population data on the total reported cases showed that Ikeja with the highest number of cases had one of the lowest population figures (Figure 5). This was the case for Ibeju-Lekki local government area too. However, high population figures were observed in Alimosho LGA which had the third highest number of cases while low population figures were reported for low-case LGAs like Epe and Badagry.

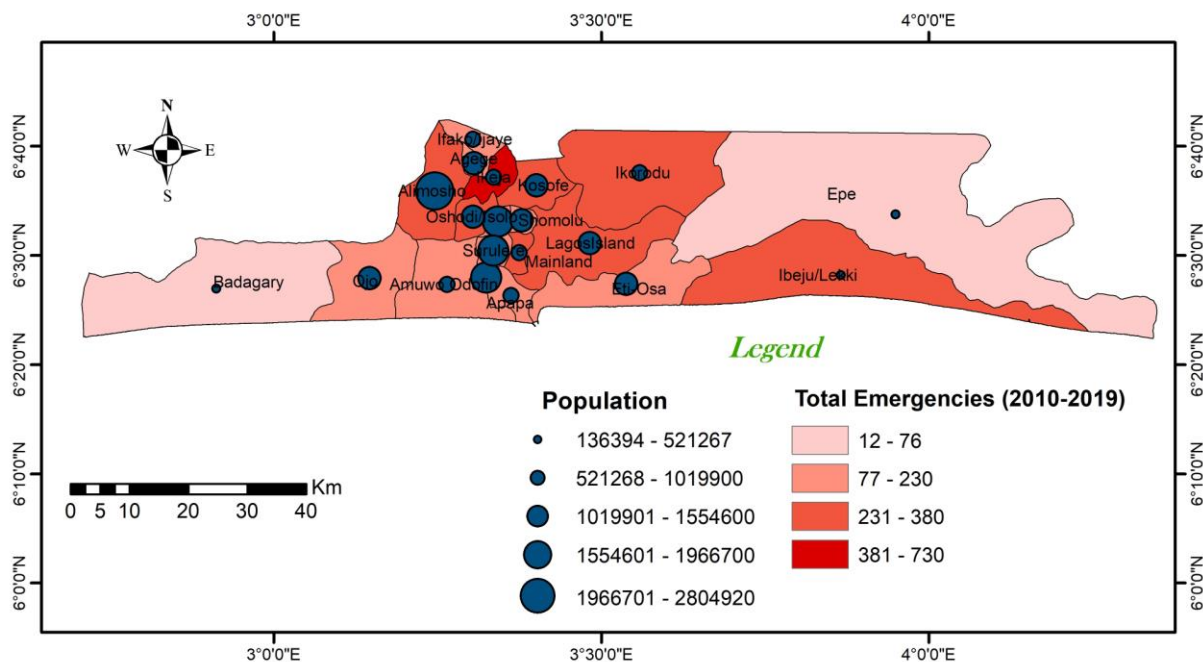


Figure 5. Overlay of population on total reported emergency incidents in Lagos State (2010-2019)

A correlation analysis of the relationship between the population and the total reported incidents in each of the local government areas was performed. This turned out a result of 0.056 indicating a very weak or non-existent relationship between the two variables.

Table 1: Correlation of population and total reported emergency incidents in Lagos State (2010-2019)

		Emergencies	Population
Spearman's rho	Emergencies	Correlation Coefficient	1.000
		Sig. (2-tailed)	.
		N	20
	Population	Correlation Coefficient	.056
		Sig. (2-tailed)	.816
		N	20

The relationship between the reported emergency incidents and the distribution of health care facilities in each local government area of Lagos state was assessed. The number of health care facilities was overlaid on the distribution of reported emergency incidents (Figure 6).

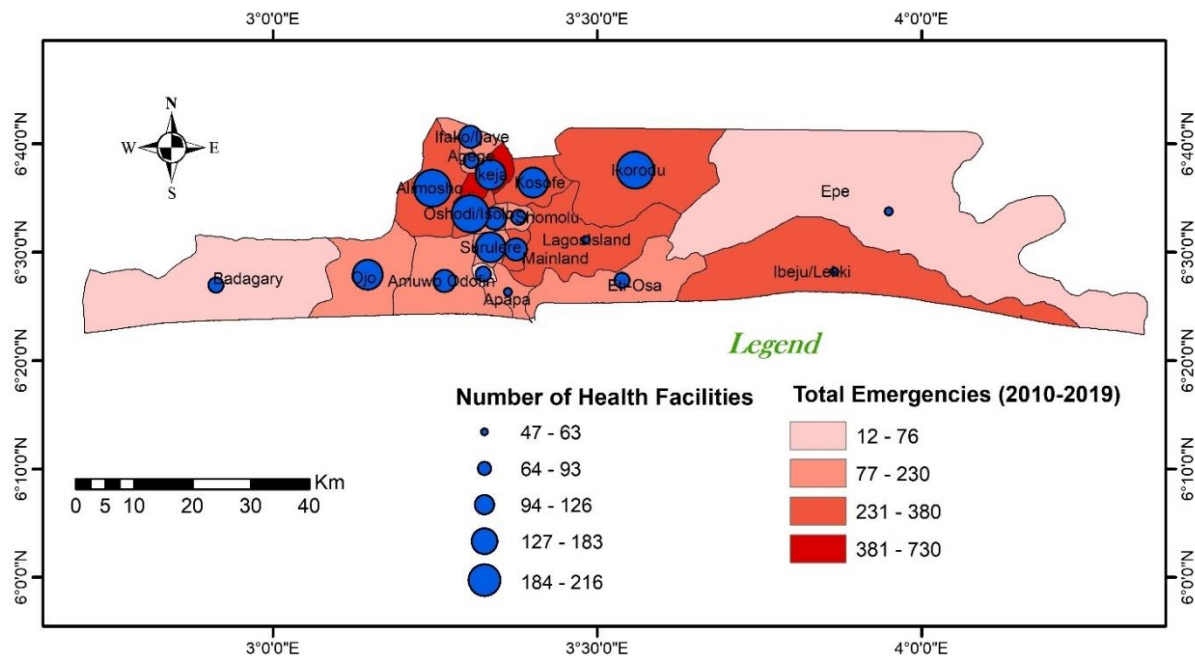


Figure 6. Overlay of number of health facilities on total reported emergency incidents in Lagos State (2010-2019)

A total of 2,387 health care facilities were recorded in Lagos state, out of which Alimosho LGA had the highest proportion with about 216 facilities. Incidentally, this is the LGA with the highest population in Lagos state. This was followed by Oshodi/Isolo LGA with 206 and Ikorodu LGA with 191. Ikeja LGA which had the highest number of reported cases had only 166 health care facilities. A correlation analysis of the population and the number of health facilities in the LGA showed a moderately strong relationship between them at 0.491 (Table .2)



Table 2. Correlation of Population and Number of health facilities in Lagos State

			Population	No of Health Facilities
Spearman's rho	Population	Correlation Coefficient	1.000	.491*
		Sig. (2-tailed)	.	.028
		N	20	20
	No of Health Facilities	Correlation Coefficient	.491*	1.000
		Sig. (2-tailed)	.028	.
		N	20	20

\*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

A correlation analysis of the number of reported emergency incidents and the number of available health care facilities also showed a moderate relationship at 0.439.

Table 3. Correlation of Number of health facilities in Lagos State and number of reported emergency incidents (2010-2019)

			Emergencies	No of Health Facilities
Spearman's rho	Emergencies	Correlation Coefficient	1.000	.439
		Sig. (2-tailed)	.	.053
		N	20	20
	No of Health Facilities	Correlation Coefficient	.439	1.000
		Sig. (2-tailed)	.053	.
		N	20	20

#### 4. Discussion

The Lagos state emergency agency (LASEMA) was established as the coordinating body for all emergency incidents in the state. This implies that other agencies such as the Fire service, Police, and Health services would be able to work with improved synergy. The steady rise in the number of reported cases from 30 in 2010 to over 1,700 in 2018 is reflective of the eventual acceptance of the agency. The agency's headquarters is in Ikeja LGA hence its activities resonate with the residents of that area, which might explain the highest number of reported cases coming from there and the lowest from Badagry LGA.

The weak correlation between number of reported incidents and population indicates that a large population does not necessarily translate to high number of emergencies nor the reporting of the few. In fact, Ikeja LGA had the 14<sup>th</sup> largest population yet with the highest number of reported incidents.

A moderate relationship was established between population and health care facilities revealing that some LGAs like Alimosho which has the highest population also had the highest number of facilities. This is however not the case entirely which means further investigation is required to establish population as a significant pull factor for health care facilities. The moderate relationship between number of health facilities and reported emergency incidents also should be accepted with caution even though the 3 LGAs, Alimosho, Oshodi and Ikorodu with the highest number of facilities also had high figures of reported incidents. The outlier however was Ibeju-Lekki LGA which had limited health facilities but with a high number of incidents.

## **5. Conclusion and Recommendations**

The steady rise of reported emergency incidents in Lagos state is reflective of both development in reporting systems and an apparent increase in emergency incidents. Seeing the concentration of incidents is around the central area of the state, there is a need to further evaluate with independent agencies in local government areas with limited cases the accuracy of data transmitted to LASEMA. Even though health facilities and reported cases across LGAs showed a strong relationship, there is also a need to investigate the perception, attitude, and behavior of residents on emergency reporting.

The following recommendations were identified from this study:

1. Further study to determine the awareness of residents about emergency reporting systems available to them in the state.
2. Vigorous enlightenment campaign by LASEMA and other supporting agencies on the emergency reporting number 767/112.
3. Improvement in emergency service delivery across all LGAs to give residents a sense of response to reported cases rather than trying to address the cases unprofessionally.
4. Improved coordination between LASEMA and health care facilities for emergency response especially as reported cases are proportional to the available number of facilities.

## **References**

- Coleman, L. (2006) Frequency of man-made disasters in the 20<sup>th</sup> century. *Journal of Contingencies and Crisis Management*. 14(1), 3-11.
- Daramola, A.O., and Ibrahim, L. (2021). Analysis of fire safety measures in residential buildings in Yaba LCDA, Lagos State, Nigeria. *Journal of Disaster and Risk*, 4(2), 135-144 DOI: 10.35341/afet.949030
- Etounovbe, A. K. (2011). "The Devastating Effect of Flooding in Nigeria." <[http://www.fig.net/pub/fig2011/papers/ts06j/ts06j\\_etounovbe\\_5002.pdf](http://www.fig.net/pub/fig2011/papers/ts06j/ts06j_etounovbe_5002.pdf)>
- Ibem, E. O. (2011). "Challenges of Disaster Vulnerability Reduction in Lagos Megacity Area, Nigeria." *Disaster Prevention and Management*. 20 (1), 27-40.
- National Emergency Management Agency (NEMA). (2010). "National Disaster Management Framework (NDMF)." [http://www.preventionweb.net/files/21708\\_nigherianational\\_disaster\\_managementf.pdf](http://www.preventionweb.net/files/21708_nigherianational_disaster_managementf.pdf)>.
- Ogundiya, S. and Amzat, J. (2008). "Nigeria and the Threat of Terrorism: Myth of Reality." *Journal of Sustainable Development in Africa*. 10 (2), 1-25.
- Oladipo, E.O. (1993). "Comprehensive Approach to Drought and Desertification in Northern Nigeria." *Natural Hazards*. 8 (3), 235-261.
- Olaoye, E. O. (2004). *Public Management in Nigeria*. 2nd edition edn: Adeyemo Publishing House: Akure.

Orunoye, E.D., Dimas, A., and Ahmed, Y.M. (2021) Challenges of emergency management in Nigeria: A case study of Federal Capital Territory (FCT) (FEMA). *International Journal of World Policy and Development Studies*. 7(3), 35-44. <https://doi.org/10.32861/ijwpds.73.35.44>

Popoola, A.A., Adekalu, O.B., Audu, A.A., Adeleye, B.M., and Jiyah, F. (2016) Analysis of causes and characteristics of market fires in Lagos state, Nigeria. *International Journal of Agriculture and Rural Development*, 19(1), 2407-2421.

Thomas V., and Lopez, R. (2015) Global increase in climate-related disasters. *ADB Economics Working Paper Series*, 466, Pp 44.



# Evaluation of the Urban Ecosystem and Local Climate Changes Caused by Urbanization in Izmir in Terms of Long-Term UHI Formation with the SSI Method

Özşen ÇORUMLUOĞLU<sup>1</sup>

## Abstract

Even if urbanization offers various opportunities to people living in today's world. It also comes with some side effects such as worsening climate conditions by creating thermal pollution due to certain urban activities, sectoral urban designs and consequent patterns in cities. In local sense, the old climatic conditions before the change because of urbanization in rural areas can be called natural when they are compared with new conditions deteriorated by widespread urbanization. Thus, thermal pollution changes city's local climate over time and negatively affects city's resilience.

Here in this research, it is determined temperature related local climate variation caused by specific city activities in the city of Izmir by analysing time series thermal data distribution over the entire city over a certain period of time and for this analyse even a novel approach is introduced and suggested which is a Simulated Single Image (SSI) method based on Simulated Single Data (SSD) statistical analyze. The method uses not only trend or average values of time series data as being as usual but it uses both and also standart deviation of the data to support a single output from the time series data analyse. Thus, outputs were obtained as single images from the the LANDSAT time series data to represent where generally Urban Hot Spots (UHS) appear and Urban Heat Islands (UHI) develop in the city. Stereo representation of the study region is also used to visually examine the topographical effect on UHI distribution in the city.

Izmir which is the third mostly populated city of Turkey located on the Izmir Gulf of Egean Sea is chosen as study area and the study clearly demonstrated that industrial regions and roads with large surfaces, bare lands with sparse bushes, empty or sparse grassy urban lands and more significantly the urban land parts faced to certain directions are the main urban land cover and structure types contributing UHSs to appear and UHI developments in the city.

**Keywords:** Land Surface Temperature, UHI, Time series, Urbanization, Climate Change, LANDSAT

## 1. Introduction

Human have been experiencing drastic urban sprawl especially since the beginning of second half of 20<sup>th</sup> century (Kii et al., 2017). Since human getting economic benefits and better life style from urbanization, almost 5% of global lands has currently been converted to urban lands, more than half of the world's population moved into these urbanized areas, and this is expected

<sup>1</sup> Izmir Katip Celebi University, Engineering and Architecture Faculty, Department of Geomatics, Izmir, Türkiye

\*İlgili yazar / Corresponding author: ocorumlu@hotmail.com

Gönderim Tarihi / Received Date: 08.09.2022

Kabul Tarihi / Accepted Date: 20.04.2023

Bu makaleye atf yapmak için- To cite this article

Çorumluoğlu, Ç., (2023). Evaluation of the Urban Ecosystem and Local Climate Changes Caused by Urbanization in Izmir in Terms of Long-Term UHI Formation with the SSI Method. Resilience, 11-58.



to reach 66% by 2050 (Lutz et al., 2001; Schneider, 2012). On the other hand, drastic urbanization has caused numerous environmental problems such as cropland occupation, urban heat island effects, ecological degradation, and jeopardized ecological and socioeconomic systems (He et al., 2014; Liu and Zhang, 2011). Thus, cities with current urbanized areas can be assumed as living organisms invading and swallowing those natural lands like green spaces by their surrounding urbanized parts as they grow and spread over these natural areas. Therefore, the development of city societies along with uncontrolled rapid urbanization (Oke, 1997; Zhao and Chen, 2005; Gao, 1996) have changed the game by dominating the Earth in several ways, thus the energy balance, infiltration, storm water runoff, precipitation, temperature, air quality, carbon storage and local biodiversity regimes have been changing contrarily previous natural conditions especially at the places in the world where the cities are located and where they grow over time, and this change also contributes the environmental degradation (e.g., decreases seen in green space, open spaces and water bodies) and depreciates the quality of life even in developing and growing cities (Cheng et al., 2008; Pickett et al., 2011). In addition to those, urbanization also makes environment vulnerable to natural hazards and even causes channel-bank and road-surface erosion, habitat destruction, landscape degradation and fragmentation, climate change, species extinction as bad as a decrease in net primary productivity (Oke, 1997; Zhao and Chen, 2005; Gao, 1996; Guo, 2015; Kalnay & Cai, 2003). These warn us about that uncontrolled urbanization becomes a very serious treat for these natural lands over time, sooner or later. On the other hand, green spaces support high-quality life style for urban settlers, since they act as “lungs” for cities (Boryan et al., 2011). Even they as most important natural signs and key factors for an urban ecological system, fulfil an indispensable mission for cleaning the air, adjusting the microclimate, eliminating noise, beautifying the surroundings and so on.

Collectively, uncontrolled growth of many cities and towns in the world nowadays takes a great national and global attention on energy security, greenhouse gas emissions, environmental changes and major modifications to the natural landscape. Knowing the huge negative effect of uncontrolled urban growth in the world on the natural resources, understanding the extinction of natural environment and ecosystem and the spatial and temporal land cover change triggering UHI developments as well as the factors like temperature increase affecting these changes are important for rising up sustainable rational economic, social and environmental policies to support city resilience (Coseo & Larsen, 2014; Zhong et al., 2014; El Garouani, 2017). Therefore, sustainability measures should be taken as top priorities by city authorities to meet the information society expectations in today's world especially when it comes to cities. One of priorities in terms of sustainability measures for our cities today and in the future is thermal sustainability since cities are the places including several urban activities which rapidly become sources of heat pollution in the world. The effect of heat increase caused by cities can be the source of several serious problems for the entire world like degradation of local comfort by climate change, drought, sea level rise and etc.

### **1.1. Importance of UHI analyses for cities**

One of prominent consequences of Global Warming is rapid increase in temperature at some particular areas in addition to the general increase in the earth system. These particular areas mostly are ‘Urbanized’ or “built up” regions where their most of the land are covered with buildings and artificial entities. In addition to the urban structures, several other reasons like emission of gases from vehicles and industries, high population density, less green patches, heavy machineries have caused to originate higher temperature (Kershaw, 2017). These sites are called “Urban Hot Spots” causing to develop “Urban Heat Islands (UHI)” which it was first described by Luke Howard in 1833 (Howard, 1833). UHI researchers payed more attention and it is studied by so many researchers (Detwiller, 1970; Fukui, 1970; Detwiller, 1970;

Camilloni and Barros, 1997; Kim, 1992; Gartland, 2008). According to the United State Environmental Protection Agency (US EPA), the term of "Heat Island" also describes "built up areas that are hotter than nearby rural areas and a city of 1 million people or more with an annual mean air temperature can be 1.8-5.4°F (1-3°C) warmer than its surroundings" (Liu and Zhang, 2011).

The intensive civilian immigration from rural to urban areas especially during the second half of the last century due to the nonstop industrialization is mostly shown as the important reason for the development of UHIs in the cities nowadays especially in developing countries. Since this rapid movement mostly causes unplanned urban growth in such cities almost all around the world, this process then ends up with a cost as a reduction of vegetated areas and invasion of impervious built-up surfaces at where these cities are located on Earth. Thus, natural environments of the world at those parts of the Earth are transformed into solid concrete blocks or impervious surfaces. This transformation in cities then causes a significant negative effect on city local weather and climate too (Landsberg, 1981) by inspiring urban heat island developments in cities (Streutker, 2002), which are the direct representation of environmental degradation (Lu et al., 2009). So that, especially in terms of sustainability and city resilience, recently urban heat island has become more and more significant issue (Chen et al., 2009). Therefore, several other studies were carried to investigate the impacts of UHIs in cities (Yan et al., 2012; Choi et al., 2012).

These previous studies clearly demonstrated that rapid urban growth concludes with the decrease in the vegetated areas, the increase of the surface temperature and hence changes in urban microclimate. Outcomes from these studies suggest majorly that one of the significant impacts of an urbanization process due to specific city activities which cause local temperature increase and then consequently negative changes in the local climate is the emergence of urban hotspots (UHSs) and then the formation of urban heat islands (UHIs), which furtherly deteriorates life style and quality of city inhabitants and energy consumption and then causes changes in urban planning (Chen et al., 2016; Streutker, 2002; Chen et al., 2009). Therefore, changing and increasing recent requirements of society and accelerated urbanization processes nowadays, make the urban heat island more and more significant issue for cities and it has had a severe and contra impact on developed urban areas and on city residents' living environments (Chen et al., 2009).

Remote Sensing (RS) is one of the most promising techniques providing spatiotemporal thermal data along with other image-based earth observation data (Lu et al., 2014). Along with Geographical Information Systems (GIS), thus remote sensing becomes main source of such studies focusing on urbanization by providing land coverage data even for every entire city and for quantification of urban sprawl and also for determination of urbanization side effects like UHSs and formation of UHIs (Almazroui et al., 2017; Sun et al., 2015; Son et al., 2018; Dadras et al., 2014; Zhao et al. 2020).

Urban heat spot and urban head island analyses fundamentally depend on determination of Land Surface Temperature (LST) values. Thus, urban LST data analyze has become a useful indicator of the ecological environment and climatic conditions over different spatiotemporal concern for cities (Reza et al., 2009; Kuang et al., 2013). Land surface temperature then takes an active role in many environmental analyses by providing important information for the surface physical properties and regional climate (Weng, 2001). A scientific analyze of climate conditions of any urban land part is a must for integrative urban planning and regional sustainability and mitigating climate change effect and concequently for city resilience (Kalnay & Cai, 2003; Guo, 2015; Tozer, 2018). Even for this reason, LST analyses also become an important issue for today's cities for dealing with thermal pollution and for carrying them to sustainable and advanced resilience levels.

Urban heat island can even be observed continuously when the surface heat fluxes at the urbanized sites are monitored through timely mapping the land surface temperature (LST) distribution (Dousset and Gourmelon, 2003; Sun et al., 2010). Therefore, mapping the spatial distribution of LST in a city is the most fundamental process for the determination of urban heat island distribution showing a great negative impact on cities' local climate. Without mapping LST distribution by the help of geospatial technologies there will be no chance to perform UHI analyzes for today's cities especially where information societies nested and whose residents desperately need their cities to be governed smartly and sustainably in every possible way since UHI data gathering and analyzes and UHI mitigation, all become a part of today's smart city concept. If city authorities decide about transferring their cities to sustainable, resilient and consequently to smart one, in addition to other issues, they should also consider mapping UHI distribution even in timely manner by gathering appropriate and periodic data and setting up an analyzing environment. This must also help to construct a strong, reliable and sustainable decision support system to meet their smart cities' requirements at the highest level.

Since thermal conditions in a city are time dependent, the temporal analysis of land surface temperature distribution in cities is becoming an important issue for the local climate sustainability of cities which are under thermal threat. Therefore, this study focuses on spatio-temporal analyses of local climate formation driven by thermal conditions in a city (here is Izmir) by the help of remote sensing (RS) data analyses (LANDSAT 5 and 8 time series images).

## **1.2. UHI development and its relation with urbanized land types and patterns and local climate**

Evapotranspiration is the process which water is transferred to the atmosphere by evaporation process from soil and water and by transpiration from plants (Kalma et al., 2008; Zhang et al., 2016b). Therefore, it is also a natural cooling process that decreases the surface temperature naturally (Dong et al., 2019; Santamouris et al., 2019; Santamouris, 2013, Miralles et al., 2011).

As it is mentioned above, transformed land surfaces in cities mostly are impervious, which causes rain water runoff greater than that seen on natural, like rural surfaces (Xiao et al., 2007; Tang and Xu, 2016). Less vegetation cover and high rated runoff on impermeable surfaces work together and cause reduces in the soil moisture, shading and the rate of evapotranspiration in urban areas since these impervious urban surfaces are not capable of capturing and trapping enough water to increase evaporation to cool down and reduce temperature of these surfaces (Sun et al., 2016). Mohammad et al., (2019) also mentions similarly about that the replacement of natural land surfaces with impermeable surfaces (built surfaces) in urban lands reduces the vegetation and moisture-trapped soils which use a relatively large proportion of the absorbed radiation during the evapotranspiration process and release water vapors that contribute cooling the surrounding air. Therefore, these hot and nearby local areas, warm up each other more and more over time and increase the regional temperature especially during long hot summer daytimes. Then this process contributes UHIs to develop at those certain regions in cities. In fact, regardless of the type of land cover, the fact that the land cover contains a certain amount of water or moisture is the main issue at the point of cooling process in natural lands (Anderson, 2012). In other words, if a land cover having some water in its content (like plants) or holds some water as capillary process (like soil), temperature of the land is transferred to that water content. This also means that the surface transfers and releases its temperature by using its water content through

evapotranspiration or transpiration and this process cools down that land part itself. Excluding impermeable surfaces due to rapid runoff, urban lands covered with soil and vegetation can hold some water in their content. Thus, more heat energy is transferred to the air in impermeable urban areas, causing the temperature of these areas to rise rapidly. It then negatively affects the local climate and comfort level in those parts of a city. (Nie et al., 2016). All those closely located and locally warmed areas contribute each other and therefore extreme temperature rise occurs at those city parts over time, ultimately leading to the development of UHIs in cities and in addition to that, similar processes in different cities all together then contribute to the global warming in the world like butterfly effect. Therefore, it is very important to conduct an urban heat island analysis and also evaluating its impact on urban environment to prevent our cities from heat pollution (Ahmad and Goparaju, 2016). Thus, this analyzes and related processes must have an important place in every city planning projects to build up livable, sustainable and resilient cities supported with natural environments for our city residents and for our future generations.

Except trees and water bodies and soil lands even with sparse bushes and urban lands with grass cover which are capable of water infiltration, the other land use/land cover types in cities are generally built-up (shelters, residential, commercial, administrative and industrial building areas with single, double, triple or multi-storey) and open areas (like paved regions) and even barren lands, so those areas in cities are impervious areas as mentioned above and in total they occupy large parts of a city especially in developing countries. This improper urban growth in developing countries causes loss of woodlands lands and trees by replacing these vegetated natural areas with urbanized lands mostly covered with built-up materials such as concrete, stone and most importantly metal and asphalt and industrial structures which significantly contribute UHI developments at where they are installed in the city and then they leads an increase in surface radiant temperature on urban lands (Kumar et al., 2012; Solecki et al., 2004; Gartland, 2008; Amir et al., 2020; Mohajerani et al., 2017). This is actually because of that these built surfaces tend to absorb a significant proportion of incident radiation, which is later released as heat, due to difference of their thermal properties (Mohajerani et al., 2017; Ji Zhou et al., 2010). These urban materials have also high heat capacity and they retain heat and slowly release. Therefore, high temperature is seen even at night times. As well as those materials, anthropogenic heat which is released by industrial activities, vehicle traffic, power plants and air conditioners as heat waste in urban areas is also other key factors causing UHSs to appear and then UHIs to develop (Shahmohamadi et al., 2011; Coseo & Larsen, 2014). This additional heat also causes temperature increase even in night time at those urban parts in cities if there are no cooling measures in these city sections (Ayanlade, 2016; Bala et al., 2020). On the other hand, heat release during anthropogenic high energy consuming cooling processes in such urban areas (such as using air conditioners) also cause UHIs to develop at these city parts and to severely affect the surrounding regions too (Takeuchi et al., 2010).

Air pollution and greenhouse gas emissions also cause to increase the temperature in urban areas (Shahmohamadi et al., 2011). Main polluters are generally industrial activities taken place in cities' industrial zones. It is obvious that air pollutants, particularly aerosols released after some industrial activities are seen in abundant amount in those over polluted urban areas (Wei et al., 2017; Lim et al., 2009; Kershaw, 2017). These polluted air including aerosols and greenhouse gases absorb the large proportion of re-radiated long wave (infrared) radiation and inhibit the corresponding radiative surface cooling process producing a pseudo-greenhouse effect, which is also another process that is responsible for urban heat island to develop (Chen et al., 2020; Zoran M. and Zoran L., 2005).

Urban geometry is also another key factor for forming UHIs which is represented with the building structures and space among the buildings in cities (Li et al., 2020). The lack of urban spaces for city extension in developing countries increases the public demand for denser



constructions; this requirement transforms them into vertical cities. The intense urbanization with dense building coverage and narrow streets and without green spaces results in high urban heat island effect in the cities (Shafaghat et al., 2016; Mohammed and Salman, 2018). The temperature variations may be linked with greater temperature absorbance by man-made materials and denser building pattern which creates a blockage to air-flow in narrow streets and causes trapped air and consequently rising temperature in these urban valleys. These several floor buildings appearing as steep urban street valleys between these dense and vertical tall buildings on both sites of these problematic city streets even cause the reflected radiance to scatter between these buildings (Giannopoulou et al., 2010; Ujang et al., 2018; Kleerekoper et al., 2012), then these sites appear as UHI development sites in cities (Gunawardena et al., 2017). Therefore rough, intricate and complex structure of urban valleys is another problem of urban areas other than the reasons mentioned previously, which reduces the convective heat removal and transfer by wind (Williams and Davis, 2007). An urban heat island is an urban area which is significantly warmer than natural lands surrounding these urbanized regions in a city; thus, the higher urbanization leads to more distinct urban heat island development with extensive temperature differences between urban and these untouched lands (Koomen and Diogo, 2017).

On the other hand, UHI developmet is actually a sequential process. At early stage it generally appears as UHS, and then when it finds a contributing environment, it starts to develop as UHI. So, urban hot spots (UHS) appearance can also be related with some certain city zones, like industrial zones (Corumluoglu et al., 2015). In fact, these UHS locations are the city spots under an extreme heat stress mainly seen at where anthropogenic activities are in cities (Chen et al., 2006; Ren et al., 2016). The places where anthropogenic heat releases from vehicles, air conditioners, industrial and other urban activities and from other heat sources in cities like power plants and even from city parts experiencing removal of vegetation cover in great extent and then increase in impervious surfaces are the main suspicious urban areas where UHSs probably appear and eventually contribute the UHI formations at those places (Memon et al., 2008; Du et al., 2016a; Senanayake et al., 2013).

Takeuchi (Takeuchi et al., 2010) in their study has also emphasized that currently more green spaces, forest and unused lands have been wildy converted into commercial and business centers, government offices, residential areas and public amenities and then contunied with that this conversion contributes UHIs to develop in these urbanized lands transformed from natural or bare fields. Therefore, it is useful to know UHI distribution in cities to restore these lands and protect them from heat pollution due to the uncontrolled urbanization causing local climate change. This information will be very helpful for city administrators who like to govern their cities sustainably (Zurina and Hukil, 2012).

Urban heat island is also a driving factor for regional weather and climate by altering local wind patterns, spurring the development of clouds and fog, increasing the number of lightning events, and influencing the rates of precipitation (Liu and Zhang, 2011). Furthermore, the poor air quality that results from the increased energy usage for cooling in heat-island city parts can cause discomfort for the residents and affect health, aggravating asthma and promoting other respiratory illnesses (Liu and Zhang, 2011; Lin et al., 2010). Thus, one of the major problems in terms of regional severe climate change over time and faced especially in developing countries that is generally ignored is the UHI formation because of current conditions of the cities in such countries and we must straggle all together with this problem without considering whether it is in micro or macro scales (Filho et al., 2018). UHI impact on cities then became globally considerable (Chen et al., 2014; Peng et al., 2016). The impact of the heat island also appears in many ways such as increase in energy consumption, management of storm water



run-off, environmental disturbance, community health, and altering climatic conditions in cities (Zhao and Chen, 2005). Conclusively, it can be suggested that UHI development in cities is a multi-criteria issue (Sangiorgio et al., 2020). Therefore, multi-criteria analyses must be accounted for every aspect influencing UHI development (Putra et al., 2019). Nowadays, having a digital database which is capable of UHI multi-criteria analyzes becomes the most promising strategy that can work sufficiently and successfully for building up a sustainable future for our cities under a severe UHI pressure and in fact, this strategy allows city authorities to promise and provide a reasonable and livable climate conditions for their residents while being capable of fulfilling the needs of smart city and information society as well.

UHI development is also a matter of time especially during long and hot summer seasons (Chen et al., 2002). Therefore, it is highly important to make timely analyses on urban heat island distribution in cities for providing an information base to city authorities to conduct sustainably affective solutions and plans for their cities' futures to overcome their cities UHI problem. Only in this way, they would have a chance to make successful decisions for a sustainable future for their cities and to protect and sustain their cities' natural environments where city residents would like to live (Liu and Zhang, 2011).

### **1.3. LST and its relation with local climate**

Surface temperature is an important issue and theme in earth sciences for studying urban climatology, global environmental change and human-environment interactions. Furthermore, land surface temperature (LST) is driven by a complicated landscape composition and configuration (Asgarian et al., 2015; Zhou et al., 2014). From UHI point of view, urban heat islands mainly appear as spatial distribution of accumulated heat at the locations having higher LST values w.r.t the LST values at surrounding land parts and it is governed by high amount of surface heat fluxes obviously caused from densely located certain types of urbanization structures (Dousset and Gourmelon, 2003; Sun et al., 2010). As it is emphasized earlier, the built-up areas and bare lands directly affect UHS appearance and UHI development, whereas green spaces and water bodies reduce the UHI intensity (Amiri et al., 2009; Song et al., 2014).

LST values in urbanized areas of a city differ during day, night and seasonal periods. The larger LST changes are usually seen at night but not that large change seen in day time (Ayanlade, 2016). On the other hand, heat in high magnitudes caused by some city lands with specific land cover types in day times may cause large UHI developments especially during summer seasons in moderate climate zones (Majkowska et al., 2017). Heat island affect is usually strongest during the summer times in the mid latitude cities as it is experienced in Izmir (Corumluoglu et al., 2015). Some researchers showed that natural and anthropogenic activities in urban areas simultaneously cause oppositely particular LST patterns (Chaudhuri and Kumar, 2020; Zhao et al., 2020; Shafaghat et al., 2016; Du et al., 2016b). With inconsistent urban development, the UHI zones may worsen the eco-environmental quality and drop down the city to the worst ecological grade too (Li et al., 2020).

In the climate change studies, it is important to determine the changes in LST values at specific city land parts in a period of time (Zhao et al., 2021). Identifying LST changes over time at regional levels is one of the key requirements to analyze the local climate changes (Tan et al., 2020). LST is one of the most important environmental parameters and is used for determination of energy exchange between the surface of the earth and the lower layer of the atmosphere and this energy exchange is the most dominant factor controlling the local climate and its changes over time (Jia G. et al., 2020). Thus, temporal monitoring of LST distribution in a city and then subsequent regional change analysis reveal the suspected local climate change in the city (Mohan, 2000). Therefore, determination of LST distribution and consequently identification of UHSs and UHI developments become one of important tasks of today's city authorities who want to sustainably manage their city local climate and its change

especially during hot summer times (Guha et al., 2017). In this way, they will have a chance to maintain their cities' urban ecology and local climate by ensuring their cities' thermal sustainability and also taking serious precautions for high thermal conditions at where UHIs probably develop in the cities.

For compensating the negative effect of high thermal conditions and maintaining the thermal stability in cities, it is quite important for the city authorities which they should pay attention to the fact that the vegetation and water bodies represent relatively lower LST than those seen at city build-up areas (Guha and Govil, 2021; Gupta et al., 2019). They affirmatively retrieve the thermal conditions of the neighboring city parts even if they are build-up areas. Since the existence of the vegetated sites in a city lowers the temperature in and around those vegetated areas as they enhance the evapotranspiration by maintaining the heat flux, these regions act as heat sinks for the cities (Joshi et al., 2012). Therefore, the planning of urban green areas (e.g., creation of parks, urban forest lands and afforestation of streets with long, large canopy and dense trees) is becoming one of the most crucial parts of today's city development plans approved by city authorities and assigned to city services to reduce and to remove UHI effects where they appear in cities (Huang et al., 2018). This section of the plans must include first the determination and positioning of UHSs and then UHI development areas over time for mitigating and straggling with their effects in cities effectively by taking proper course of actions for example tree plantation (with tall and dense tree pattern and with large canopy cover) at the correct locations, so at exactly where UHSs and UHI developments happen in the cities and even taking into account the extent of the UHIs as well.

## **2. Methodology**

The UHI issue in big cities such as Izmir city which is the third most populated metropolitan city which occupies the land part of Turkey surrounding Izmir Gulf of Aegean Sea has been being one of the major city problems gradually over the past few decades (Akbari et al., 2001; Stone, 2007) with the increase of urban concentration causing improper changes in regional temperature and consequently the local climate (Georgescu et al., 2011; Li et al., 2004).

As it is mentioned above sections, urbanization results in higher radiation absorption for a land part transformed rural to urban and then causes UHIs to develop. Contrary to that, green vegetation and tree plantation or urban forests in cities help for reducing the UHI effects, and then they provide thermal comfort (Coutts et al., 2016). Therefore, identification of UHI developments depending on LST distribution over time in cities is now one of the key issues for contemporary urban management and planning projects to transfer our cities to sustainable and even resilient city levels. Thus, the determination of local climate distribution w.r.t. temporal thermal conditions over a city becomes an important task and issue for the city authorities promising to govern their cities sustainably, especially in developing countries.

The aim of this study consequently became the evaluation of spatiotemporal distribution of urban heat islands (UHISs) at where they develop in the city of Izmir, Turkey over a long period of time to determine specific and operative factors driving UHI developments in the city. The study follows these steps: 1) temporal NDVI distribution maps for the determination of emissivity to compute LST over time, NDVI from RS MS time series' images is required to map the distribution of urban natural areas (green and wet lands) and non green areas and their changes to compute emissivity for spatiotemporal LST data analyses; 2) LST spatiotemporal distribution pattern are obtain across the entire city by using the RS thermal data; 3) trend images individually for the distributions of LST and the normalized difference vegetation index

(NDVI) are computed; and then 4) Simulated Single Images (SSI – to be explained in forthcoming sections) were computed and analysed for the both data series.

UHSs which are controlled by the heat flux in urban surfaces depending on the surface material and consequently UHIs appear as accumulated high land surface temperatures (LSTs) in cities (Dousset and Gourmelon, 2003; Sun et al., 2010). Thus, obtaining LST is crucial for the analysis of UHIs (Liu and Zhang, 2011). If the land surface temperature is not available, the near-surface air temperature has been being used to map LST distribution for validating the urban heat island effect (Mutiibwa et al., 2015). Up to nowadays, mapping of urban heat island distribution was depending on classical UHI analyses of in situ LST measurements obtained at rarely distributed local meteorology stations across the city in interst (Lu et al., 2009). However, the unevenly distribution and locational isolation of these meteorological sites may result in an under-representation of LST distribution across the studied city (Liu and Zhang, 2011). Since these restricted amount of data from meteorological stations are not sufficient for evenly resampling an entire study area, remote sensing (RS) offering high-resolution data with almost continuous coverage of the entire world which makes large-scale urban heat island research possible. Therefore, RS became the most reliable method for LST data collection for example providing those data as 30m by 30m sampling tiles which cover an entire study area with no gap and even in different time intervals such as every 16 days after 1960s when the high-resolution earth-observing satellites were launched such as LANDSAT satellite series providing MS image data (Liu and Zhang, 2011; Lu et al., 2009). This even means that multi temporal analyses are available as LANDSAT MS image data for several decades in that high spatial resolution. Thus, an archived temporal data is now available almost half of a century from the LANDSAT Earth Observing Satellite Program (Wulder et al., 2019). Nowadays, remote sensing technology is also the most reliable technology providing archived and continuous data and overcoming the problem of unevenly distributed temporal LST measurements, however, evenly distributed temporal LST data are the fundamental data for the urban heat island temporal analysis (as time series analysis) especially for today's rapidly growing cities which are prone to evolve into megacities (Zhou et al., 2019).

The Landsat TM data from a long-life LANDSAT earth-observing satellite program is the most widely used satellite images providing continuous LST data distribution even for an entire world. So, full coverage of all cities and even freely downloadable data from the website of US Geological Survey (USGS) are possible (U.S. Geological Survey, 2020). Data from LANDSAT programs provide great advantages than the traditional meteorological data. Otherwise, it can never ever be possible such data for LST studies with traditional one (Urban et al., 2013). On the other hand, LANDSAT 5 served only one thermal infrared (TIR) band up to the provision of two bands from LANDSAT 8 till it launched at 2013 (Wulder et al., 2019). So, Landsat 5 data with one thermal infrared band is capable of providing evenly distributed land surface temperature between 1984 and 2011, even if Landsat 5 TM multi-spectral image scenes is the mostly used data for monitoring the changes on lands and to model the biophysical characteristics of the earth surfaces at that times (Wulder et al., 2019). As it is mentioned in the study by Mallick et al. (2008), Landsat 5 TM thermal data is used to estimate heat distribution as a control for local climate, Landsat 5 TM and Landsat 8 TIRS thermal infrared data with  $120^2 \text{ m}^2$  and  $100^2 \text{ m}^2$  spatial resolutions respectively, both provide continuous data for UHI studies in local-scales since 1984 (Gong et al., 2013; Weng, 2001; Bendib et al., 2017; Zhang et al., 2016a). The thermal infrared data as band 6 and band 10 from Landsat 5 and 8 are actually the bands resampled by using the nearest neighbor algorithm to a pixel size of 30 m by 30 m from a spatial resolution of  $100^2 \text{ m}^2$  and  $120^2 \text{ m}^2$  respectively to fit the pixel resolutions to the optical bands' spatial resolutions for the sake of data compatibility (Wulder et al., 2019).

Freely available archived LANDSAT 5 and 8 data are preferred as time series data source for the LST analyzes here in this research. Since LANDSAT 5 which is the only satellite offering freely available archived data since 1984 provides only one channel thermal band and optical spectral data without missing lines (as being experienced in LANDSAT 7 data), single band LST computation algorithm was preferred to extract LST values from LANDSAT data to analyze LST distribution over the city of Izmir for 32 years in the study. Even if the use of a single thermal band from old LANDSAT satellite (or sensor) makes retrieving LST more difficult, it is actually easier than those from multiple thermal bands for example from LANDSAT 8 (Kafer et al., 2020). So that, Qin et al. (2001) proposed a single TIR band algorithm using Landsat TM data to map LST distribution (Lu et al., 2009; Feyisa et al., 2016; Qin et al., 2001). On the other hand, according to Lu (Lu et al., 2009), the use of single band offers a simple and yet highly effective method for computation of LST values, thus it facilitates the study and the analysis of UHI effects.

In the case of LANDSAT 8, it is decided to use only band 10 as a single thermal band for the data compatibility with LANDSAT 5's thermal band 6 and then the single band algorithm without attempting the use of two thermal channel algorithm which would depend on calibration uncertainties in LANDSAT 8's thermal band 11, even though LANDSAT 8 provides both 10th and 11th bands as two channel thermal data (Sekertekin et al., 2020). The only thermal band of LANDSAT 5 which is the band 6 was used to delineate the LST distribution for the dates between 1985 and 2013. Thus, both thermal data from LANDSAT 8 and 5 were processed for the delineation of LST distribution across the entire city of Izmir for the all dates studied in the project spanning from 1985 up to 2018. The optical bands from both satellites' TM and OLI sensors have also been processed to extract the NDVI distributions across the entire city of Izmir again for different dates to compute the emissivity. High-resolution Google Earth data corresponding with the process dates has been used for the confirmation of different types of urban land cover distribution in the city and for different type of anthropogenic city activities which may be correlated with low or high LST values (Du et al., 2016a; Du at al, 2016b). ERDAS Imagine 2015 and ArcGIS 10 were utilized for remote sensing and GIS data analysis and to obtain the final outputs for the entire study area.

Here in this study, the spatial distribution of emissivity to reveal and to correct its effect on the LST values distributed all over the entire city was obtained by the help of NDVI distribution for the city of Izmir showing Aegen climate conditions which are similar to Mediterranean humid climate conditions, since the city of Izmir is located on the Aegen sea coast of the western Turkey (Figure 1).

First phase of this project was on demonstration of LST distribution across the city of Izmir using only one day data (LANDSAT multispectral image data) and representing which land use types contribute to UHI development in the city (Corumluoglu et al., 2015). Even if one date data was used, our previous research's results emphasized that some industrial areas especially with specific activities appeared as Urban Hot Stops (UHSs) affecting neighboring areas up to several kilometers and causing UHIs to develop at those parts of the city (Corumluoglu et al., 2015). In the current stage of this ongoing project, here is studied if similar results are confirmed by a temporal data analysis for a long period of time. Therefore, temporal remote sensing data is obtained and analyzed to reveal whether the results show up with a similar output contributing our previous study outcomes through a certain period of time. Thus, we would have a robust argument to make strong and locationally precise suggestions to our city authorities who may then take further actions for improving their future city development plans with the support of proven time series data and consequently effectively reliable arguments depending on our research outcomes given here. Then we would have chance to



prevent our city from heat pollution and make the city much more sustainable, comfortable and livable one and even to cut our cooling bills further down in the future especially by given a chance to nature-based solutions. By the decrease in energy consumption for such cooling purposes, it means low greenhouse gas and carbon foot print effects and the saved nature or increased environmental conditions of our city. Thus, here in the current state of the research it is not specifically focused on only UHSs, but also investigating the city regions under the threat of severe UHI developments by time series analyses. This will also let to find out which specific city activities and urban land cover types cause strong and significant UHI impact. Afterward, we will have a chance to take effective and correctly positioned actions to prevent our city nature in a sustainable way from harmful side effects of anthropogenic activities like UHIs and let it stay resilience.

To carry our cities to a smart and sustainable future by supporting the decision makers of our city authorities with most effective and natural solutions, here in this stage of the project, some statistical analyses were carried out to extract the temporal distribution of UHI developments in the city of Izmir by the help of long term historical land surface temperature (LST) distribution data (32 years of data) from LANDSAT multispectral images (thermal for UHI and optical bands for emissivity by NDVI computations). These also reveal the varying effects of changing anthropogenic activities on UHI developments in the city of Izmir over that period of time. The outcome of processes followed here in this research is not include a pack of timely images for LST distributions spanning through the years which it is actually the usual way followed by the researchers so far, but here in this research it is given a statistically projected single image representing a long period of temporal LST distribution over the city of Izmir. Therefore, it is an image from a mapping process of statistically optimized and projected long-time distributions of LST. This single output image also represents a unique UHI distribution over the city for that period of time. Thus, this project plan will also help us to understand UHI distribution and its relation with the distribution of urbanized land cover types in a certain long period of time. Thus, it helps us to reveal the main suspicious urban factors which strongly effect the UHI developments in an urban environment even by the support of a long period of temporal data. So, this will encourage city authorities to take most effective precautions beforehand they happen in the future.

### **3. Study Area and Used Data**

#### **3.1. Study Area**

Izmir is the third of the first three metropolitan cities in Turkey with almost 4.37 million citizens living in the 12 studied central districts which they hold the densest urban population in the region. The city is located on Menderes and Gediz deltas at where they confluence and on some hilly terrain inlands almost all around the Izmir Gulf of the Aegean Sea. Geographic coordinates of Izmir are between 37° 49' and 39° 23' North latitudes and 26° 13' and 28° 29' East longitudes.

The studied city land in the province of Izmir covers almost 400 km<sup>2</sup> urbanized area (the area covered by red curved boundary in Fig. 1) around the Gulf of Izmir and the wide of the urbanized city part generally extend 3 to 5 km towards inlands all around the gulf. But at somewhere it reaches up to 10 - 12 km, especially at the Sought, where the surrounding parts around the ancient city center (now called Konak) are. On the other hand, it shrinks down to few kilometers at the North section of the city (where Karsiyaka district is and city newly developing areas towards the North are). This is probably because of local mountains running towards the Gulf. At those parts of the city, in generally speaking, urbanization stops extending at where it reaches to the forested lands covering vast amount of field and toward the tops of these mountainy areas because of the topography which rises rapidly, but not at low altitude hilly lands. So, several hills next to the coast of Izmir Gulf are covered by city urban structures

and buildings. City also extends towards the valleys between these mountains at least at two locations more than 10 km inland of these valleys, the one is seen as city sprawl at the East part and the second is similar to the first but with a wider sprawl at the South. The sprawl extending towards the north is not a sprawl extending into valley, this city extension only follows a roughly 1 km wide strip on the Gediz delta parts, just next to the mountain slopes running into that delta plain. Another, but very narrow urban sprawl with more vegetation cover can be seen at the South. This is because of rough and high mountain slopes with forest covers running along very closely, right next to the gulf coast. Other very narrow sprawl is also seen in the east valley formed by high mountain slopes running towards Aegean Sea and ends up at the city center on the large plain coast formed by Gediz delta. All those urban strawals and extensions of Izmir city can be followed by the stereo illustration represented in Fig. 6a.

Izmir is also the highly developed cultural, economic and industrial center in the Aegean region which is the western part of Turkey (Fig. 1) (Yucekaya, 2018). It represents high temperature values (mostly over moderate climate temperature values) especially in summer times and temperature in some city regions sometimes reaches extreme levels (Unal et al., 2013). It is also the most attractive economic, cultural and tourism center offering several types of activities in the region (Gunlu et al., 2009). It therefore attracts so many people to move in to the city every year. Because of increasing population, as it is seen from the stereo 3D illustration of the City in Fig. 6a, city expands towards Kemalpaşa district in the East and towards Menderes district in the South by occupying the valley plains left between the mountains running towards the Izmir Gulf of the Aegean Sea and also towards Menemen district in the North and Urla district in the West directions. In other words, Izmir metropolitan extends along the coasts of Izmir Gulf and Gediz River's delta in the North, along the alluvial plain created by several small streams in the East and to slightly rugged terrains in the South (Fig. 5 and 6).

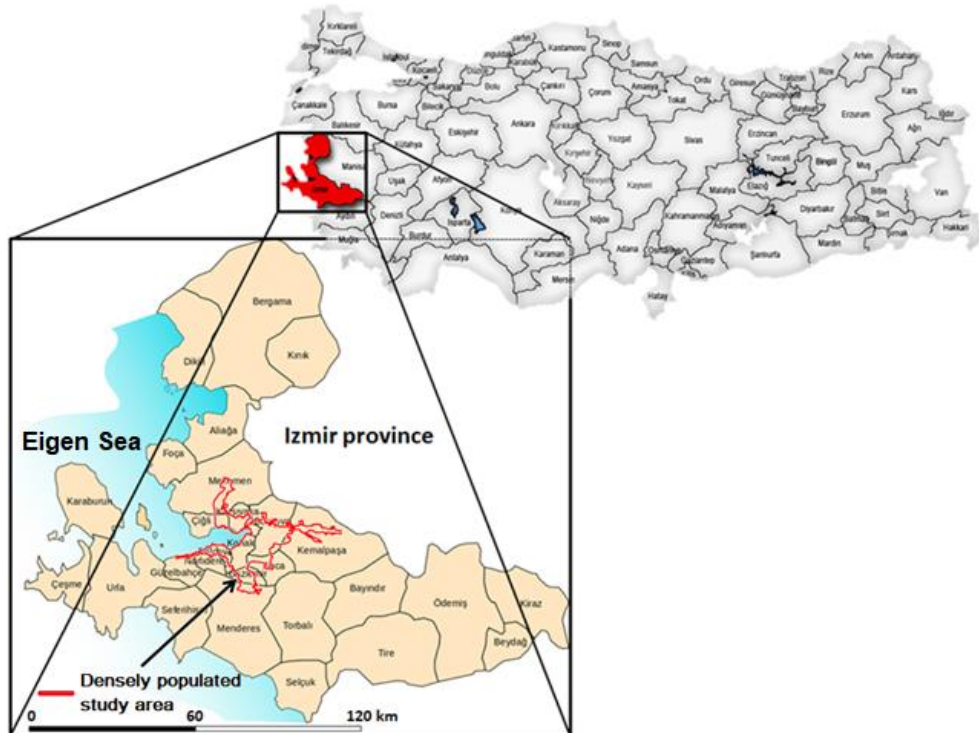


Figure 1. Izmir province and densely populated central metropolitan city part (study area is in red boundary).

In recent years, the rapid population increase and corresponding urban expansions towards available terrains following the topographical structures around the existing parts of the city caused several problems such as air pollution and greenhouse gas emission problems which seriously impact the human health and also increases in LST and then UHIs to develop in some parts of the city following the UHSs appearing at where certain anthropogenic activities are like industrial activities which are emphasized by Corumluoglu (Corumluoglu et al., 2015) in their previous research.

### 3.2. Used Data

To understand the temporal effect of urbanization on the temporal diversity of LST and UHI formation, a long period of remote sensing data is required. For this reason, 32 years of freely available LANDSAT 5 (TM) and 8 (OLI and TIRS) data with WRS path number of 181 and WRS row number of 33 acquired at almost 11:15 in Izmir local time during the summer season (August) (Table 1) were downloaded from USGS Earth Explorer web site (U.S. Geological Survey, 2020) and processed sequentially almost for every year between 1985 and 2018 (except 2002 and 2012). The August data is chosen for the sake of doing LST time series analyses at the time when the city of Izmir is having hottest annual temperate to catch the possible hot spots and heat islands when they are most significant and at their peak levels (Fig. 2) and also having MS LANDSAT scenes with minimum cloud cover in the region.

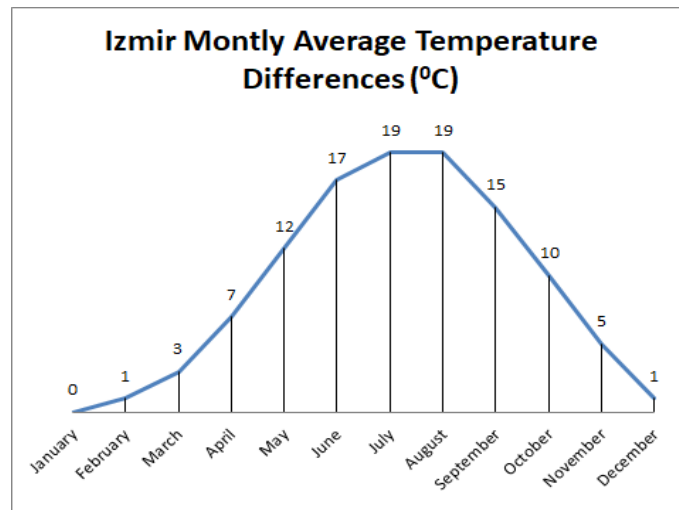


Figure 2. Long term monthly average temperature differences for the city of Izmir w.r.t the annually minimum average temperature.

Table 1. LANDSAT data packs for 32 years used in the study

Number	SPACECRAF T	Data type	WRS path and row	Acquisition date	File date	Number	SPACECRAF T	Data type	WRS path and row	Acquisition date	File date
1	lt05_l1tp_181033_19850825_20171212					17	lt05_l1tp_181033_20010821_20180501				
2	lt05_l1tp_181033_19860828_20170216					18	lt05_l1tp_181033_20030726_20161205				
3	lt05_l1tp_181033_19870831_20170211					19	lt05_l1tp_181033_20040813_20161130				
4	lt05_l1tp_181033_19880801_20171208					20	lt05_l1tp_181033_20050816_20161124				
5	lt05_l1tp_181033_19890820_20170808					21	lt05_l1tp_181033_20060819_20161119				
6	lt05_l1tp_181033_19900823_20171208					22	lt05_l1tp_181033_20070822_20161111				

7	lt05_l1tp_181033_19910826_20171214	23	lt05_l1tp_181033_20080824_20161029
8	lt05_l1tp_181033_19920828_20180210	24	lt05_l1tp_181033_20090827_20161021
9	lt05_l1tp_181033_19930815_20180210	25	lt05_l1tp_181033_20100830_20161013
10	lt05_l1tp_181033_19940818_20180302	26	lt05_l1tp_181033_20110817_20161008
11	lt05_l1tp_181033_19950805_20180210	27	lc08_l1tp_181033_20130822_20170502
12	lt05_l1tp_181033_19960823_20180210	28	lc08_l1tp_181033_20140825_20170420
13	lt05_l1tp_181033_19970826_20180210	29	lc08_l1tp_181033_20150828_20170405
14	lt05_l1tp_181033_19980829_20170908	30	lc08_l1tp_181033_20160830_20170321
15	lt05_l1tp_181033_19990816_20180210	31	lc08_l1tp_181033_20170801_20170811
16	lt05_l1tp_181033_20000818_20161214	32	lc08_l1tp_181033_20180820_20180829

The Landsat Thematic Mapper (TM) sensor was carried by Landsat 4 and Landsat 5 satellites, and creates an image scene consisting of images for six spectral reflectance bands 1 to 5 and 7 with a spatial resolution of 30 by 30 meters, and one thermal band (Band 6) with a spatial resolution of 120 by 120 meters (Wulder et al., 2019). The approximate sizes of one LANDSAT scene along and across track are 170 km north-south and 183 km east-west directions (106 mi by 114 mi). The Landsat Operational Land Imager (OLI) and Thermal Infrared Sensor (TIRS) sensors are carried on Landsat 8 satellite. A pack of one LANDSAT 8 image scene consists of nine spectral reflectance band images 1 to 7 and 9 with a spatial resolution of 30 by 30 meters. New band 1 (ultra-blue) is useful for coastal and aerosol studies. Other new band 9 is useful for cirrus cloud detection. The resolution of band 8 which is the panchromatic band is 15 by 15 meters. Two channel thermal bands from TIRS, 10 and 11 are useful for more accurate surface temperatures and are collected for every 0.01 km<sup>2</sup> (100m x 100m) in the land part corresponding with a whole scene, are finally provided as thermal bands resampled to 30 meter in the delivered data product (Wulder et al., 2019). Approximate scene size is 170 km (in north-south direction) by 183 km (in east-west direction).

Since temperature in summer time is commonly high and UHIs are spatially more significant during the summer daytime according to the literature (Nichol et al., 2009). And highest temperature values are experienced in July and August in the study area as it is seen from the Fig. 2. The August daytime cloud-free image scenes were therefore selected and downloaded from the USGS web site for this study. Furthermore, since a LANDSAT scene frame covers much larger area than the urbanized lands in the city of Izmir, all temporal LANDSAT image scenes used in the project were subset to study only the densely urbanized land parts of the city as shown with red boundary lines in Fig. 1. Appropriate atmospheric correction was also applied independently to each band of MS images in every used scene in the study (Table 1) w.r.t. the Dark Object Subtraction atmospheric correction algorithm (DOS1). Thus, the atmospheric effect is removed from every pixel of those individual MS band images in the preprocessing step.

#### **4. Preprocessing of Landsat Ms Images**

##### **4.1. DN to spectral radiance conversion**

Especially when time is concerned, all MS images in all scenes must go through some preprocessing steps before RS data analyze. The first one in that image preprocessing step is "DN to spectral radiance conversion" (Chander and Markham, 2003; Chander and Markham, 2007). This conversion is applied to brightness value of every pixel of each MS band image packed in every MS scene (like those given in the Table 1) using equation 1 below. The computed radiance in a certain spectral wavelength range (band's spectral resolution) is



actually total or top of atmosphere radiance reaching to satellite sensor's individual detector corresponding with one certain pixel in a relevant band image that mimics the observed value at detector in graphical form, so as gray tones in a purposed radiometric resolution (for example 8 bit radiometric resolution) and also corresponding with certain land part in the size of Sampled Tiniest Area on Ground (even if it is called as Ground Sampling Distance – GSD - in the literature, it is actually the area of instantly scanned or sampled tiniest land part by detector, therefore, it is better to call it as STAG- Sampled Tiniest Area on the Ground). Therefore, the top of atmosphere radiance does not include only the radiance from an object on land surface, but also the radiance from the atmosphere along the path between this instantly scanned tiniest land part which it corresponds with a certain pixel in band images in a MS image scene and the sensor. Because of that, the atmospheric radiance must be removed from the total radiance reached to any detector in sensor to obtain only the radiance off the object on the earth surface. Here in this study; DOS1 procedure which is one of the Dark Object Subtraction (DOS) models (Nazeer et al., 2014) was followed to remove the radiance caused by atmosphere and accumulated in the radiance at sensor or at TOA (therefore, below it is called as total radiance). The dark object atmospheric correction should not be applied directly to the brightness values (DNs) of pixels in each individual MS band image in interest as a subtraction process between pixels' brightness values (DNs) in that single band image and brightness value (DN) of dark object determined through visual analyses of graphical representation of the same single band image's statistics (Zhang et al., 2010). "DN to spectral radiance conversion" first must be applied to all pixels' DN in every band individually in a scene by using the first formulas in the equation groups below (Equations 1 and 2 which are for LANDSAT 5 and for LANDSAT 8 respectively) (Chander and Markham, 2003; Chander and Markham, 2007) and then secondly, the unique dark object radiance value for each band must be obtained by using the second formulas in the same equation groups given below. Dark object radiance value of each band in a scene is then computed from the dark object brightness value (DN) determined individually for relevant single MS band image in the scene by visual interpretation of that relevant image band statistics. Finally, the computed dark object radiance value is then subtracted from the total radiances at the sensor's detectors to get the radiances for the objects at the corresponding sampled ground areas represented as pixels in that individual band images by using the third formulas in the same equation groups (refer to the follow chart in Fig. 3). Thus, this procedure must be followed individually for each band in each MS image scene used for different dates as well.

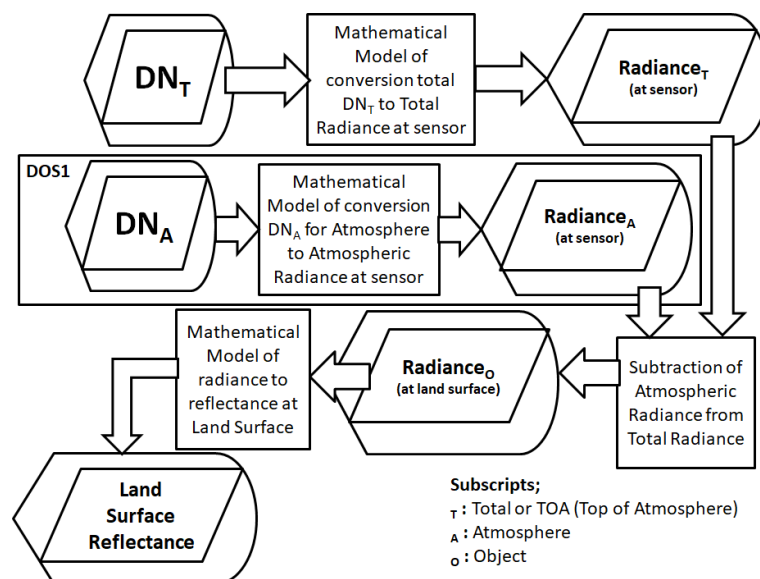


Figure 3. Conversion algorithm DN to Radiance and Radiance to Land Surface Reflectance.

$$\begin{aligned}
 L_{\lambda(T)} &= M_{L\lambda} Q_{cal\lambda(T)} + A_{L\lambda} \\
 L_{\lambda(DO)} &= M_{L\lambda} Q_{cal\lambda(DO)} + A_{L\lambda} \\
 L_{\lambda(O)} &= L_{\lambda(T)} - L_{\lambda(DO)}
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

$$\begin{aligned}
 \rho'_{\lambda(T)} &= M_p Q_{cal\lambda(T)} + A_p \\
 \rho'_{\lambda(DO)} &= M_p Q_{cal\lambda(DO)} + A_p \\
 \rho'_{\lambda(O)} &= \rho'_{\lambda(T)} - \rho'_{\lambda(DO)}
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

where:

$L_{\lambda}$  : band-specific spectral radiance [Watts/ (m<sup>2</sup> \* srad \* μm)].

$\rho'_{\lambda}$  : reflectance without solar angle correction.

$M_{L\lambda}$  : band-specific multiplicative rescaling factor for conversion from DN to radiance (that can be obtained from the metadata - RADIANCE\_MULT\_BAND\_x, where x is the band number for LANDSAT 5's reflectance bands).

$A_{L\lambda}$  : band-specific additive rescaling factor for conversion from DN to radiance (that can be obtained from the metadata - RADIANCE\_ADD\_BAND\_x, where x is the band number for LANDSAT 5's reflectance bands).

$M_p$  : multiplicative rescaling factor for conversion from DN to reflectance (that can be obtained from the metadata - REFLECTANCE\_MULT\_BAND and  $2 \times 10^{-5}$  for LANDSAT 8's reflectance bands).

$A_p$  : additive rescaling factor for conversion from DN to reflectance (that can be obtained from the metadata - REFLECTANCE\_ADD\_BAND and -0.1 for LANDSAT 8's reflectance bands).

$Q_{cal\lambda}$  : Band-specific quantized and calibrated standard product pixel values (DN) – derived from raw input band image.

$\lambda$  : Multi-spectral image band number.

Subscripts (T), (DO), (O) : are for Total or Top of Atmosphere, Dark Object and Object respectively.

Since this conversion procedure is band-specific it is individually applied to every pixel's brightness values (DNs) in each specific band image of a MS scene including bands of reflected wavelengths and thermal bands as well.

#### 4.2. Spectral radiance to reflectance conversion for the bands of reflected wavelengths

This conversion is for the bands of reflection wavelengths in a MS image scene. Reflectance is required for description, determination and discrimination of objects and their details and even properties of those objects and also for analyses of indices to extract information from remote sensing image bands except thermal bands (Bowker, 2010). Reflectance conversion in RS makes band images comparable even if they are obtained at different time and by different sensors to eliminate the case dependent biases. So, the radiance to reflectance conversion process removes the cosine effect caused by changing solar zenith angles due to the time difference between subsequent image acquisitions by satellites (Robinove, 1982). Reflectance is referred to a single band because of different amount of irradiance reaching to the earth in every different certain wavelength range (so, called as band) from sun. Changing solar irradiance should also be accounted for the variation in the earth-sun distance between different image acquisition dates (Young, 2017; Chander et al., 2009). Therefore, it is crucial to use reflectance values in such projects requiring temporal analyses of band images in a RS MS scene obtained at different times as it is being in this study since not only thermal bands but also reflectance bands are used (for example, for emissivity computations from NDVIs) and even from different sensors as if LANDSAT family satellites are exploited (images scenes from LANDSAT 5 and LANDSAT 8 satellites are utilized).

The conversion is applied to pixel radiances of reflectance bands in RS MS image scenes using the first and second formulas given in the equation group 3 below (in our case, LANDSAT 5's and LANDSAT 8's reflectance bands were used).

$$\rho_{\lambda(O)} = \frac{\pi L_{\lambda(O)} d^2}{E_{SUN\lambda} \cos \theta_s} \quad (3)$$

$$\rho_{\lambda(O)} = \frac{\rho'_{\lambda(O)}}{\cos \theta_s}$$

where:

- $\rho_{\lambda(O)}$  : band-specific spectral reflectance of an object (land surface reflectance) [unitless]  
 $\pi$  : mathematical constant [unitless] (3.14159).  
 $d$  : earth-sun distance [astronomical unit] (that can be obtained from the metadata - EARTH\_SUN\_DISTANCE, for LANDSAT 5 and 8's reflectance bands).  
 $E_{SUN\lambda}$  : spectral mean solar irradiance [Watts/( m<sup>2</sup> \* $\mu$ m)]  
 $\theta_s$  : solar zenith angle [degree] (90 -  $\theta_E$ ).  
 $\theta_E$  : solar elevation angle [degree], (that can be obtained from the metadata - SUN\_ELEVATION, for LANDSAT 5 and 8's reflectance bands).  
 $\rho'_{\lambda(O)}$  : band-specific spectral reflectance of an object without solar angle correction [unitless]

#### 4.3. At-sensor spectral radiance to at-sensor brightness temperature conversion for the thermal bands

Considering black body assumption for the heat transfer from the Earth, emissivity can then be assumed as uniform for the Earth surface and equation 4 below is used for the at-sensor spectral radiance to brightness temperature conversion (Sekertekin et al. 2020; Chander and Markham 2009).

$$T_{B(O)} = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{L_{\lambda(O)}} + 1\right)} \quad (4)$$

where:

- $T_{B(O)}$  : at sensor brightness temperature of land surface cover in the size of STAG [K]  
 $K_1$  : calibration constant 1 for thermal band [Watts/( m<sup>2</sup> \*sr \*  $\mu$ m)] (that can be obtained from the metadata - K1\_CONSTANT\_BAND\_x, where x is the band 6 and band 10, so 607.76 and 774.89 for LANDSAT 5 and LANDSAT 8 respectively).  
 $K_2$  : calibration constant 2 for thermal band [K] (that can be obtained from the metadata - K2\_CONSTANT\_BAND\_x, where x is the band 6 and band 10, so 1260.56 and 1321.08 for LANDSAT 5 and LANDSAT 8 respectively).

#### 4.4. Brightness Temperature to Land Surface Temperature conversion

Since temperatures of objects on the earth surface are the main concern of UHI analyses, brightness temperature values are then converted to Land Surface Temperatures (LST – TS) by using the equation 5 below (Salih et al., 2018). In this respect, the land surface emissivity must be accounted to reach LST values at the land surface as it is required for this conversion.

$$T_{S(O)} = \frac{T_{B(O)}}{1 + \left(\frac{\lambda_T T_{B(O)}}{\rho}\right) \ln \varepsilon} - 273.15 \quad (5)$$

where:

$T_{S(O)}$  : Land Surface Temperature of an object (LST) [°C]  
 $\lambda_T$  : the central wavelength of the thermal infrared band [m] ( $\lambda_T(\text{mid}) = 11.45\mu\text{m}$  and  $\lambda_T(\text{mid}) = 10.90\mu\text{m}$  for LANDSAT 5 Band 6 and LANDSAT 8 Band 10 respectively)  
 $\rho$  : thermal constant [m K] ( $\rho = h \cdot c / \sigma$ ,  $\rho = 1.438 \cdot 10^{-2}$  mK)  
 $c$  : the speed of light [m / s] ( $c = 2.998 \cdot 10^8$  m/s)  
 $h$  : the Planck constant [J s] ( $h = 6.626 \cdot 10^{-34}$  Js)  
 $\sigma$  : the Boltzmann constant [J / K] ( $\sigma = 1.38 \cdot 10^{-23}$  J/K)  
 $\varepsilon$  : the land surface emissivity [unitless].

Equation 5 (Memon et al., 2008; Solecki et al., 2004) above represents the conversion formula using Brightness Temperature (TB) values to compute the Land Surface Temperature values in Celsius degree (with that additional term for the absolute zero,  $-273.15$  °C) (Choi et al., 2012; Mejbel et al., 2018). Except brightness temperature, the other unknown term in this equation is the emissivity. So that, the emissivity values for each pixel must be computed before LST computation as it is mentioned above.

#### 4.5. Computing NDVI Values From Landsat Reflectance Bands

Even if emissivity is an indirect requirement for local climate studies driven by temperatures of land features, MS satellite images provide the most appropriate data source to compute the emissivity from Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) algorithm extracted from these MS band images (Sun et al., 2010; Corumluoglu et al., 2015; Ng et al., 2012; Mushore et al., 2017). Therefore, in such UHI and temperature related climate studies using RS satellite images; the first requirement is the computation of NDVI from satellites' reflectance bands for computation of emissivity correction. Therefore, the next step here became the computation of temporal NDVI values for the Izmir's urbanized lands using the time series of LANDSAT MS image scenes.

On the other hand, there are several vegetation indexes computed from RS MS band images. Output index images represent the healthy vegetation distribution on the land part corresponding with whole frame of a RS MS image scene or surrounded with a delineated boundary as a sub-set area. Mostly preferred vegetation index especially for the determination of emissivity is the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) in the literature (Chen et al., 2009). Therefore, in the case of LANDSAT, the bands to be used for the computation of such vegetation index values for each pixel corresponding with STAG are the 3th and 4th bands of LANDSAT 5 MS image scenes and 4th band and 5th band of LANDSAT 8 MS image scenes (Sekertekin et al., 2020). Normalized Difference Vegetation Index values at the time when each MS image scene was acquired (NDVI<sub>t</sub>) (Fig. 4) are then computed from the formulas given in Equations group 6 using these certain bands in MS image scenes acquired by LANDSAT 5 and LANDSAT 8 respectively.

$$\begin{aligned}
 NDVI_t &= \frac{\rho_{BAND4\_L5(t)} - \rho_{BAND3\_L5(t)}}{\rho_{BAND4\_L5(t)} + \rho_{BAND3\_L5(t)}} \\
 NDVI_t &= \frac{\rho_{BAND5\_L8(t)} - \rho_{BAND4\_L8(t)}}{\rho_{BAND5\_L8(t)} + \rho_{BAND4\_L8(t)}}
 \end{aligned} \tag{6}$$

where:

$NDVI_t$  : Normalized Difference Vegetation Index at the time of MS image acquisition.  
 $\rho_{BAND3\_L5(t)}$ : Computed Land Surface Reflectance Value of each STAG for the wavelength corresponding with the 3th band of LANDSAT 5 MS image scene at the time of acquisition.

$\rho_{BAND4\_L5(t)}$ : Computed Land Surface Reflectance Value of each STAG for the wavelength corresponding with the 4th band of LANDSAT 5 MS image scene at the time of acquisition.

$\rho_{BAND4\_L8(t)}$ : Computed Land Surface Reflectance Value of each STAG for the wavelength corresponding with the 4th band of LANDSAT 8 MS image scene at the time of acquisition.

$\rho_{BAND5\_L8(t)}$ : Computed Land Surface Reflectance Value of each STAG for the wavelength corresponding with the 5th band of LANDSAT 8 MS image scene at the time of acquisition.

t : stands for the time (date) when an individual MS image scene is acquired.

#### 4.6. Emissivity

Land Surface Emissivity ( $\varepsilon$ ) depends on the surface capability of transforming heat energy into radiant energy (Kumar et al., 2012). As it is mentioned earlier, it is the most efficient way to use remote sensing satellite MS band images to compute the emissivity from Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) to reach most reliable LST values in remote sensing projects. Therefore, here in this research NDVI Threshold Based Emissivity Method was adapted for the estimation of  $\varepsilon$  from Landsat data (Kumar et al., 2012; Jenerette et al., 2007; Zhang, 2006). The following equations 7 and 7a are used in this research to estimate emissivity from NDVI using appropriate reflectance image bands of LANDSAT 5 and 8's for the land surfaces representing mixed land cover with soil and vegetation (Willett and Sherwood, 2012).

$$\varepsilon_t = \varepsilon_V + \varepsilon_S (1 - P_{vt}) + d\varepsilon \quad \text{and} \quad d\varepsilon = (1 - \varepsilon_S) (1 - P_{vt}) F \varepsilon_V \quad (7)$$

where:

$\varepsilon_t$  : is emissivity at the time of image acquisition.

$P_{vt}$  : is the proportion of vegetation on the land at time of acquisition (Lu et al., 2014).

$\varepsilon_V$  and  $\varepsilon_S$ : are the soil and vegetation emissivity, respectively.

$d\varepsilon$  : is the cavity effect due to surface roughness.

$F$  : is a geometrical shape factor with the mean value of 0.55 (Lopez et al., 2017).

$$P_{vt} = [ (NDVI_t - NDVI_s) / (NDVI_v - NDVI_s) ]^2 \quad (7a)$$

where:

$NDVI_t$  : Normalized Difference Vegetation Index at the time of image acquisition.

$NDVI_v = 0.5$  and  $NDVI_s = 0.2$  represent the general NDVI threshold values in the NDVI graph (Fig. 4) for vegetation coverage on land at where mixed land cover starts to turn into vegetation and for soil at where mixed land cover starts to turn into soil in the opposite direction towards 0 and negative values respectively (Lopez et al., 2017).

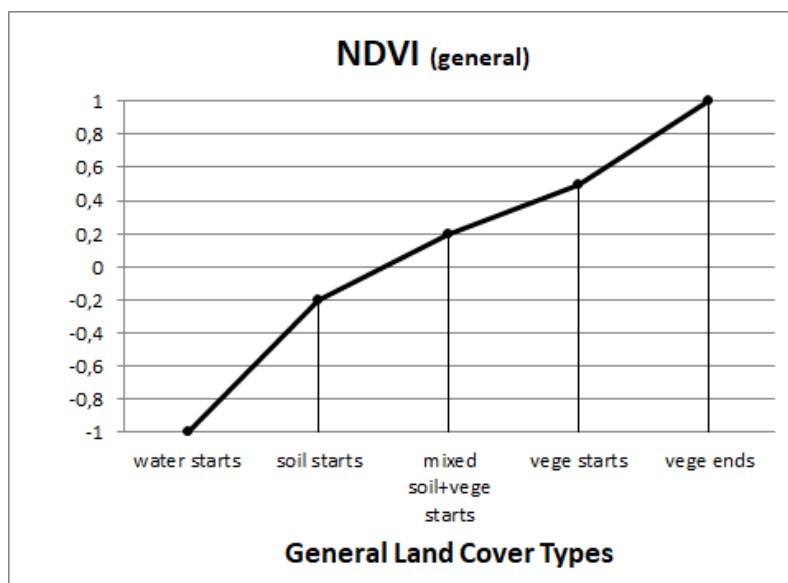


Figure 4. General NDVI values for general land cover types.

Table 2. Emissivity from NDVI.

NDVI	Emissivity ( $\epsilon$ ) for LANDSAT 5	Emissivity ( $\epsilon$ ) for LANDSAT 8
If $0.2 > NDVI_t$	$\epsilon = 0.979 - 0.035 \rho_R$	$\epsilon = 0.979 - 0.046 \rho_R$
If $0.2 \leq NDVI_t \leq 0.5$	$\epsilon = 0.986 - 0.004 P_v$	$\epsilon = \text{Equation 7}$
If $0.5 < NDVI_t$	$\epsilon = 0.99$	$\epsilon = 0.987 + d\epsilon$

Emissivity values are suggested as 0.985 and 0.960 for vegetation and soil respectively in Equation 7 (Bendib et al., 2017). Thus, the formulas in table 2 take care of the land covers like soil, vegetation and mixed land cover types individually for estimating emissivity from NDVI.  $\rho_R$  in the table 2 is for the red band reflectance value.

After producing time series emissivity images by following the instructions given in Table 2 (Shahmohamadi et al., 2011; Solecki et al., 2004), Land Surface Temperature (LST) values at each image acquisition time were then computed by using Equation 5 in Celsius as time series LST images as well (Corumluoglu et al., 2015).

## 5. Simulated Single Data (Or Image) (SSD or SSI)

### 5.1. Computation of Trend, Standard Deviation and Mean Value of Time Serous Data

A significant correlation between land cover and land surface temperature indicates that land cover type generally dominates the land surface temperature changes in most parts on the earth especially in urbanized regions (Firoozi et al. 2020). In this study, LST images for the period of 32 years between 1985 and 2018 were analyzed to reveal temperature distribution and to find out UHI development regions that effect and change the city natural climate condition over time. Therefore, spatiotemporal trends of land surface temperature values for the given period were then computed and analyzed for every STAG in the land boundary corresponding with subset image boundary by using the pixels of each subset LST image in time series data set. Here in this research, analyzed subset LST image data set is a time series data set of 32 years covering almost entire urbanized land parts in Izmir city.



Trend analysis in RS is a linear regression analysis of a variable against time that variable represents one of the land characteristics (here is LST and vegetation cover) of a tiniest land part (STAG) represented as a pixel in RS images in a time series data set (Firoozi et al., 2020; Forkel et al., 2013). Therefore, each pixel value in the output image represents change trend of the variable for that tiniest land part of the ground (STAG) over the time. They are computed from the series of values for each pixel in variable images obtained in annual temporal resolution and covering the entire study area and at the same time, they also simulate inter-annually average Variable Change Rate (VCR) here in this study (Song et al., 2015). VCR can also be defined as timely slope of a variable computed from the values of the same pixel in the time series variable images by using the linear regression equation (Equation 8) given below (Song et al., 2018; Tan et al., 2017). In this research, LST values forming a data cube for every individual pixel in time serious subset images obtained in month August through 32 years were used to simulate the change trend, the standard deviation of the change and the mean chance of LST variable for each STAG in the urbanized region. The regression slope of a change over time is calculated by the least square method. The trend (or slope) formula is then given as followings:

$$Slope_k = \frac{n \sum_{i=1}^n i * V_{ki} - (\sum_{i=1}^n i) * (\sum_{i=1}^n V_{ki})}{n * \sum_{i=1}^n i^2 - (\sum_{i=1}^n i)^2}, k (1, \dots, l), i (1, 2, 3, \dots, n) \quad (8)$$

where k is for variables, l is the total number of the variables and here we have only one variable, LST, therefore k is 1 and Slope<sub>k</sub> is for slope of k<sup>th</sup> variable, V<sub>ki</sub> stands for k<sup>th</sup> variable's pixel value in the i<sup>th</sup> time serious image and i stands for the number of sequential year and n is for the total number of years in the time series, here is 32.

After the computation of LST slope (or trend) image formed as pixels for every corresponding STAG in the urban area (here is for Izmir city urban area) from LST time serious image data for the years between 1985 and 2018, similarly to the trend image computation, standard division (SD) and mean (M) value images were then also computed using the equations 9 and 10 below.

$$SD_k = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (V_{ki} - m_k)^2}{n-1}} \quad (9)$$

$$m_k = (\sum_{i=1}^n V_{ki}) / n \quad (10)$$

where, m<sub>k</sub> is LST mean values computed by using the LST pixel values through the entire time series LST image data set for each corresponding STAG in the study area.

## 5.2. Computation of Simulated Single Data (or Image) (SSD or SSI) for a time series data set

Trend, standard division and mean images of the variable (here LST) are all single images computed after a statistical processes of time series data. Here in this study, a combined statistical approach using those statistical quantities altogether is suggested and a mathematical model is then developed to form a more robust representation of a time series variable and utilizing combined force of all these three quantities since they are used individually in time series studies so far. Therefore, the next step in the study became the computation of a simulated single image of a time series data for a certain variable using Equation 11 below. The output image from the equation 11 mimics the entire related time

serious data as a Simulated Single Image (SSI) for the variable in interest, here is LST. So, the SSI represents and encompasses statistically the trend, the change range and the mean value of entire time serious data for the related variable for the study region. In other words, a SSI pixel value for a variable stands as a single value statistically estimated from slope, standard division and mean values using the entire time serious data of unic pixel corresponding with an individual STAG and therefore simulates the properties' change of that tiny land part statistically in terms of related variable during a certain period of time (here, it is the yearly august LST variable for 32 years). This let us to do represent time serious distribution of variable as a single image. If there would be several variables, then SSI process makes multi-criteria analyses possible using single images instead of dealing with several time serious data or images individually and still accounting the changes in the variable over time. In the case of single factor analyses and even it is single image, SSI still accounts the time series data and provides usefull analyse medium for the variable obtained as time series data set.

$$SSI_k = Slope_k * SD_k + M_k \quad (11)$$

If SSI equation (Equation 11) is reviewed, it can be realized that there is no need to put SD value (multiplied by slope) into the equation with a plus-minus sign because the slope value comes with the direction sign as plus sign for an increasing trend or as minus sign for a decreasing trend from the values in the entire time series data of every individual pixel. Thus, the standard deviation of the variable obtained from variable values in the time series data set for an individual pixel represents the change in the variable through this entire data range w.r.t. mean value and similarly to that, slope also represents the change trend of the LST through this time series data. When these two statistical values are multiplied, then simulated single image is obtained for an entire time series data set, but at that step, in fact it is referred to zero. For a realistic simulation, it must be shifted to mean value. Therefore, final simulated single value of the variable for the pixel in process (for SSI LST image) must be computed just by adding that statistical product term to the mean value from the values of time series image data for the same pixel.

## **6. Results and Discussions**

After analyse of the result as SSI output of LST distribution to reveal hot spots and heat island developments in the urbanized areas of Izmir city over the years which these urbanized regions can be followed with the delineated red boundary polygon in Fig. 6a presented as a 3D illustration, it is recognized that some specific parts of the city are the most candidate and prone sites for the appearance of such hot spots and UHI developments. For the sake of easy following the relationship between land structures and/or covers and LST distribution and for the determination of hot spots and heat island developments in the Izmir urban areas, some parts of the city are grouped and lebaled w.r.t. apparent structures formed by specific anthropogenic activities at those regions. Thus, they are tagged as CC, I, R and A in Fig. 5 (and in Fig. 6a as 3D illustration by a stereo image pair) which they represent city center, industrial, residential and airport areas respectively.

Now, here can be discussed the land structures and types of urban areas in the city of Izmir. As it can be seen from the Fig. 5 and 6a, city sprawl in the East includes no other types of urban structures but almost entirely two industrial zones (I4 and I5) at where they are spread on the bottom of the narrow valley trapped between two mountains running towards the gulf of Izmir. There are also two other industrial sites (I2 and I3) located at where this valley ends and reaches to the city part occupying plain area just next to the mouth of this valley with a width of almost 7 km in north-south direction even if the mountains still run along the both sites of

the plain towards the gulf (follow the local terrain and the topography of the region by checking 3D illustrations from the stereo pair perspective images provided in the Fig. 6a). It is also seen from Fig. 5 and Fig. 6b (as 3D illustration from the stereo image pair) that heat islands and so the hot sites of the city appear at the slightly high slopes at the bottom of these mountains up to where the urban land parts reach to the high slopes until they are interrupted by green areas like forested regions on high sloppy terrains of these mountains, even if the valley forms a natural channel for local wind blow and breeze. So, these forested or green areas are the coolest sites around the city as seen from LST distribution in Figure 6b. Other cool sites in the city are seen at the city regions on the lowlands with some slightly rugged terrains, so at the mouth of the previously mentioned valley. It is where it reaches to the coast of Izmir gulf east to west in the city centre. Those cool sites almost completely met with urban sites at where residential and some commercially active areas are, but none is seen at the industrial regions. So, the research pointed out that even the city has 7 industrial sites (Fig. 5 and 6a) none of them appears in these cool sites. This is a significant result even if it is a single image, but it is actually an output representing a SSI of LST distribution of 32 years of time series LANDSAT thermal data analyse (Fig. 6b and 6c and Fig. 7). Thus, urban parts where industrial activities are in the city almost entirely contribute to and coincide with heat island development sites in the city. So, generally these sites cause hot spots to appear first and then this heat problem accumulates and finally ends up with heat pollution as heat island. Furthermore this heat pollution spreads towards neighboring urban areas next to these industrial sites in the city and effects these neighboring zones in great extents (in some cases up to 5-10 km) by creating UHIs (Fig. 6a and 6b and Fig. 7). This outcome also confirms our previous research outcome, even if it revealed the heat island distribution over the city of Izmir for only one specific date (Corumluoglu et al., 2015).

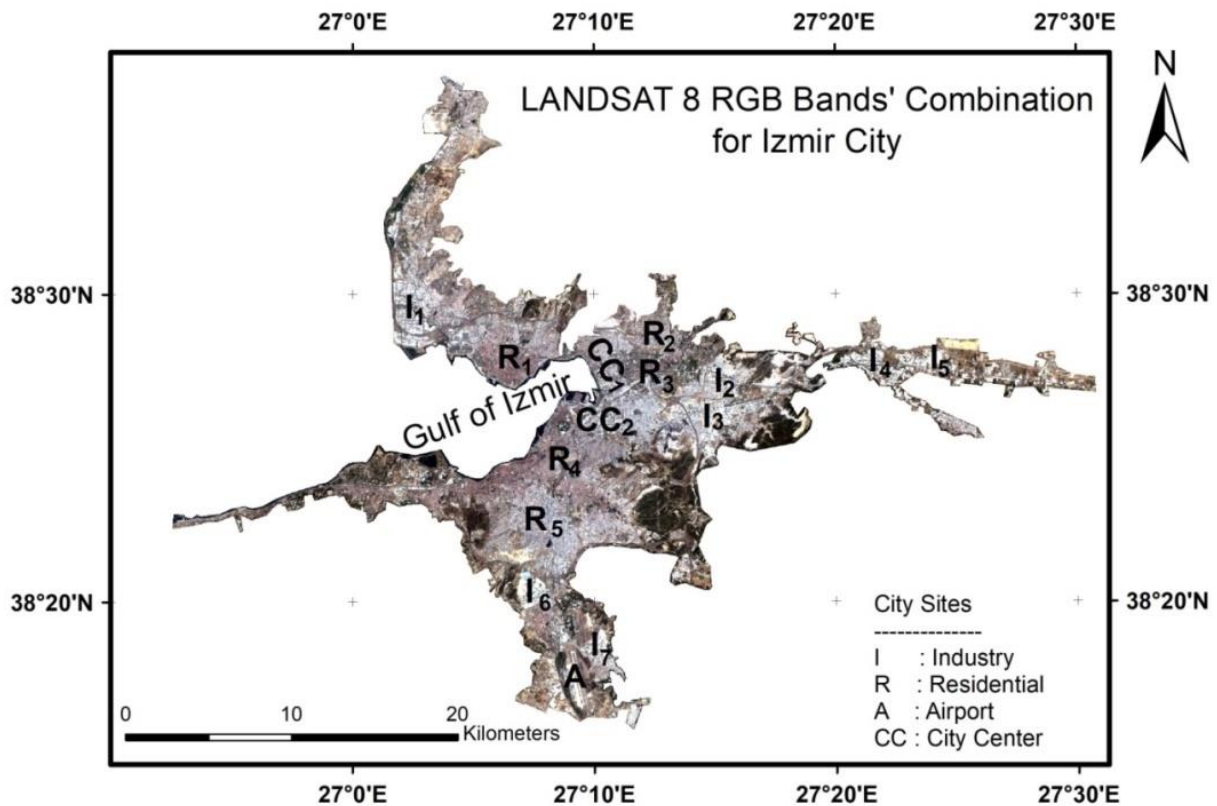


Figure 5. Representation of City of Izmir and urban area distribution in RGB true color LANDSAT images



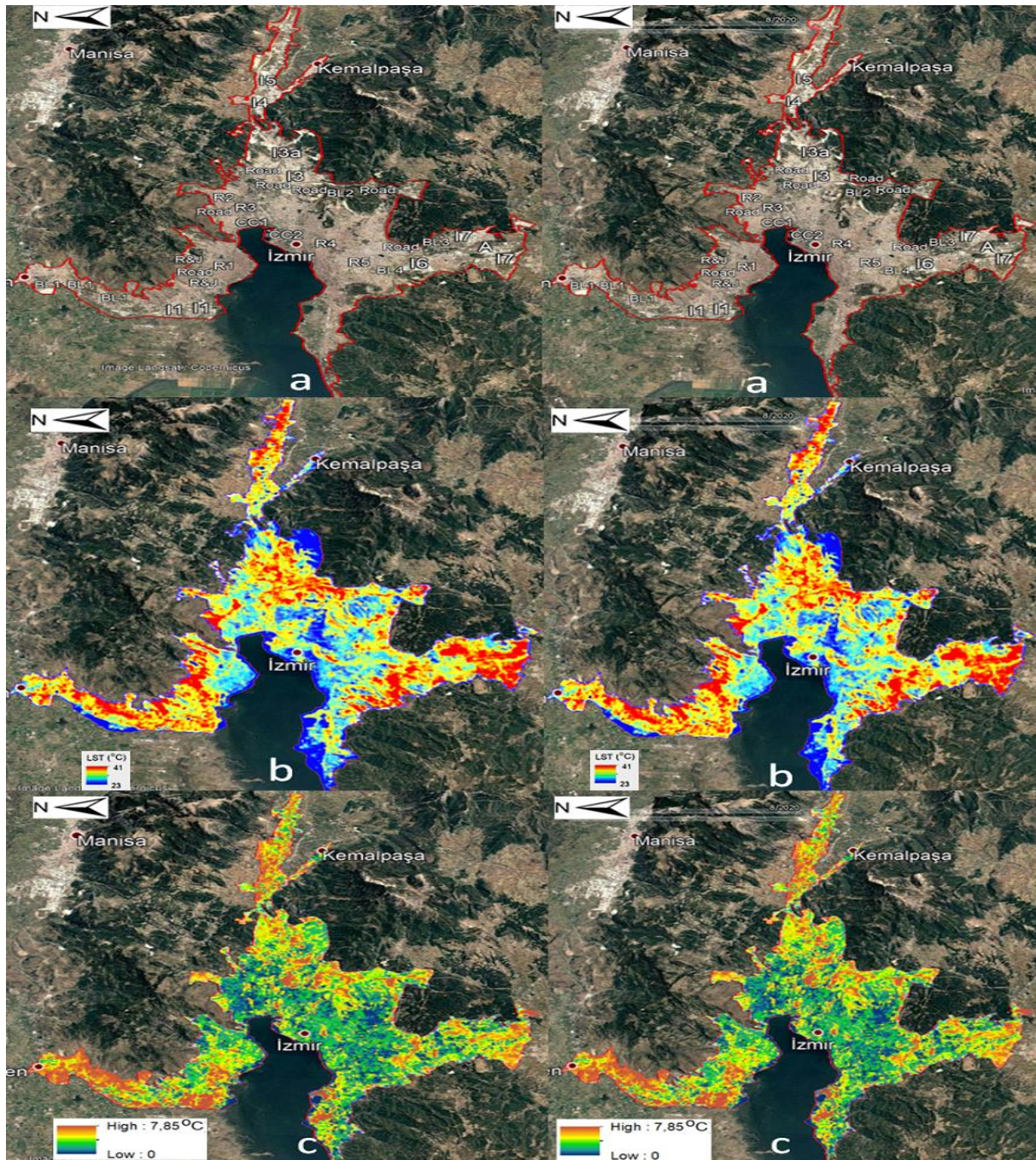


Figure 6. 3D representation of study area (red curved line) (a) with some urban details, and (b) for the Simulated Single Image (SSI) LST distribution and (c) for the distribution of SSI Local LST differences in the city of Izmir for the month August of 32 years' time span between 1985 and 2018 by using stereo display techniques with embedded illustrations on Google Earth captured images (use converging eye lines' method to see the 3D illustrations above and for seeing the 3D illustration of these stereo pair images, reader is recommended to follow the steps of stereo viewing technique which depends on converging left and right eye axes behind the stereo images or simply cross eye technique. Furthermore, reader is also referred to one of the "youtube videos" on that technique in social media, DanInAfterEffects, 2011. 3D illustrations here do not have any scale because a 3D perspective illustration can not have a unic scale in its 3D space and the North arrows in the illustrations are not put



towards the top of the page for the sake of fitting the 3D illustrations to the page and since colorful distribution of LST and LST differences use continuous color representation even legends are chosen in continuous color forms).

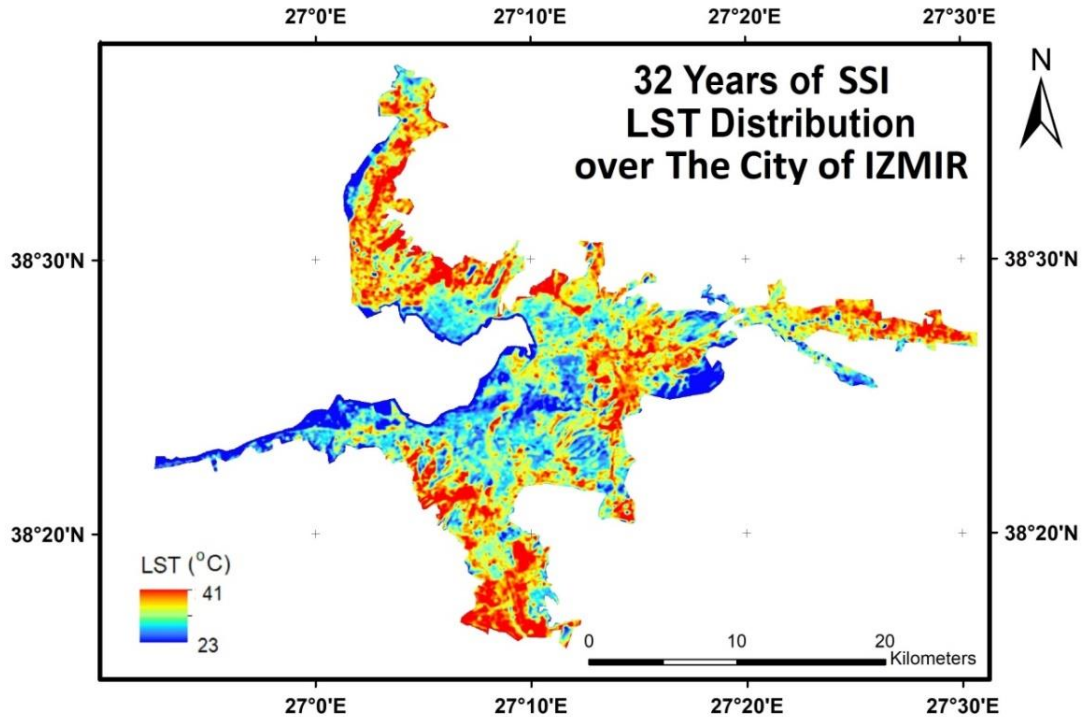


Figure 7. Simulated Single Image (SSI) of LST distribution for 32 years between 1985 and 2018 for the month August over the city of Izmir

There are also several other outcomes from this research. These results will be explained w.r.t. the thermal conditions in some sub-urban sections of the city showing a similar LST distribution behavior. So that, the city is divided into several subsections with certain types of LST distributions for the sake of easy understanding and recognition the corresponding urban structures behind that specific types of LST distribution over such urban areas (these subsections are represented as black and white rectangles in Fig. 8).

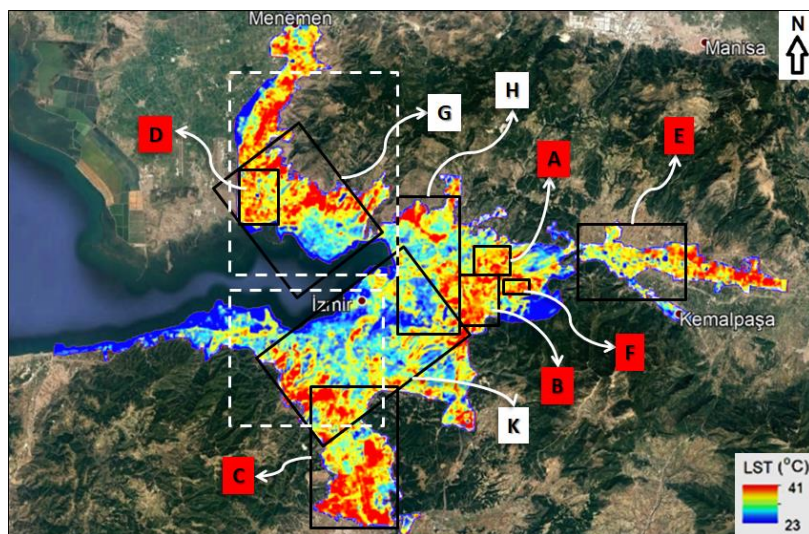


Figure 8. Subsections of the project covering the different urban zones in the city of Izmir w.r.t. the LST distribution.



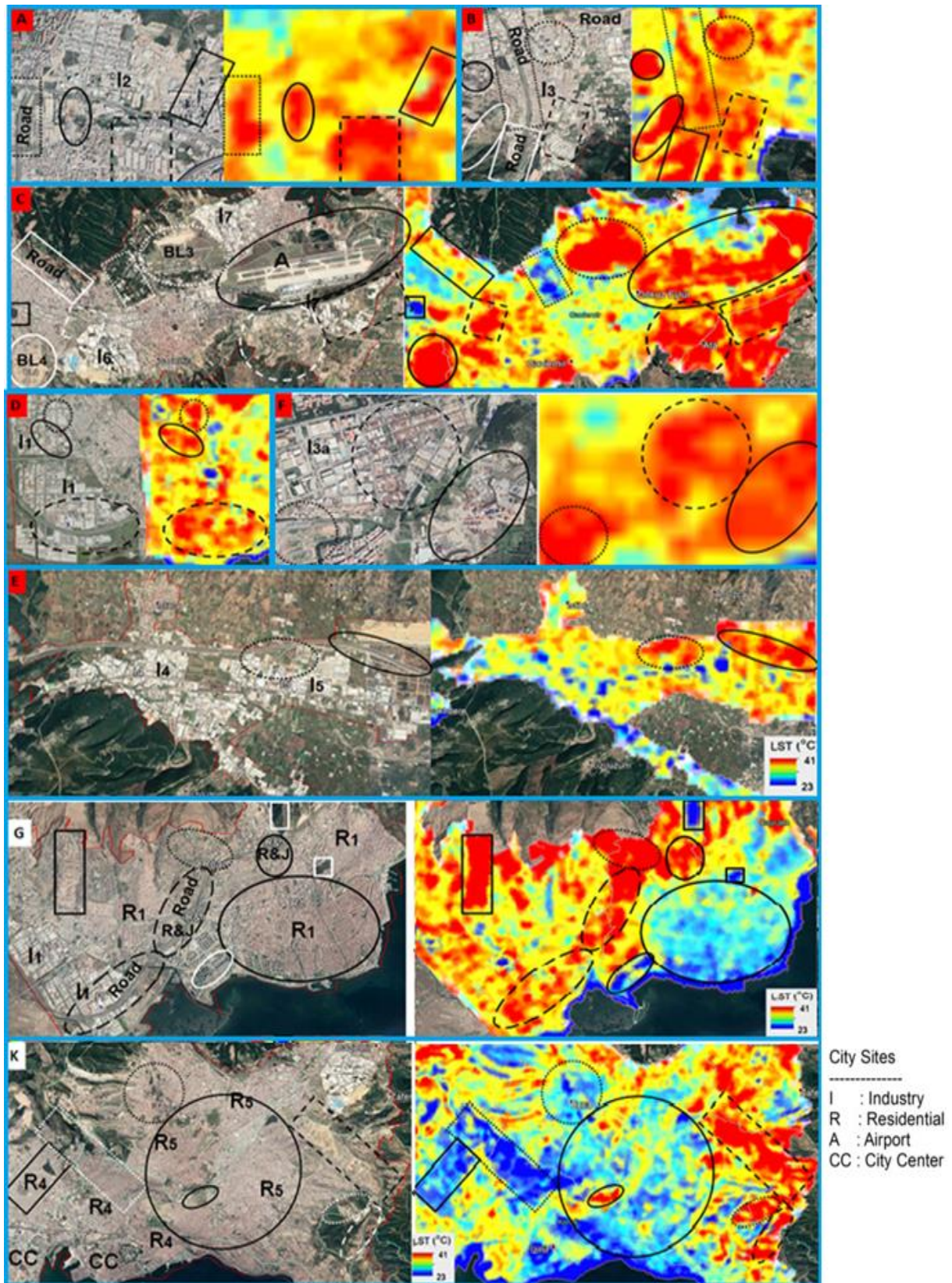


Figure 9. Representation of detailed subsections covering the areas with specific urban features shown in different geometrical shapes for the comparison with specific LST distributions in the city.



Fig. 9 also represents these subsections in detail with related letter tags A to K as shown in Fig. 8. Every tagged part seen in the Fig. 9 shows the urban structures in details at that specifically urbanized city parts in RGB color image form along with thematic representation of detailed SSI LST distribution related to that specific city part. Fig. 9 shows different urban types of city subsections in the details with corresponding tag given in Fig. 8 as mentioned above and also highlights some areas with specific urban structures in these subsections by marking them with black and white geometrical shapes on the Fig. 8 since they represent distinct LST distributions. These corresponding SSI LST distributions are also shown in the Fig. 9 next to that tagged image parts of these urban subsections.

As it can be seen from SSI illustration of LST distribution corresponding with A tagged RGB image part in Fig. 9, there are several hot spot areas which they also contribute the heat island development covering almost entirely this A tagged subsection in the city. In fact, this A tagged area is almost entirely covered by one of the industrial areas among several others in the city. The buildings in this region are generally single-storey industrial buildings with high ceiling and large metal roof tops which are also confirmed by investigation done on “google earth” high resolution images. Because of that, when they are generally exposed to solar energy during daylight times in summer seasons, they absorb the solar energy in great extent and are heated up extremely, then start to reradiate this absorbed great amount of energy as thermal radiation back into the surrounding environment. Therefore, they appear as hot spots contributing the heat island developments in the whole subsections of the city which are tagged as A up to E as shown in Fig. 9. Almost all of the industrial regions in the city are the regions labeled with “I” as shown in the tagged RGB images in Fig. 9 w.r.t. the tags in Fig. 8. They are the regions such as those marked with dashed black rectangle and black solid line rectangle and ellipse in the RGB image with tag A and even the large industrial area appearing in the top middle section of the image and are also marked by rectangles with black dashed line and dotted circle in the B tagged RGB image and represented by black dashed rectangle and the area labelled as “I6 and I7” in the RGB image with tag C and delineated by black solid, dotted and dashed ellipses in the RGB image with tag D and also delineated by black dashed circle in the RGB image with tag F and all white details in the regions labelled as “I5 and I6” in the RGB image with tag E and two city urban sections labelled with “I1” as seen in G tagged RGB image and also the region with wide white details on the top right corner of the K tagged image.

They all contribute hot spots to appear and then heat island to develop as seen in the colorful thematic representations just next to the tagged RGB images. All those colored thematic representations are the subset images from SSI LST distribution in the entire urban land. The sections appearing in dense red color representing the hot spots and heat islands correspond with those marked regions in the tagged RGB images. Probably the industrial activities and processes in industrial regions and the industrial building structures cause heat increase in these regions and create heat pollution and then changes the local climate and natural condition of the environment in these regions and in the surrounding city parts (so these regions are seen as brownish and yellowish colors in the subset SSI LST distribution images next to the RGB images). This harmful effect in these city parts deteriorates and disturbs the comfort of the local people who lives and works in these regions and also increases the cooling cost for bringing back the comfort artificially in vehicles and buildings.

The research also emphasized that another suspicious urban detail in the city, contributing the heat island developments are the roads. When the wide of an asphalt roads becomes larger as it is being experienced with highways and since the city of Izmir has a long one of them as a ring highway which some cases it occupies surrounding terrains around and at the city boundaries and even with large highway junctions at several locations, then they become other group of most suspicious candidate urban structures causing hot spots to emerge and contributing heat islands to develop as it can be seen through the same tagged RGB images

and those corresponding color images of SSI LST distributions given next to the every RGB image in Fig. 9 such as those highway road sections and junctions marked by dotted black rectangle in A tagged RGB image and again dotted black rectangle and white rectangle with solid line in RGB image with B tag and white rectangle and dashed white square in the RGB image with C tag and black dashed ellipse in the RGB image with tag D (with some industrial buildings) and both ellipse shapes in the RGB image with tag E and both dashed ellipse (for highway) and small solid line ellipse (for large highway junction) in the RGB image with tag G.

Other urban land features which are important to highlight here in this research as other suspicious urban structures that cause heat islands to develop and consequently heat pollution in cities can be grouped as bare lands with no urban structures, so the lands within these forms; bare soil lands, barren lands, excavated bare lands and even grassy green lands and green lands covered with grass, brush and scrub. These areas can be followed from the tagged RGB images in Fig. 9. So, these are the areas marked with white ellipse in the B tagged RGB image and the excavated bare soil area labeled as BL4 and marked with white soled line ellipse and grassy land labelled as BL3 and delineated with dotted white ellipse and the area with mostly grassy, brushy and barren land mixed with few small dwelling houses and marked with dashed white circle in the C tagged RGB image and also the areas including grassy lands, excavated barren soils and barren lands mixed very few small buildings marked with dotted black circle and black solid line ellipse in the F tagged RGB image and even hilly slope barren land with dwelling structures facing towards south delineated with black solid line rectangle in the G tagged RGB image and finally the almost entirely barren slope land facing towards south marked with black dashed line rectangle and also excavated barren and some grassy and brushy hills' slope land parts facing towards south-east and south marked with white dotted and dashed ellipses in the K tagged RGB image. All these land features, structures and patterns cause to emerge hot spots and to develop heat islands in the urban regions with such specific urban features and even by effecting the neighboring urban lands in great extents as seen in the labelled images in Fig. 9 above and they can also be followed as red areas for hot spot sites and all red-reddish and yellow-yellowish areas for heat island development sites from the colored SSI-LST images given along with tagged RGB images in Fig. 9.

In addition to these bare, bare soil, excavated and barren lands and even with grass, brush and scrub urban land features, if an urban land having any types of these land covers is on a hill slope facing towards either south-east or directly east or south (Fig. 10), then the topographical aspect of the land w.r.t. its slope direction facing directly toward either east, south or south-east becomes the dominant factor contributing greatly the emergence of hot spots and development of heat islands over those urban lands having such sort of certain specifications (Estoque et al., 2017). This is probably because of the increase of heat retention capability of such lands with land cover types mentioned above when they face directly or almost perpendicularly towards the sun. Thus, thermal energy coming from the sun is absorbed in high amount with minimum scattering by such land surfaces when they face towards the sun. In the case of Izmir, realizing examples of that process on such urban land slopes having together with one of the aspects of either east, south or south-east and land covers mentioned above which cause hot spots to emerge and heat islands to develop can be followed from Fig. 7 and even from the 3D illustration of Izmir city and also 3D illustration of SSI-LST distribution over the city in Fig. 9 and Fig. 10.

This is probably the most important outcome of this research obtained after analyzing the topographical structure of the entire city through these 3D illustrations from stereo pairs in Fig. 9 and Fig. 10. As it is seen from the same figures that urban hill slopes not facing to the mentioned directions (so, if they are facing towards North, West or North-West) are having

cool climates relatively w.r.t. the hot slopes discussed previously and they are shown with black solid line arrows in 3D illustrations in the Fig. 10 and marked with black solid line and white dotted line rectangles in K tagged RGB image in the Fig. 9.

On the other hand, relatively cool sites in the city are seen at residential and commercial areas delineated with large black solid line ellipse in G tagged RGB image and large black solid line circle in K tagged RGB image in the Fig. 9 and they are also located on (in general) almost flat or slightly rough terrains as shown in 3D illustrations with dotted line and solid line ellipses in both stereo images of Fig. 10. It is probably because of city building structures and building materials being different than industrial sites since they are generally dwelling houses or apartments or mostly commercial buildings in these regions which are almost entirely city district centers. So, all those work together and behave like scattering surfaces w.r.t. the sunlight coming from a slope angle. Therefore, these regions within described structural form do not absorb much energy but scatter it around contrary to the sites causing UHI developments. There are also some dotted line arrows which they point some sites appearing in darker blue color (as cool spots) in both stereo illustrations of SSI LST embedded images in Fig. 10. So, these areas are the parks with mature and tall trees with large canopy surrounded by urban structures as it can be followed in the Fig. 11 as well which represents SSI-NDVI distribution over the city of Izmir. Other cool sites marked by black solid line arrows again in Fig. 10 are slope lands facing towards North, West or North-West directions. They are the coolest areas in the region.

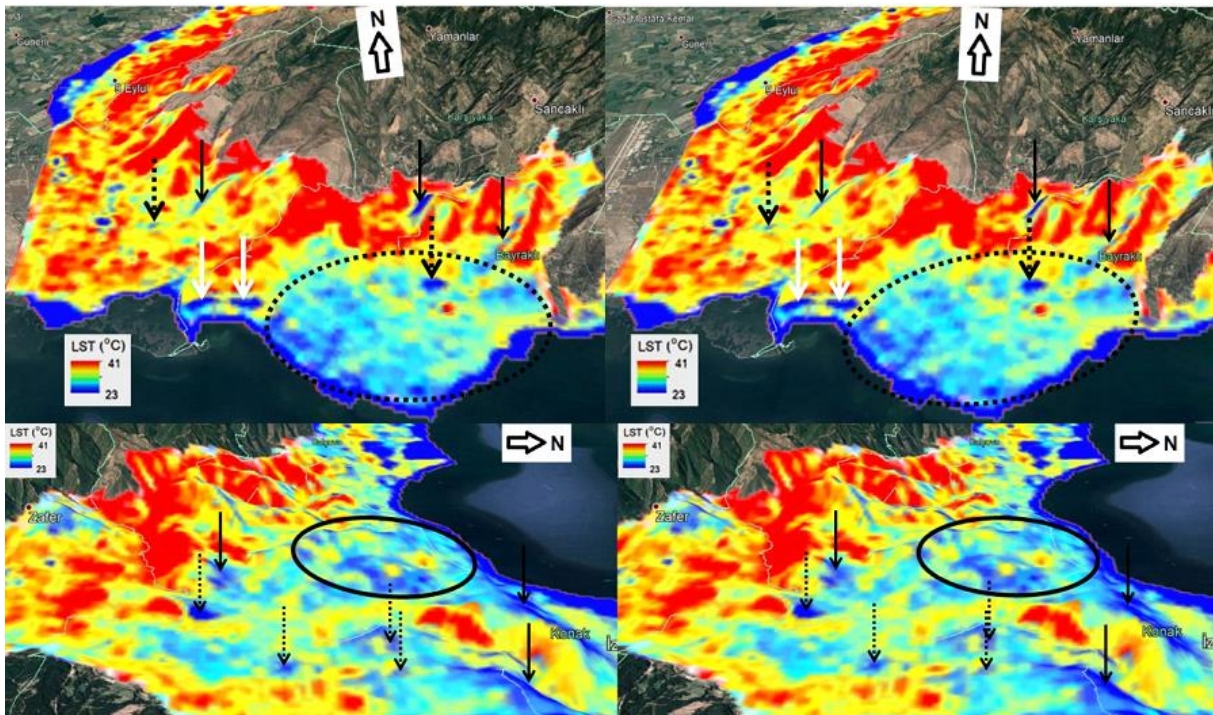


Figure 10. 3D illustrations from stereo pairs of thematic representation of SSI-LST distributions over the city of Izmir for cool sites marked with arrows and ellipses.

One of the most interesting findings in this research is related with a residential area including tall and high-rise apartments in discrete formation and also including recreation sections between these apartments decorated with green vegetation and trees as shown in large scale image at the bottom of Fig. 12 and with black solid line ellipses in the left middle part of the figure which includes the thematic illustration of SSI LST distribution. What should be kept in mind here related with this research is that the SSI-LST distribution means in one sense, single image thermal data output from statistical analyses of 32 years which still carry contribution of

trend, standart deviation and average values altogether. So, the middle left part of the Fig. 12 illustrates that SSI-LST appearance over that region as dark blue color which is referred to coolest temperature and over other sites surrounding this specific apartment site. Here, it must strongly be emphasized that the mentioned apartment site is one of the coolest city regions like an isolated city section in the entire city even if it is still urbanized residential area just next to the heat island developed site in this part of the city. This is probably because of the above-described specific formation of the site. This outcome becomes more meaningful when it is compared with a similar apartment site with tall buildings and again with discrete pattern but with recreation areas between the apartment blocks decorated as car park sites with asphalt or paved lands or grassy lands with some bushes and even if they are located just next to the mentioned coolest site, they appear as two of the hot spot areas in the city and they are shown with two black dotted arrows in the Fig. 12. The figure also represents other two hot spot sections. They are highway road and junction shown with two black solid line arrows and the others are empty bare lands with very rare vegetation shown with two black dashed line arrows in the middle image.

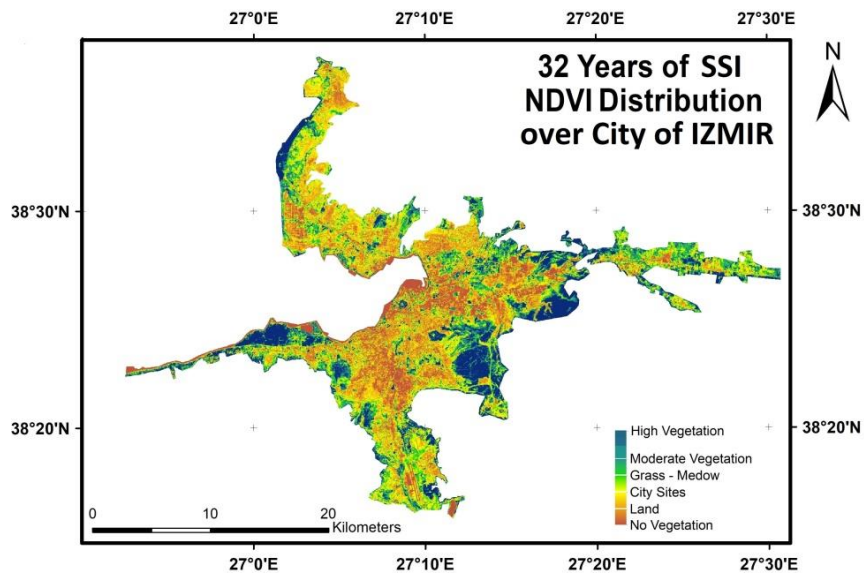


Figure 11. Simulated Single Image (SSI) NDVI distribution of 32 years between 1985 and 2018 for the month August over the city of Izmir

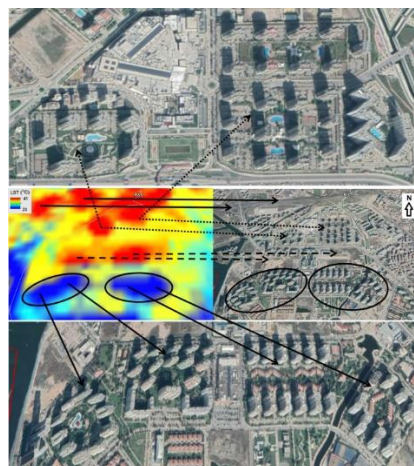


Figure 12. Unique formation of high-rise dwelling apartments with specific natural recreation areas for cool site creation in cities.



## Conclusions

Local climate studies for urban areas under thermal stress revealed a strong correlation between different urban land cover types and urban LST distribution (Chen et al., 2006; Weng and Yang, 2004; Deilami and Kamruzzaman, 2017; Tran et al., 2017). This relationship introduces the driving forces on UHI developments w.r.t. urban land cover types in cities. On the other hand, it became a well-known fact that UHI determined by LST analyzes is a temperature dependent climatic phenomenon exposing which urban areas are under severe heat pollution effecting local climate with higher air temperature than their surroundings (Shahmohamadi et al. 2011). Thus, LST dependent thermal analyses became a phenomenon representing heat related local climate condition and distribution over an entire city and city parts under severe thermal risks caused by the heat pollution when LANDSAT MS and fundamentally thermal images are used for the related analyses in high resolution land tiles, like 30 m by 30 m resolution without any gap.

This study demonstrates timely changes and decreases in natural areas w.r.t. their normal thermal conditions because of transformation of these natural areas into different types of urban lands and activity areas caused by urban growth in time, then increases in surface temperature and the modified urban microclimate due to these increased LST values and also UHI developments during that certain course of time following UHSs at where they emerge in cities and at where specific urban activities are. Here in this research, it is strongly confirmed that industrial sites in urban areas are the major contributors and one of the most candidate sites in urban areas with suspicious industrial activities and certain building structures causing urban hot spots to appear and then heat islands to develop in time. As it can be seen from the Fig. 6c, relative temperature differences for the entire city computed w.r.t. standard deviation of LST distributions through 32 years for each land part in 30 meters by 30 meters tile size can reach up to 7.85 °C. The results also mean that the highest LST standard deviation value in UHI development areas is 7.85 °C higher than those in the coolest sites where they are generally seen at the lands covered with trees in residential areas on flat or smooth terrains without any industrial activities (they are the areas appearing in dark blue color and are marked white dotted arrows in Fig. 10) and on slopes facing towards north, west or northwest directions (Fig. 6c).

The sites with industrial facilities using heat for their specific industrial processes and building structures with large and flat metal roofs generally appearing as roof installation style of industrial factories are the most suspicious anthropogenic urban and activity patterns for initiating UHSs and then in time forming UHIs in cities. Therefore, industrial zones cause severe UHI developments over the urban lands where industrial zones are located at and clustered in the city and their affects also extent to the neighboring city parts in great extent (Rizwan et al., 2008). This was also the outcome of our previous research depending on only one day data. Similar results are also reached here in this research, but this time from the analyses of time serious data. Therefore, this outcome of the research is now a strongly confirmed with the results from SSI analyses based on time series data. Such type of UHI patterns appearing over industrial zones is seen especially at the three industrial sites in the city of Izmir, the first one is in the Cigli district at the far North city part, the second one is in the Bornova district at the far East city part and the final one is the industrial zone in the Gaziemir district at the far South part of the city. All represent worst temperature conditions causing heat pollution over locally large areas that change and effect natural form of the local climate, living conditions and comfort level of these city districts and surrounding areas.

LST–NDVI builds a strong negative correlation between thermal condition and vegetation cover in urban lands and even in rural landscapes. The urban sections with trees are remained as preserved natural islands in an impervious, rough and rugged urban sea. Meanwhile LST-

NDVI also represents a weak relation in small areas like those vegetated and green lands with rare and short trees appearing mostly in dense urban built-up regions (Fig. 5, Fig. 6a and Fig. 11). High values in a NDVI image are first highly dependent on existence of vegetation and then the types and the state of vegetation based on some factors such as the canopy coverage, maturity, density and height of trees where trees are involved. Normally, high NDVI values are for trees and green vegetation and low NDVI values for built-up areas and bare lands. Moreover, high LST values can basically be related with increase and densification in built-up areas and bare lands whereas low values are for the increases in forest, wetland and water bodies. The existence of vegetation and water bodies reduces the LST values at that land parts of the city. UHSs generally appear within the UHI zones as high concentrated LST locations. Therefore, UHSs affect the neighboring areas and then cause UHIs to develop over those areas in time. Only the regions in UHI zones where the UHSs or eyes of UHIs appear are under a severe heat stress. With inconsistent urban development, the UHI zones may worsen the eco-environmental quality and fall under worst ecological condition (Guha et al. 2018).

Moreover, the relationship between LST and non-vegetation urban covers (not including build up areas) represented in this study by SSI-LST and SSI-NDVI distributions based on a 32 years of time series data analyses indicates a strong positive effect (for example, non-vegetated urban lands like bare, excavated or soil lands and even low vegetated areas such as grassy or bushy urban land parts) with hot spot emergence and heat island developments since these lands have almost a very little or negligible amount of vegetation and water bodies or none of them (Fig. 11). Contrary to that, vegetated areas with mature and/or long trees and with trees having large canopy cover appear as one of the coolest sites in the city and show a reducing affect for UHI and heat pollution in and around such urban lands.

There is also another contributing factor that carries UHI developments to further severe levels. It is the influence of land aspects depending on the topographical structure of urban lands. If urban land located on a hill slope facing towards either East, South or South-East, these land parts heat up by sun during day time but not losing their temperature during the night times especially in summer seasons and then daily heat accumulates on top of the previous times' temperature which could not reduce much during night times (Fig. 6 and 10). This process goes on and on in daily manner and initiates hot spots to appear at that sites and then ends up as UHIs in time. Thus, aspect conditions of urban lands cause these UHI developments influence large areas and widely extent over neighboring city lands especially when it works together with other factors such as industrial zones appearing in special building patterns with very large metal roofs as seen in all three industrial regions in the city mentioned previously and even with bare, excavated or rarely vegetated grassy bushy urban lands on hill slopes facing towards those directions given previously.

Other suspicious city urban features which cause UHSs to appear and then contribute the development of UHIs are wide asphalt roads such as highways passing through cities or occupying surrounding city terrains and large highway intersections (Fig. 9). Asphalt absorbs the incoming energy from the sun and then this process heats up the urban land parts where these roads are. Afterward, asphalt starts to reradiate that absorbed energy in longer wavelengths such as those in thermal wavelength region of electromagnetic spectrum. Thus, wide asphalt roads become another contributing factor causing increase in temperature and heat pollution in that suspicious city parts and they even affect the surrounding urban parts in cities as being experienced in the city of Izmir case, here in this research.



There is another outcome of this study which is about building structure and building site design pattern. Depending on the SSI-LST analyses here, a dwelling site in Izmir represents quite a cool region. A certain layout pattern of this site consists of several apartment blocks in a discrete order with large common recreational areas between the buildings. These recreational areas include not paved surfaces (usually which are not encountered in most cases) but green spaces with mature trees which are tall and having large canopy. Other sites with similar layout pattern (even next to this site in Izmir) but with paved surfaces between building blocks as car parking areas appear as one of the urban land cover forms contributing UHI development in the region (Fig. 12). In addition to that, the residential areas supported with commercial activities and buildings and also dwelling units (as apartment blocks, houses and etc.) generally show relatively cool local climates being contrary to the situations encountered in the regions under severe UHI pressures and with suspicious urban structures mentioned earlier since these cool sites include discrete or even row housing buildings and apartment blocks with low-rise of few storeys and generally with tile roofs and most importantly they are recreationally supported by mature and large canopy trees which are closely planted around and just next to the buildings and also at the sides of the streets between these dwelling apartments and houses in the region. This mature and large canopy tree supported recreational area and housing urbanization layout style works together with the heights of low-rise and high-rise storey buildings (no matter they are for dwelling or commercial purposes) and closely planted mature trees for creating significant number of shadowy regions in these urban sites which are generally located on almost slightly rough terrains in the city (areas with blueish colors and marked by ellipses seen in Fig. 10).

### **6.1. Suggestions for the mitigating the UHI impact on city local climate**

As an essence from this study, one can come up with a conclusion such as that, if there would be no industrial sites next to regions where city residents dwell, shop and live and in short, spend most of their out work times or if the industrial zones would be in distant locations to such city zones, the city would be more comfortable than the cases under the pressure of industrial zones and even people's cooling bills would be cut down in residential and commercial buildings and in their cars as well. So this means considerable amount of cost saving in total for cooling issue in cities when city population is taken into consideration especially in metropolitans and then maybe, this would create extra financial resources coming from individuals for supporting more recreational areas and activities at where city residents mostly spent their time in cities with a more comfortable and calm city local climate (temperature) conditions which would need only few centigrade degrees to be cooled down, not as much as that seen in the cases of UHIs. So this would contribute the resilience and sustainability of the city as well.

The above urban areas with above mentioned specific features are all urban regions contributing UHSs to appear and UHIs to develop which make people to live in harsh and uncomfortable environmental conditions and even costly in term of several aspects. Consequently, these outputs of the study suggest us to create a guidance to prevent our cities from such sort of environmental pollution, so thermal pollution caused by aforementioned urban structures. With the light of another outcome of this study it can be suggested a nature-based solution. This solution focuses on a future urban forest plantation plan (to grow urban forest) to be taken into consideration at those industrial sites as a priority to mitigate the negative effect of heat islands at and around and even at where they accumulate in cities in an effective, an efficient and a sustainable way. It then promises providing thermal comfort for the residents living close to these sites, reducing sera effect, contributing prevention of climate change, increasing energy save, reducing fossil fuel usage and many more. This will also increase the current city rank to a city rank which is more resilient, sustainable, livable and etc. by only using nature-based solutions; tree plantation in a compatible pattern so tall and mature trees with large canopy coverage. This sort of nature-based solutions can also be suggested

for the highway sides and surrounding terrains as well. In addition to that especially in the industrial zone with large and wide roof and even not tiled but roofing with metal materials it can be suggested some more solutions as those followings to reduce heat causing UHS appearance and UHI development and then to prevent our cities from heat pollution and to restore local climate as comfortable as at the times when people enjoy the nature. The first, the large and wide roofs of existing industrial buildings can be divided in to several sections almost in the sizes of normal dwelling building roofs with tiles and then a series of gable, hip or shed types of roofs with tiles can be installed on one-meter-high scaffolds and in the case of new industrial buildings, the roof construction plans can be rearranged appropriately or modified with the suggested roof styles. Another solution could be the installation of green roofs on top of existing industrial buildings' roofs even if it is labor intensive and a costly solution, even after the construction it will need continuous care, survival and maintenance attentions. On the other hand, mostly cost effective one could be the setting up a water sprinkle system on top of industrial roofs that sprinkle water in an appropriate time order which is similar to the water sprinkle systems used by municipalities to water grassy urban lands like ring road intersections and also in parks (Tsoka et al., 2020). In the industrial buildings' roof case, a different process than the watering in parks takes place. So, in this case, the water is used for absorbing the heat from industrial building roofs and then for removing it through existing rainwater drainage systems on the roofs. Same approach can be applied to the wide asphalt roads such as highways to remove heat from the road surface (Dong et al., 2019) and then drain it through the existing road side drainage system. As a side benefit, the heated water can be used for different purposes in the cities as well.

Long term urban LST distribution was studied to determine temporal local climate using the thermal conditions and ecological comfort level of Izmir city in time. In accordance with the statement of that the urban heat island (UHI) effect indicates the higher air and land surface temperature (LST) generated by high amount of near-surface energy emission, solar radiation absorption of ground objects and low rates of evapotranspiration in impervious urbanized areas in comparison with the surrounding non-urbanized regions (Oke, 1997; Rizwan et al., 2008; Buyantuyev and Wu, 2010; Oke, 1982 ), even w.r.t the results from long term analyzes, several locational urban heat islands (UHIs) were extracted as the most heated zones within urbanized territories of Izmir city due to increasing anthropogenic activities, especially like those experienced in the city industrial zones, at where wide roads are and at the slopes facing towards south, east and south-east directions (Fig. 7).

As it is discussed earlier, LST shows a negative strong correlation with NDVI (Fig. 11). Moreover, most of the UHIs even from SSI analyzes which are appearing as ecologically stressed zones are found in none vegetated urban lands of Izmir city when low vegetated areas with low NDVI values as seen in Fig. 11 were compared with the areas in high LST values in Fig. 7. The natural vegetated areas such as forest and agricultural areas found at and around the boundary of urbanized lands of Izmir city as seen in the SSI NDVI image (Fig. 11) appear with low radiant temperatures in the SSI LST image (Fig. 7), so even this long period of data used in this study (compare the areas in Fig. 7 and Fig. 11). Dense vegetation can prevent lands to store high amount of heat and even lets surfaces lose high amount of heat through evapotranspiration w.r.t. the results of the study concluded with that the textures of land cover and land use types and also changes in land use and land cover can have profound effects on the surface radiant temperature (Buyadi et al., 2013), here in this study this is also strongly approved by SSI analyses depending on long period of data. In the same study it is also mentioned that vegetation regulates the radiant temperature in the zones surrounding them up to 100 meters towards built-up areas depending on type and density of vegetation and also water body helps lowering the surface radiant temperature as well. According to the study here

using the long period of data, it is shown that UHI effects can reach up to several kilometers from the UHSs by contributing one another into the neighboring regions. So, the LST differences between UHI regions like built-up areas and barren lands and cool sites like vegetated areas reach up to 7.85°C w.r.t. analyses of the standard deviation differences (Fig. 6c). The vegetation mitigates high temperature in urban areas by its regulating effect (Fig. 7 and 11). An initiative to replace of loss of natural green spaces is a must for city resilience and sustainable urbanization which offers nature-based solutions for such kind of city problems. Thus, such studies could provide an insight and create perception on the effects of vegetation for mitigating UHI phenomenon in built-up areas and could assist decision makers or planners to plan our cities for a sustainable future with those smart technologies supported by Geospatial Technologies (GeoTech).

## 6.2. Future researches

The results are shown here are the early outcomes of the current stage of the project on local climate change in Izmir over several decades. There are still some sequential research steps to be completed as further stages of the project. First, it will be analyzed the change trend of specific urban lands turned into impervious urban areas (such as those suspicious urban lands mentioned above sections of the paper and appearing as UHSs and causing UHI developments) which were previously natural lands by using NDVI and build-up index with time serious data. For this reason, these sections of the city will be extracted by a classification process using SSI NDVI, Build-up and LST time serious data. Then the correlation will be computed between LSTs from time serious data and these previous natural lands which are urbanized in time by using time serious data of combined NDVI-build-up index algorithm to analyze the impact of above mentioned suspicious urban land cover types on UHI developments. So that, this will let us to find out how effective of each suspicious land type is on UHI development. So, the outcome of this research will help us to develop a heat pollution warning system for smart and sustainable future and calm local climate conditions for our cities.

**Acknowledgements** I thank the Google Earth Incorporation for providing high resolution data to extract the urban land formations and structures effecting LST distributions especially in cities at where UHSs and UHI appear and develops respectively and also USGS for providing LANDSAT MS time series image data made available for all those analyses done in this research.

## References

- Ahmad, F. and Goparaju, L. (2016). Geospatial Technology in Urban Forest suitability: Analysis for Ranchi, Jharkhand, India. *Ecological Questions*, 24/2016: 45 – 57. <http://dx.doi.org/10.12775/EQ.2016.011>.
- Akbari, H., Pomerantz, M., & Taha, H. (2001). Cool surfaces and shade trees to reduce energy use and improve air quality in urban areas. *Solar Energy*, 70(3), 295–310.
- Almazroui, M., Mashat, A., Assiri, M.E. et al. (2017). Application of Landsat Data for Urban Growth Monitoring in Jeddah. *Earth Syst Environ*, 1, 25. <https://doi.org/10.1007/s41748-017-0028-4>
- Amir, S. M., Dongyun, L., Li, P., Rasool, U., Ullah, K. T., Javaid, A. F. T., Wang, L., Fan, B., Rasool, M.A. (2020). Assessment and simulation of land use and land cover change impacts on the land surface temperature of Chaoyang District in Beijing, China. *PeerJ*, 8:e9115 <http://doi.org/10.7717/peerj.9115>

- Amiri, R., Weng, Q., Alimohammadi, A., & Alavipanah, S. K. (2009). Spatial-temporal dynamics of land surface temperature in relation to fractional vegetation cover and land use/cover in the Tabriz urban area, Iran. *Remote Sensing of Environment*, 113, 2606–2617. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0034425712000326>)
- Anderson, M. C., Allen, R. G., Morse, A., Kustas, W. P. (2012). Use of Landsat thermal imagery in monitoring evapotranspiration and managing water resources. *Remote Sensing of Environment*, Volume 122, Pages 50-65, ISSN 0034-4257, <https://doi.org/10.1016/j.rse.2011.08.025>.
- Asgarian, A., Amiri, B.J., & Sakieh, Y. (2015). Assessing the effect of green cover spatial patterns on urban land surface temperature using landscape metrics approach. *Urban Ecosystems*, 18, 209–222.
- Ayanlade, A. (2016). Seasonality in the daytime and night-time intensity of land surface temperature in a tropical city are. *Science of The Total Environment*, Volumes 557–558, Pages 415-424, ISSN 0048-9697, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.03.027>.
- Bala, R., Prasad, R., Yadav, V. P. (2020). A comparative analysis of day and night land surface temperature in two semi-arid cities using satellite images sampled in different seasons. *Advances in Space Research*, Volume 66, Issue 2, Pages 412-425, ISSN 0273-1177, <https://doi.org/10.1016/j.asr.2020.04.009>.
- Bendib, A., Dridi, H., & Kalla, M.I. (2017). Contribution of Landsat 8 data for the estimation of land surface temperature in Batna city, Eastern Algeria. *Geocarto International*, 32(5), 503–513.
- Boryan, C., Yang, Z., Mueller, R., Craig, M. (2011). Monitoring US agriculture: The US Department of Agriculture, National Agricultural Statistics Service, Cropland Data Layer Program. *Geocarto Int.* 26, 341–358.
- Bowker, David E. (2010). Spectral Reflectances of Natural Targets for Use in Remote Sensing Studies 1139. *cilt/NASA reference publication (NASA)/USA*, 5 Eki 2010, 185 p.
- Buyadi, S. N. A., Wan Mohd, W. M. N., & Misni, A. (2013). The Impact of Land Use Changes on the Surface Temperature Distribution of Area Surrounding the National Botanic Garden, Shah Alam. *AMER International Conference on Quality of Life* (p. 10). Pulau Langkawi.
- Buyantuyev, A., & Wu, J. (2010). Urban heat islands and landscape heterogeneity: Linking spatiotemporal variations in surface temperatures to land-cover and socioeconomic patterns. *Landscape Ecology*, 25, 17–33.
- Camilloni, I., Barros, V. (1997). On the urban heat island effect dependence on temperature trends. *Clim. Change*. 37, 665-681.
- Chander, G., and Markham, B. (2003). Revised Landsat-5 TM radiometric calibration procedures and postcalibration dynamic ranges. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, vol. 41, no. 11, pp. 2674-2677, Nov. 2003. doi: 10.1109/TGRS.2003.818464.

- Chander, G., Markham, B. L., Barsi, J.A. (2007). Revised Landsat-5 Thematic Mapper Radiometric Calibration. *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, vol. 4, no. 3, pp. 490-494, July 2007. doi: 10.1109/LGRS.2007.898285.
- Chander, G., Markham, B. L., Helder, D. L. (2009). Summary of current radiometric calibration coefficients for Landsat MSS, TM, ETM+, and EO-1 ALI sensors. *Remote Sensing of Environment*, Volume 113, Issue 5, Pages 893-903. ISSN 0034-4257, <https://doi.org/10.1016/j.rse.2009.01.007>.
- Chaudhuri, S., Kumar, A. (2021). Evaluating the contribution of urban ecosystem services in regulating thermal comfort. *Spat. Inf. Res.* 29, 71–82. <https://doi.org/10.1007/s41324-020-00336-8>
- Chen, A., Yao, X.A., Sun, R., & Chen, L. (2014). Effect of urban green patterns on surface urban cool islands and its seasonal variations. *Urban Forestry & Urban Greening*, 13, 646–654.
- Chen, Q., Ren, J., Li, Z., Ni, C. (2009). Urban Heat Island Effect Research in Chengdu City Based on MODIS Data. *In Proceedings of 3rd International Conference on Bioinformatics and Biomedical Engineering, ICBBE 2009*, Beijing, China, 11–13 June 2009. pp. 1-5.
- Chen, X., Ding, J., Wang, J., Ge, X., Raxidin, M., Liang, J., Chen, X., Zhang, Z., Cao, X., Ding, Y. (2020). Retrieval of Fine-Resolution Aerosol Optical Depth (AOD) in Semiarid Urban Areas Using Landsat Data: A Case Study in Urumqi, NW China. *Remote Sens.*, 12, 467.
- Chen, X.C., Zhao, H.M., Li, P.X., & Yin, Z.Y. (2006). Remote sensing image-based analysis of the relationship between urban heat island and land use/cover changes. *Remote Sensing of Environment*, 104(2), 133–146.
- Chen, Y., Wang, J., & Li, X. (2002). A study on urban thermal field in summer based on satellite remote sensing. *Remote Sensing for Land Management and Planning*, 4, 55–59.
- Chen, Y.C., Chiu, H.W., Su, Y.F., Wu, Y.C., Cheng, K.S. (2016). Does urbanization increase diurnal land surface temperature variation? Evidence and implications. *Landsc. Urban Plan.*, 157, 247–258. <http://dx.doi.org/10.1016/j.landurbplan.2016.06.014>.
- Cheng, K.S., Su, Y.F., Kuo, F.T., Hung, W.C., Chiang, J.L. (2008). Assessing the effect of landcover on air temperature using remote sensing images: a pilot study in northern Taiwan. *Landsc. Urban Plan.*, 85(2) 85–96. <http://dx.doi.org/10.1016/j.landurbplan.2007.09.014>.
- Choi, H., Lee, W., & Byun, W. (2012). Determining the Effect of Green Spaces on Urban Heat Distribution Using Satellite Imagery. *Asian Journal of Atmospheric Environment*, 6(June), 127-135. doi:<http://dx.doi.org/10.5572/ajae.2012.6.2.127>.
- Corumluoglu, O., Asri, I. (2015). The effect of urban heat island on Izmir's city ecosystem and climate. *Environ Sci. Pollut. Res.*, 22, 3202–3211. <https://doi.org/10.1007/s11356-014-2874-z>
- Coseo, P., & Larsen, L. (2014). How factors of land use/land cover, building configuration, and adjacent heat sources and sinks explain urban heat islands in Chicago. *Landscape and Urban Planning*, 125, 117–129.



Coutts, A.M., White, E.C., Tapper, N.J., Beringer, J., & Livesley, S.J. (2016). Temperature and human thermal comfort effects of street trees across three contrasting street canyon environments. *Theoretical and Applied Climatology*, 124(55), 55–68.

Dadras, M., Shafri, H. Z. M., Ahmad, N., Pradhan, Bi., Safarpour, S. (2014). Land Use/Cover Change Detection and Urban Sprawl Analysis in Bandar Abbas City, Iran. *The Scientific World Journal*. vol. 2014, Article ID 690872, 12 pages. <https://doi.org/10.1155/2014/690872>.

DanInAfterEffects. (2011). Cross Eye 3D [Video]. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=4L-We9onn9s>.

Deilami, K., & Kamruzzaman, M. (2017). Modelling the urban heat island effect of smart growth policy scenarios in Brisbane. *Land Use Policy*, 64, 38–55.

Detwiller, J. (1970). Deep soil temperature trends and urban effects at Paris. *J. Appl. Meteorol.*, 9, 178-180.

Dong, Q., Wang, C., Xiong, C., Li, X., Wang, H., & Ling, T. (2019). Investigation on the Cooling and Evaporation Behavior of Semi-Flexible Water Retaining Pavement based on Laboratory Test and Thermal-Mass Coupling Analysis. *Materials* (Basel, Switzerland), 12(16), 2546. <https://doi.org/10.3390/ma12162546>

Dousset, B., Gourmelon, F., (2003). Satellite multi-sensor data analysis of urban surface temperatures and landcover. *ISPRS J. Photogramm. Remote Sens.*, 58:43–54. [http://dx.doi.org/10.1016/S0924-2716\(03\)00016-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0924-2716(03)00016-9).

Du, H., Wang, D., Wang, Y., Zhao, X., Qin, F., Jiang, H., & Cai, Y. (2016a). Influences of land cover types, meteorological conditions, anthropogenic heat and urban area on surface urban heat island in the Yangtze River Delta urban agglomeration. *Science of the Total Environment*, 571, 461–470.

Du, S., Xiong, Z., Wang, Y., & Guo, L. (2016b). Quantifying the multilevel effects of landscape composition and configuration on land surface temperature. *Remote Sensing of Environment*, 178, 84–92.

El Garouani, A., Mulla, D.J., El Garouani, S., Knight, J. (2017). Analysis of urban growth and sprawl from remote sensing data: Case of Fez, Morocco. *International Journal of Sustainable Built Environment*. Volume 6, Issue 1, Pages 160-169, ISSN 2212-6090. <https://doi.org/10.1016/j.ijbsbe.2017.02.003>.

Estoque, R.C., Murayama, Y., & Myint, S.W. (2017). Effects of landscape composition and pattern on land surface temperature: An urban heat island study in the megacities of southeast Asia. *Science of the Total Environment*, 577, 349–359.

Feyisa, G.L., Meilby, H., Jenerette, G.D., & Pauliet, S. (2016). Locally optimized separability enhancement indices for urban land cover mapping: Exploring thermal environmental consequences of rapid urbanization in Addis Ababa, Ethiopia. *Remote Sensing of Environment*, 175, 14–31.

Filho, W. L., Icaza, L. E., Neht, A., Klavins, M., Morgan, E. A. (2018). Coping with the impacts of urban heat islands. A literature based study on understanding urban heat vulnerability and

the need for resilience in cities in a global climate change context. *Journal of Cleaner Production*, Volume 171, 2018, Pages 1140-1149. ISSN 0959-6526, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.10.086>.

Firoozi, F., Mahmoudi, P., Jahanshahi, S.M.A. et al. (2020). Modeling changes trend of time series of land surface temperature (LST) using satellite remote sensing productions (case study: Sistan plain in east of Iran). *Arab J Geosci*, 13, 367 (2020). <https://doi.org/10.1007/s12517-020-05314-w>

Forkel, M., Carvalhais, N., Verbesselt, J., Mahecha, M.D., Neigh, C.S.R., Reichstein, M. (2013). Trend Change Detection in NDVI Time Series: Effects of Inter-Annual Variability and Methodology. *Remote Sensing*. 5(5):2113-2144. <https://doi.org/10.3390/rs5052113>

Fukui, E. (1970). The recent rise of temperature in Japan. In Japanese Progress in Climatology; Tokyo University of Education: Tokyo, Japan, pp. 46-65.

Gao, B.C. (1996). NDWI—A normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space. *Remote Sens. Environ.* 58, 257–266.

Gartland, L. (2008). Heat Islands: Understanding and Mitigating Heat in Urban Areas (1st ed.). London, United Kingdom. *Earthscan*. <https://doi.org/10.4324/9781849771559>

Georgescu, M., Moustouli, M., Mahalov, A., & Dudhia, J. (2011). An alternative explanation of the semiarid urban area “oasis effect”. *Journal of Geophysical Research*, 116, D24113.

Giannopoulou, K., Santamouris, M., Livada, I. et al. (2010). The Impact of Canyon Geometry on Intra Urban and Urban: Suburban Night Temperature Differences Under Warm Weather Conditions. *Pure Appl. Geophys.* 167, 1433–1449. <https://doi.org/10.1007/s00024-010-0099-8>

Gong, P., Wang, J., Yu, L., Zhao, Y., Liang, L., Niu, Z., Huang, X., Fu, H., Liu, S., Li, C., et al. (2013). Finer resolution observation and monitoring of global land cover: First mapping results with Landsat TM and ETM+ data. *Int. J. Remote Sens.* 34, 2607–2654.

Guha, S., Govil, H. (2021). An assessment on the relationship between land surface temperature and normalized difference vegetation index. *Environ Dev Sustain.* 23, 1944–1963. <https://doi.org/10.1007/s10668-020-00657-6>

Guha, S., Govil, H., Dey, A., Gill, N. (2018). Analytical study of land surface temperature with NDVI and NDBI using Landsat 8 OLI and TIRS data in Florence and Naples city, Italy. *European Journal Of Remote Sensing*, Vol. 51, No. 1, 667–678. <https://doi.org/10.1080/22797254.2018.1474494>

Guha, S., Govil, H., Sandip, M. (2017). Dynamic analysis and ecological evaluation of urban heat islands in Raipur city, India. *Journal of Applied Remote Sensing*, 11(3), 036020. <https://doi.org/10.1117/1.JRS.11.036020>

Gunlu, E., Pirnar, İ., Yagci, K. (2009). Preserving Cultural Heritage and Possible Impacts on Regional Development: Case of İzmir. *International Journal of Emerging and Transition Economies*, Vol.2, Issue 2, 213-229.

Guo-Yu Ren (2015). Urbanization as a major driver of urban climate change. *Advances in Climate Change Research*, Volume 6, Issue 1, Pages 1-6. ISSN 1674-9278. <https://doi.org/10.1016/j.accre.2015.08.003>.

He, C.Y., Liu, Z.F., Tian, J., Ma, Q. (2014). Urban expansion dynamics and natural habitat loss in China: A multiscale landscape perspective. *Glob. Chang. Biol.* 20, 2886–2902.

Howard, L. (1833). *The Climate of London*; London Harvey and Dorton: London, UK. Volume 2.

Huang, M., Cui, P., He, X. (2018). Study of the Cooling Effects of Urban Green Space in Harbin in Terms of Reducing the Heat Island Effect. *Sustainability*. 10(4), 1101. <https://doi.org/10.3390/su10041101>

Jenerette, G.D., Harlan, S.L., Brazel, A., Jones, N., Larsen, L., & Stefanov, W.L. (2007). Regional relationships between surface temperature, vegetation, and human settlement in a rapidly urbanizing ecosystem. *Landscape Ecology*, 22, 353–365.

Jia, G., Zhang, L., Zhu, L., Xu, R., Liang, D., Xu, X., Ba, T. (2020). Digital Earth for Climate Change Research. In: Guo H., Goodchild M.F., Annoni A. (eds). *Manual of Digital Earth*. Springer, Singapore. [https://doi.org/10.1007/978-981-32-9915-3\\_14](https://doi.org/10.1007/978-981-32-9915-3_14)

Joshi, J. P. and Bhatt, B., (2012). Estimating temporal land surface temperature using remote sensing: a study of vadodara urban, Gujarat. *International Journal of Geology, Earth and Environmental Sciences*, vol. 2, pp. 123–130.

Gunawardena, K.R., Wells, M.J., Kershaw, T. (2017). Utilising green and bluespace to mitigate urban heat island intensity. *Science of The Total Environment*, Volumes 584–585, Pages 1040-1055. ISSN 0048-9697, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.01.158>.

Gupta, N., Mathew, A., Khandelwal, S. (2019). Analysis of cooling effect of water bodies on land surface temperature in nearby region: A case study of Ahmedabad and Chandigarh cities in India. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, Volume 22, Issue 1, Pages 81-93. ISSN 1110-9823, <https://doi.org/10.1016/j.ejrs.2018.03.007>.

Kafer, P. S., Rolim, S. B. A., Diaz, L. R., Rocha, N. S., Iglesias, M. L., Rex, F. E. (2020). Comparative Analysis Of Split-Window And Single-Channel Algorithms For Land Surface Temperature Retrieval of A Pseudo-Invariant Target. *Boletim de Ciências Geodésicas*, 26(2), e2020008. Epub June 12, 2020. <https://doi.org/10.1590/s1982-21702020000200008>

Kalma, J.D., McVicar, T.R., McCabe, M.F. (2008). Estimating land surface evaporation: A review of methods using remotely sensed surface temperature data. *Surv. Geophys*, 29, 421–469.

Kalnay, E., & Cai, M. (2003). Impact of urbanization and land-use change on climate. *Nature*, 423, 528–553.

Kershaw, T. (2017). The urban heat island (UHI), Climate Change Resilience in the Urban Environment. IOP Publishing, 2053-2563, Book Chapter, 4-44, 2017. doi = 10.1088/978-0-7503-1197-7ch4, isbn 978-0-7503-1197-7.

Kii, M., Nakamura, K. (2017). Development of a suitability model for estimation of global urban land cover. *Transp. Res. Procedia.*, 25, 3165–3177.

- Kim, H.H. (1992). Urban Heat Island. *Int. J. Remote Sens.*, 13, 2319-2336.
- Kleerekoper, L., van Esch, M., & Salcedo, T.B. (2012). How to make a city climate-proof, addressing the urban heat island effect. *Resource Conservation Recycling*, 64, 30–38. ISSN 0921-3449, <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2011.06.004>.
- Koomen, E., Diogo, V. (2017). Assessing potential future urban heat island patterns following climate scenarios, socio-economic developments and spatial planning strategies. *Mitig Adapt Strateg Glob Change*, 22, 287–306. <https://doi.org/10.1007/s11027-015-9646-z>
- Kuang, W.H., Liu, J.Y.; Zhang, Z.X.; Liu, D.S.; Xiang, B. (2013). Spatiotemporal dynamics of impervious surface areas across China during the early 21st century. *Chin. Sci. Bull.*, 58, 1691–1701.
- Kumar, K. S., Bhaskar, P. U., & Padmakumari, K. (2012). Estimation of Land Surface Temperature to Study Urban Heat Island Effect Using Landsat ETM + IMAGE. *International Journal of Engineering Science and Technology (IJEST)*, 4(02), 771–778.
- Landsberg, H.E. (1981). *The Urban Climate*; Academic Press: New York, NY, USA. pp. 84-89.
- Li, J., Wang, Y., Shen, X., & Song, Y. (2004). Landscape pattern analysis along an urban–rural gradient in the Shanghai metropolitan region. *Acta Ecologica Sinica*, 24, 1973–1980.
- Li, Y., Schubert, S., Kropp, J.P., Kropp, J. P., Rybskio, D. (2020). On the influence of density and morphology on the Urban Heat Island intensity. *Nat Commun.*, 11, 2647. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-16461-9>
- Lim, H. S., MatJafri, M. Z., Abdullah, K. and Wong, C. J. (2009). Air Pollution Determination Using Remote Sensing Technique. *Advances in Geoscience and Remote Sensing*, Gary Jedlovec, IntechOpen, DOI: 10.5772/8319. Available from: <https://www.intechopen.com/books/advances-in-geoscience-and-remote-sensing/air-pollution-determination-using-remote-sensing-technique>
- Liu, L., Zhang, Y. (2011). Urban Heat Island analysis using the Landsat TM data and ASTER data: a case study in Hong Kong. *Remote Sens.* 3:1535–1552. <http://dx.doi.org/10.3390/rs3071535>.
- Lopez, J.M.R., Heider, K., & Scheffran, J. (2017). Frontiers of urbanization: Identifying and explaining urbanization hot spots in the south of Mexico City using human and remote sensing. *Applied Geography*, 79, 1–10.
- Lu, D.S., Li, G.Y., Kuang, W.H., Moran, E. (2014). Methods to extract impervious surface areas from satellite images. *Int. J. Digit. Earth.* 7, 93–112.
- Lu, Y., Feng, P., Shen, C., Sun, J. (2009). Urban Heat Island in Summer of Nanjing Based on TM Data. *Proceedings of 2009 Joint Urban Remote Sensing Event*, Shanghai, China, 20–22 May 2009, pp. 1-5.
- Lutz, W., Sanderson, W., Scherbov, S. (2001). The end of world population growth. *Nature*. 412, 543–545. Plos ONE. 6, e23777.

Majkowska, A., Kolendowicz, L., Pólrolniczak, M., Hauke, J., Czernecki, B. (2017). The urban heat island in the city of Poznań as derived from Landsat 5 TM. *Theor Appl Climatol*, 128, 769–783. <https://doi.org/10.1007/s00704-016-1737-6>

Mallick, J., Kant, Y., Bharath, B. D. (2008). Estimation of Land Surface Temperature Over Delhi using Landsat-7 ETM+. *J. Ind. Geophys. Union*, 12(3), 131–140.

Mejbel, S. M., Zakariya, J. O., Hassoon, I. K., & Jameel, A. A. (2018). Land Surface Temperature Retrieval from LANDSAT-8 Thermal Infrared Sensor Data and Validation with Infrared Thermometer Camera. *International Journal of Engineering & Technology*, 7(4.20), 608-612. doi:<http://dx.doi.org/10.14419/ijet.v7i4.20.27402>

Memon, R. A., Leung, D. Y. C., & Chunho, L. (2008). A Review on the Generation, Determination and Mitigation of Urban Heat Island. *Journal of Environmental Sciences (China)*, 20(1), 120–8. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18572534>

Miralles, D.G., Holmes, T.R.H., de Jeu, R.A.M., Gash, J.H., Meesters, A.G.C.A., Dolman, A.J. (2011). Global land-surface evaporation estimated from satellite-based observations. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 15, 453–469.

Mohajerani, A., Bakaric, J., Jeffrey-Bailey, T. (2017). The urban heat island effect, its causes, and mitigation, with reference to the thermal properties of asphalt concrete, *Journal of Environmental Management*, Volume 197, Pages 522-538, ISSN 0301-4797. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.03.095>.

Mohammad, P., Goswami, A., & Bonafoni, S. (2019). The Impact of the Land Cover Dynamics on Surface Urban Heat Island Variations in Semi-Arid Cities: A Case Study in Ahmedabad City, India, Using Multi-Sensor/Source Data. *Sensors* (Basel, Switzerland), 19(17), 3701. <https://doi.org/10.3390/s19173701>

Mohammed, Y., Salman, A. (2018). Effect of urban geometry and green area on the formation of the urban heat island in Baghdad city. *MATEC Web Conf.*, 162 05025. DOI: <https://doi.org/10.1051/mateconf/201816205025>

Mohan, M., (2000). Climate change: evaluation of ecological restoration of Delhi ridge using remote sensing and GIS technologies. *International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing*, vol. 33, pp. 886–894.

Mushore, T. D., Mutanga, O., Odindi, J., Dube, T. (2017). Assessing the potential of integrated Landsat 8 thermal bands, with the traditional reflective bands and derived vegetation indices in classifying urban landscapes. *Geocarto International*, 32:8, 886-899, DOI: 10.1080/10106049.2016.1188168

Mutiibwa, D., Strachan, S. and Albright, T. (2015). Land Surface Temperature and Surface Air Temperature in Complex Terrain. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, vol. 8, no. 10, pp. 4762-4774, Oct. 2015, doi: 10.1109/JSTARS.2015.2468594.

Nazeer, M., Nichol, J. E., Yung, Y.-K. (2014). Evaluation of atmospheric correction models and Landsat surface reflectance product in an urban coastal environment. *International Journal of Remote Sensing*, 35:16, 6271-6291, DOI: 10.1080/01431161.2014.951742



- Ng, E., Chen, L., Wang, Y., & Yuan, C. (2012). A study on the cooling effects of greening in a high from-density city : an experience Hong Kong. *Building and Environment*, 47, 256–271. doi:10.1016/j.buildenv.2011.07.014 ,
- Nichol, J. E., Fung, W. Y., Lam, Ka-se, Wong, M. S. (2009). Urban heat island diagnosis using ASTER satellite images and 'in situ' air temperature. *Atmospheric Research*, Volume 94, Issue 2, Pages 276-284. ISSN 0169-8095 <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2009.06.011>.
- Nie, Q., Man, W., Li, Z., & Huang, Y. (2016). Spatiotemporal impact of urban impervious surface on land surface temperature in Shanghai, China. *Canadian Journal of Remote Sensing*, 42(6), 680–689.
- Oke, T.R. (1982). The energetic basis of the urban heat island. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 108, 1–24.
- Oke, T.R. (1997). Urban climates and global change. In A. Perry & R. Thompson (Eds.). *Applied climatology: Principles and practices*, pp. 273–287. London: Routledge.
- Peng, J., Xie, P., Liu, Y., & Ma, J. (2016). Urban thermal environment dynamics and associated landscape pattern factors: A case study in the Beijing metropolitan region. *Remote Sensing of Environment*, 173, 145–155.
- Pickett, S.T.A., Cadenasso, M.L., Grove, J.M., Boone, C.G., Groffman, P.M., Irwin, E., Kaushal, S.S., Marshall, V., McGrath, B.P., Nilon, C.H., Pouyat, R.V., Szlavecz, K., Troy, A., Warren, P. (2011). Urban ecological systems: scientific foundations and decade of progress. *J. Environ. Manag.* 92 (3), 331–362. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2010.08.022>.
- Putra, M. I. J., Affandani, A. Y., Widodo, T., & Wibowo, A. (2019). Spatial Multi-Criteria Analysis for Urban Sustainable Built Up Area Based on Urban Heat Island in Serang City. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 338(1), [012025]. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/338/1/012025>
- Qin, Z., Zhang, M., Amon, K., Pedro, B. (2001). Mono-window Algorithm for retrieving land surface temperature from Landsat TM 6 data. *Acta Geogr. Sinica* 2001, 56, 456-466).
- Reza, A., Weng, Q.H., Abbas, A., Seyed, K.A. (2009). Spatial-temporal dynamics of land surface temperature in relation to fractional vegetation cover and land use/cover in the Tabriz urban area. *Remote Sens. Environ.* 113, 2606–2617.
- Rizwan, A.M., Dennis, L.Y.C., & Liu, C. (2008). A review on the generation, determination and mitigation of urban heat island. *Journal of Environmental Sciences*, 20, 120–128.
- Robinove, C.J. (1982). Computation with physical values from Landsat digital data. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, USGS Publications Warehouse, 48, 5, pp 781-784. <http://pubs.er.usgs.gov/publication/70011466>
- Sangiorgio, V., Fiorito, F. & Santamouris, M. (2020). Development of a holistic urban heat island evaluation methodology. *Scientific Reports*, 10, 17913 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-75018-4>

Santamouris, M. (2013). Using cool pavements as a mitigation strategy to fight urban heat island: a review of the actual developments. *Renew. Sust. Energ. Rev.* 26:224–240. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2013.05.047>.

Santamouris, M. (2019). Chapter 8 - Mitigating the Local Climatic Change and Fighting Urban Vulnerability, Editor(s): Matthaios Santamouris, Minimizing Energy Consumption, Energy Poverty and Global and Local Climate Change in the Built Environment: Innovating to Zero, Elsevier, Pages 223-307, ISBN 9780128114179, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811417-9.00008-8>.

Schneider, A. (2012). Monitoring land cover change in urban and pen-urban areas using dense time stacks of Landsat satellite data and a data mining approach. *Remote Sens. Environ.* 124, 689–704.

Sekertekin, A., Bonafoni, S. (2020). Land Surface Temperature Retrieval from Landsat 5, 7, and 8 over Rural Areas: Assessment of Different Retrieval Algorithms and Emissivity Models and Toolbox Implementation. *Remote Sens.*, 12, 294. <https://doi.org/10.3390/rs12020294>

Senanayake, I. P., Welivitiya, W. D. D. P., & Nadeeka, P. M. (2013). Remote Sensing Based Analysis of Urban Heat Islands with Vegetation Cover in Colombo city, Sri Lanka using Landsat-7 ETM+ data. *Urban Climate*, doi:10.1016/j.uclim.2013.07.004.

Shafaghat, A., Manteghi, G., Keyvanfar, A., Bin Lamit, H., Saito, K., Ossen, D. R. (2016). Street Geometry Factors Influence Urban Microclimate in Tropical Coastal Cities: A Review. *Environmental and Climate Technologies*, 17(1), 61-75. doi: <https://doi.org/10.1515/rtuect-2016-0006>

Shahmohamadi, P., Che-Ani, A. I., Maulud, K. N. A., Tawil, N. M., Abdullah, N. A. G. (2011). The Impact of Anthropogenic Heat on Formation of Urban Heat Island and Energy Consumption Balance. *Urban Studies Research*, vol. 2011, Article ID 497524, 9 pages. <https://doi.org/10.1155/2011/497524>

Solecki, W. D., Rosenzweig, C., Pope, G., Chopping, M., & Goldberg, R. (2004). Urban Heat Island and Climate Change : An Assessment of Interacting and Possible Adaptations in the Camden, New Jersey Region. New Jersey. p 5. [www.nj.gov/dep/dsr/research/Urban Heat Island and Climate Change-RPS.pdf](http://www.nj.gov/dep/dsr/research/Urban%20Heat%20Island%20and%20Climate%20Change-RPS.pdf)

Son, Nguyen-Thanh, Thanh, Bui-Xuan (2018). Decadal assessment of urban sprawl and its effects on local temperature using Landsat data in Cantho city, Vietnam. *Sustainable Cities and Society*. Volume 36, Pages 81-91, ISSN 2210-6707, <https://doi.org/10.1016/j.scs.2017.10.010>.

Song, Dan-Xia, Huang, C., Sexton, J.O., Channan, S., Feng, M., Townshend, J.R., (2015). Use of Landsat and Corona data for mapping forest cover change from the mid-1960s to 2000s: Case studies from the Eastern United States and Central Brazil. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, Volume 103, Pages 81-92. ISSN0924-2716, <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2014.09.005>. (<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924271614002305>)

- Song, J., Du, S., Feng, X., & Guo, L. (2014). The relationships between landscape compositions and land surface temperature: Quantifying their resolution sensitivity with spatial regression models. *Landscape and Urban Planning*, 123, 145–157.
- Song, Z., Li, R., Qiu, R., Liu, S., Tan, C., Li, Q., Ge, W., Han, X., Tang, X., Shi, W., Song, L., Yu, W., Yang, H., Ma, M. (2018). Global Land Surface Temperature Influenced by Vegetation Cover and PM2.5 from 2001 to 2016. *Remote Sensing*, 10(12):2034. <https://doi.org/10.3390/rs10122034>
- Stone, B., Jr. (2007). Urban sprawl and air quality in large US cities. *Journal of Environmental Management*, 86, 688–698.
- Streutker, D.R. (2002). A remote sensing study of the urban heat island of Houston, Texas. *Int. J. Remote Sens.* 23, 2595-2608.
- Sun, Q., Tan, J., Xu, Y. (2010). An ERDAS image processing method for retrieving LST and describing urban heat evolution: a case study in the Pearl River Delta Region in South China. *Environ. Earth Sci.* 59 (5), 1047–1055.
- Sun, Y., Zhao, S.Q., Qu, W.Y. (2015). Quantifying spatiotemporal patterns of urban expansion in three capital cities in Northeast China over the past three decades using satellite data sets. *Environ. Earth Sci.* 73, 7221–7235.
- Sun Z., Wang, Q., Batkhishig, O., Ouyang, Z. (2016). Relationship between Evapotranspiration and Land Surface Temperature under Energy- and Water-Limited Conditions in Dry and Cold Climates. *Advances in Meteorology*, vol. 2016, Article ID 1835487, 9 pages. <https://doi.org/10.1155/2016/1835487>
- Takeuchi, W., Hashim, N., & Thet, K. M. (2010). Application of RS and GIS for Monitoring UHI in KL Metropolitan Area. *MAP Asia 2010 & ISG 2010*. Kuala Lumpur.
- Tan, C., Ma, M., Kuang, H. (2017). Spatial-Temporal Characteristics and Climatic Responses of Water Level Fluctuations of Global Major Lakes from 2002 to 2010. *Remote Sensing*, 9(2):150. <https://doi.org/10.3390/rs9020150>
- Tan, J., Yu, D., Li, Q., Tan, X., Zhou, W. (2020). Spatial relationship between land-use/land-cover change and land surface temperature in the Dongting Lake area, China. *Sci Rep*, 10, 9245. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-66168-6>
- Tang, F. and Xu, H. (2016). A Study on the quantitative relationship between impervious surface and land surface temperature based on remote sensing technology. *4th International Workshop on Earth Observation and Remote Sensing Applications (EORSA)*, Guangzhou, 2016, pp. 368-372, doi: 10.1109/EORSA.2016.7552831.
- Tozer L. (2018). Urban climate change and sustainability planning: an analysis of sustainability and climate change discourses in local government plans in Canada. *Journal of Environmental Planning and Management*, 61:1, 176-194, DOI: 10.1080/09640568.2017.1297699.
- Tran, D.X., Pla, F., Carmona, P.L., Myint, S.W., Caetano, M., & Kieua, P.V. (2017). Characterizing the relationship between land use land cover change and land surface temperature. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 124, 119–132.

Tsoka, S., Tsikaloudaki, K., Theodosiou, T., Bikas, D. (2020). Urban Warming and Cities' Microclimates: Investigation Methods and Mitigation Strategies—A Review. *Energies*, 13, 1414.

Ujang, U., Azri, S., Zahir, M., Abdul Rahman, A., Choon, T. L. (2018). Urban Heat Island Micro-Mapping via 3D City Model. *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.*, XLII-4/W10, 201–207, <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-4-W10-201-2018>.

Unal, Y.S., Tan, E. & Menten, S.S. (2013). Summer heat waves over western Turkey between 1965 and 2006. *Theor Appl Climatol*, 112, 339–350. <https://doi.org/10.1007/s00704-012-0704-0>

Urban, M, Eberle, J, Hüttich, C, Schmullius, C, Herold, M. (2013). Comparison of Satellite-Derived Land Surface Temperature and Air Temperature from Meteorological Stations on the Pan-Arctic Scale. *Remote Sensing*, 5(5):2348-2367. <https://doi.org/10.3390/rs5052348>

U.S. Geological Survey (2020). Data Management and Information Distribution (DMID). Last accessed September 11, 2020 at URL <https://earthexplorer.usgs.gov>.

Wei, J., Huang, B., Sun, L., Zhang, Z., Wang, L., & Bilal, M. (2017). A simple and universal aerosol retrieval algorithm for Landsat series images over complex surfaces. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 122, 13,338–13,355. <https://doi.org/10.1002/2017JD026922>

Weng, Q. (2001). A remote sensing – GIS Evaluation of Urban Expansion and Its Impact on Surface Temperature in the Zhujiang Delta , China. *International Journal of Remote Sensing*, 22(10), 1999–2014.

Weng, Q., Yang, S. (2004). Managing the adverse thermal effects of urban development in a densely populated Chinese city. *Journal of Environmental Management*, 70(2), 145–156.

Willett, K.M., Sherwood, S. (2012). Exceedance of heat index thresholds for 15 regions under a warming climate using the wet-bulb globe temperature. *International Journal of Climatology*, 32(2), 161–177.

Williams, V. J., Davis, C. (2007). A case study of urban heat islands in the Carolinas. *Environmental Hazards*, 7(4):353-359, DOI:10.1016/j.envhaz.2007.09.005.

Wulder, M. A., Thomas, Loveland, R. D., Roy, P., Crawford C. J., Masek, J. G., Woodcock, C. E., Allen, R. G., Martha C. Anderson, Alan S. Belward, Warren B. Cohen, John Dwyer, Angela Erb, Feng Gao, Patrick Griffiths, Dennis Helder, Txomin Hermosilla, James D. Hipple, Patrick Hostert, M. Joseph Hughes, Justin Huntington, David M. Johnson, Robert Kennedy, Ayse Kilic, Zhan Li, Leo Lymburner, Joel McCorkel, Nima Pahlevan, Theodore A. Scambos, Crystal Schaaf, John R. Schott, Yongwei Sheng, James Storey, Eric Vermote, James Vogelmann, Joanne C. White, Randolph H. Wynne, Zhu, Z. (2019). Current status of Landsat program, science, and applications. *Remote Sensing of Environment*, Volume 225, Pages 127-147. ISSN 0034-4257. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2019.02.015>.

Xiao, Rong-bo, Ouyang, Zhi-yun, Zheng, H., Li, Wei-feng, Schienke, E. W, Wang, Xiao-ke (2007). Spatial pattern of impervious surfaces and their impacts on land surface temperature

in Beijing, China. *Journal of Environmental Sciences*, Volume 19, Issue 2, Pages 250-256, ISSN 1001-0742, [https://doi.org/10.1016/S1001-0742\(07\)60041-2](https://doi.org/10.1016/S1001-0742(07)60041-2).

Yan, H., Wang, X., Hao, P., & Dong, L. (2012). Study on the Microclimatic Characteristics and Human Comfort of Park Plant Communities in Summer. *Procedia Environmental Sciences*. 13(2011), 755-765. doi:10.1016/j.proenv.2012.01.069

Yucekaya, A. (2018). An Analysis For Industrial Development In Turkey. I: Distribution of The Largest Companies. *Journal of Engineering Technology and Applied Sciences*. 3 (1), 83-105.

Young, N. E., Anderson, R. S., Chignell, S. M., Vorster, A. G., Lawrence, R., Evangelista, P. H. (2017). A survival guide to Landsat preprocessing. *Ecology*, 98 4: 920-932.

Zhang, Y. (2006). Land surface temperature retrieval from CBERS-02 IRMSS thermal infrared data and its applications in quantitative analysis of urban heat island effect. *Journal of Remote Sensing*, 10, 789–797.

Zhang, Y., Pena-Arancibia, J.L., McVicar, T.R., Chiew, F.H.S., Vaze, J., Liu, C., Lu, X., Zheng, H., Wang, Y., Liu, Y.Y., et al. (2016b). Multi-decadal trends in global terrestrial evapotranspiration and its components. *Sci. Rep.* 6, 19124.

Zhang, Z., He, G., Wang, M., Long, T., Wang, G., Zhang, X., & Jiao, W. (2016a). Towards an operational method for land surface temperature retrieval from Landsat 8 data. *Remote Sensing Letters*, 7(3), 279–288.

Zhang, Z., He, G., Wang, X. (2010). A practical DOS model-based atmospheric correction algorithm. *International Journal of Remote Sensing*, 31:11, 2837-2852, DOI: 10.1080/01431160903124682

Zhao, H.M., Chen, X.L. (2005). Use of Normalized Difference Bareness Index in Quickly Mapping Bare Areas from TM/ETM+. *Proceedings of the 2005 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium*. Seoul, Korea, 29–29 July 2005; Volume 3, pp. 1666–1668.

Zhao H., Tan J., Ren Z., Wang Z. (2020). Spatiotemporal Characteristics of Urban Surface Temperature and Its Relationship with Landscape Metrics and Vegetation Cover in Rapid Urbanization Region. *Complexity*, vol. 2020, Article ID 7892362, 12 pages. <https://doi.org/10.1155/2020/7892362>

Zhao, L., Oleson, K., Bou-Zeid, E., Krayenhoff, E. S., Bray, A., Zhu, Q., Zheng, Z., Chen, C., Oppenheimer, M. (2021). Global multi-model projections of local urban climates. *Nat. Clim. Chang.* 11, 152–157. <https://doi.org/10.1038/s41558-020-00958-8>

Zhong, L., Gong, P., Biging, G.S. (2014). Efficient corn and soybean mapping with temporal extendibility: A multi-year experiment using Landsat imagery. *Remote Sens. Environ.* 140, 1–13.

Zhou, D., Xiao, J., Bonafoni, S., Berger, C., Deilami, K., Zhou, Y., Froking, S., Yao, R., Qiao, Z., Sobrino, J.A. (2019). Satellite Remote Sensing of Surface Urban Heat Islands: Progress, Challenges, and Perspectives. *Remote Sensing*. 11(1):48. <https://doi.org/10.3390/rs11010048>

Zhou, J., Hu, D., Weng, Q. (2010). Analysis of surface radiation budget during the summer and winter in the metropolitan area of Beijing, China. *J. Appl. Rem. Sens.* 4(1) 04351. <https://doi.org/10.1117/1.3374329>



Zhou, W., Qian, Y., Li, X., Li, W., & Han, L. (2014). Relationships between land cover and the surface urban heat island: Seasonal variability and effects of spatial and thematic resolution of land cover data on predicting land surface temperatures. *Landscape Ecology*, 29, 153–167.

Zoran, M. A., Zoran, L. F. V. (2005). Mapping of dispersion of urban air pollution using remote sensing and in-situ monitoring data. Proc. SPIE 5979, *Remote Sensing of Clouds and the Atmosphere X*, 597914 (1 November 2005). <https://doi.org/10.1117/12.627775>

Zurina, M., Hukil, S. (2012). Appraising Good Governance in Malaysia Based on Sustainable Development Values. *Journal of ASIAN Behavioral Studies: Sustainability Science and Management*, 7(2), 247–253. doi: ISSN: 1823-8556.

## “The Day of After Tomorrow” Filminin Çevre Söylemleri Perspektifinden İzleyiciler Üzerinde Oluşturduğu İklim Değişikliği Algısı ve Bilinci

Çisem SEYHAN<sup>1</sup>, Hayat ZENGİN ÇELİK<sup>1</sup>

### Öz

Günümüzde doğal kaynaklar hızla tüketilmektedir. Bilinçsiz bir şekilde tüketilen kaynaklar iklim değişikliğinin yaşanmasına sebep olmakta ve dünyanın sürdürülebilirliğini azaltmaktadır. Bu bağlamda iklim değişikliğini anlamak, çözüm üretmek amacıyla birçok çalışma yapılmaktadır. Son dönemde yapılan çalışmalar iklim değişikliğinin toplumlar için önemini açıklamakta ve bunu görsel teknikler yardımı ile desteklemektedir. Yapılan çalışmada, iklim değişikliğini konu alan kurgu filmlerinden biri olan, birçok alanda ödül almış ‘The Day Of After Tomorrow’ isimli 2004’te çekilmiş Hollywood yapımı sinema filminin izleyicileri üzerinde oluşturduğu iklim değişikliği algısı ve bilincinin çevreci söylemler aracılığıyla tespit edilmesini amaçlamaktadır. Çalışma kapsamında belirlenen yöntem iki aşamada tamamlanmıştır. Birinci aşamada Türkiye’de en çok ziyaret edilen sinema web sitelerinde çevrimiçi veri tabanlarında yer alan yorumlar belirli başlıklar altında kategorize edilmiş, ikinci aşama ise çevre söylemleri doğrultusunda kategorize edilen yorumlar MAXQDA 2022 Analytics Pro yazılımı ile analiz edilmiştir. Çalışma bulguları incelendiğinde film izleyicilerin büyük çoğunluğunda (%39,6) iklim değişikliği bilincinin oluşturulamadığı görülmüştür. Film izleyicilerinin çevre bilinci ve iklim değişikliği konusunda verilmek istenen mesajı göz ardı ederek filmi genel ifadelerle yorumladıkları sonucuna ulaşılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** İklim Değişikliği, Çevre Söylemleri, Toplum Bilinci

## The Perception and Consciousness of Climate Change Created on The Audience from the Perspective of Environmental Discourses by the Film “The Day of After Tomorrow”

### Abstract

Today, natural resources are consumed rapidly. Unconsciously consumed resources cause climate change and reduce the sustainability of the world. In this context, many studies are carried out in order to understand climate change and produce solutions. Recent studies explain the importance of climate change for societies and support this with the help of visual techniques. This study is aimed to determine the perception and awareness of climate change created by the audience of the 2004 Hollywood feature film called 'The Day of After Tomorrow', which is one of the fictional films about climate change, which has received awards in many fields, through environmentalist discourses. The method determined within the scope of the study was completed in two stages. In the first stage, the comments in the online databases

<sup>1</sup> Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir

\*İlgili yazar / Corresponding author: cisemseyhann@gmail.com

Bu çalışma, YÖK 100/2000 doktora programı ile “Deprem Çalışmaları” tematik alanı kapsamında hazırlanmıştır.

Gönderim Tarihi / Received Date: 20.10.2022

Kabul Tarihi / Accepted Date: 06.06.2023

of the most visited cinema websites in Turkey were categorized under certain headings, and in the second stage, the comments categorized in line with environmental discourses were analyzed with the MAXQDA 2022 Analytics Pro software. When the study findings were examined, it was seen that the majority of the movie audience (39.6%) could not create awareness of climate change. It was concluded that the movie audiences interpreted the movie in general terms, ignoring the message about environmental awareness and climate change.

**Keywords:** Climate Change, Environmental Discourses, Social Awareness

## 1. Giriş

Aşırı kentleşme ve doğal kaynakların bilinçsizce tüketilmesi ile birlikte insanlık bugün iklim değişikliği olarak kavramsallaştırılan meteorolojik etkilerle birlikte söz konusu etkilerin neden olabileceği küresel felaket senaryoları ile karşı karşıya gelmiştir. Bu doğrultuda atmosfere sera gazı salınımı, ormansızlaşma, kentleşme ve tüketimin artması gibi insan aktivitelerinin neden olduğu bu değişimin etkilerini minimuma indirmek üzere ulusal ya da uluslararası düzeyde çabalar da belirginlik kazanmıştır. Bu çabalar içerisinde bilimsel araştırmalar, organizasyonlar, antlaşmalar ile birlikte birey ve toplumların bilinçlendirilmesi, yaşam ve tüketim ekseninde farkındalık oluşturulması önemli bir kapsam yaratmaktadır.

İklim değişikliği konusunda toplumun bilinçlenmesi için görsel anlatım biçimleri oldukça önemli ve etkili araçlardır. Bu kapsamda oldukça popüler bir içerik yaratmaya başlamış olan iklim değişikliği ile ilgili çok sayıda görsel üretim açığa çıkmaktadır. Küresel bir sorun haline gelen ve şiddetli toplumsal ve mekânsal etkilere neden olmaya başlayan iklim değişikliği konusunda farkındalık yaratılmak amacıyla ortaya çıkmış olan görsel üretim araçlarının en önemlisi sinema filmleridir. 1970'li yıllardan itibaren iklim ve çevresel sorunlar beyaz perde için yeni bir kurgusal alan olarak önem kazanırken, bir yanı sıra da aslında insanlık ve dünya açısından önemli bir soruna araçsal bir konum kazandırmıştır.

Disaster movie (felaket filmleri) başlığı altında 1970'li yıllardan itibaren pek çok film vizyona sokulmuştur. Kısacli Cli-fi olarak kısaltılan 'climate fiction' (iklim-kurgu) ile ilgili filmler 80'lerle birlikte önem kazanırken, 1990'larda konuya daha fazla ilgi gösteren Hollywood FernGully, Split Second, The Fire Next Time, The American President, Waterworld, The Arrival ve Twister gibi filmler beyaz perdeye aktarmıştır. İlk üretilen filmler felaket senaryoları şeklinde ortaya çıkarken zaman içerisinde temaların küresel çapta ekolojik felakete, distopyalara ya da ekotopyalara doğru yöneldiği görülmektedir. 2000'lerle birlikte Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli yani IPCC'nin yayınlanan üçüncü raporu sonrasında bu alanda en fazla etkiyi yarattığı kabul edilen "Yarıdan Sonra" (The Day After Tomorrow) (2004) isimli film gösterime girmiştir (Dizici, 2020). Böyle bir etki yaratmaya yönelik pek çok film arasında Su Dünyası (1995), Buz Devri (2003), Avatar (2009), Küçülen Hayatlar (2017), Aptallık Çağı, (2009), Küçülen Hayatlar (2017) gibi filmleri saymak mümkündür.

Görsel algı elde edilen bilgiyi duyum aracılığıyla bilinçli bir bilgiye dönüştürme imkânı sağlamaktadır. Bu bağlamda görsel sanatların bilinç ve bilgi oluşturmaya dair önemli bir işlevi olduğu da bilinmektedir. İklim değişikliği ile bağlantılı bir biçimde insanlığın geleceğine ilişkin kaygıların sinema perdelerine yansması ile toplumsal düzeyde harekete geçmeyi sağlayacak etkili bir çabanın ortaya çıkması mümkündür. Özellikle de medya kullanımının oldukça yaygın olduğu günümüzde, görsel anlatım biçimleri aracılığıyla toplumun algısı ve bilinç düzeyi etkilenecek iklim değişikliğine neden olacak eylemlerin azaltılmasında tetikleyici bir unsur olabilecektir.

Ne var ki, iklim değişikliği ile ilgili sinema yapıtlarının bu kapsamda kendilerinden beklenebilecek etkiyi oluşturmadaki yeterlilikleri de tartışma konusudur. Salt ticari üretimler olarak içinde yer aldıkları sinema piyasasına hizmet etmenin ötesinde sahip oldukları konum ve özelliklerin değerlendirilmesinin önemli olduğu açıktır.

Bu doğrultuda yapılan çalışmalar incelendiğinde; 2020 yılında Güntay tarafından televizyonda yayınlanan reklamlarda, tanıtımı yapılan ürünlerle ilgili öne çıkartılan çevreci söylem ve iddiaların neler olduğunun; bu iddiaların, hangi metinsel, görsel-işitsel öğeler ve karakterler kullanılarak desteklendiğinin ortaya konulması amacıyla yapılan çalışmada çeşitli reklam filmleri incelenmiştir. Bu incelemeler sonucunda, “su ve enerji tasarrufu”, “enerji verimliliği”, “doğa dostu teknoloji”, “sürdürülebilir tarım” gibi konularda, izleyici kitlesinin bilgilendirilmesine yönelik söylemler geliştirildiği görülmüştür (Güntay,2020).

İğit tarafından 2017 yılında yapılan başka bir çalışmada ise Yılanların Öcü(1962) isimli filmde eko eleştirel kuram ve söylem çözümlemesi kullanılarak insan ile insan dışı doğanın birlikteliğinin uyum ya da uyumsuzluğu, insan ile insan dışı doğa çatışmasının kaynağının ne olduğu, nasıl sunulduğu, ekosistemin önemli bir parçası olan yılanın sunulmuş biçimi ve insan merkezli ya da çevre merkezli yaklaşımlardan hangisine sahip olduğu saptanmaya çalışılmıştır. Sonuçlar Yılanların Öcü filminin insan merkezci bir yaklaşıma sahip olduğunu, insan ve insan dışı doğanın uyum içinde ve barışık halde yaşamalarının mümkün olmadığını, insan ve insan dışı doğa çatışmasının temel kaynağının insan zihniyetinin pragmatik bir anlayış üzerine kurulu olduğunu göstermiştir (İğit, 2017).

Yapılan diğer bir çalışmada sinema sektöründe çevreci yaklaşımlar temel alınarak, ekolojik yaklaşımın izinin sürülmesi amacıyla çevre duyarlılığını yansıtan filmler ortak temalar çerçevesinde analiz edilmiştir. Yaslıyaka (2015) tarafından yapılan bu çalışmanın sonucunda çevre duyarlılığına seslenen sinema eserlerinin yalnızca yaşadığımız dünyaya özen göstermediğimizi, çoğu zaman ekonomik kalkınma çabalarımıza doğayı kurban ettiğimizi göstermektedir (Yalıyaka,2015).

Budan (2017) tarafından Yaşar Kemal’in Kuşlar da Gitti isimli romanı bağlamında çevreci eleştiri akımının kuramsal altyapısının tanıtılması ve yazarın çevre sorunları karşısında geliştirdiği estetik tutum belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışmanın, çevreci eleştiri kuramı paralelinde incelenmeye elverişli bulunan diğer kurmaca metinlerden hangi noktalarda ayrıldığı tespit edilerek çevre hassasiyeti konusuna getirdiği yeni yaklaşım biçiminin yorumlanması amaçlanmıştır. İnsanı değil, insan dışı canlıları nesneleştirmiş olan yazar, insan unsuru etrafında gelişen olaylar bulundurmamış ve çevre sorunlarının sebebi olarak insanoğlunu itham etmiştir. Şehirleşme hareketlerinin fiziksel çevre üzerinde yarattığı tahribatın tasvirine bağlayan yazar, pasajlarda biyolojik çeşitliliği azaltan etkinleri kuşların yaşadığı trajedi çerçevesinde aktarmıştır (Budan, 2017).

Ne var ki, çevre sorunlarına ya da felaketlerine odaklanan filmlerinin ve medyayı kullanan görsel üretimlerin kendilerinden beklenebilecek etkiyi ve farkındalığı oluşturmadaki yeterlilikleri de tartışma konusudur. Farklı çevre anlayışları ve söylemlere temellendiği izlenen söz konusu filmlerin ağırlıklı ekonomik fayda, çatışma, bilimsellik gibi konulara odaklanıyor olmaları ve izleyicilerine insan varlığını her türlü felaket çerçevesinde sürdürmeye dair bir umut sunmaları temel ortak noktalarıdır. Bu içerikleri ile oluşturulan görsel üretimlerin insanmerkezci bir bakış açısıyla ele alındığını ve çevre sorunlarını bir arka fon olarak kullandığını söylemek yanlış olmayacaktır. Dolayısıyla her ne kadar çevreci düşüncenin yaygınlaşmasında sinema filmlerinin önemli rolü olsa da ortaya çıkarılan görsel üretimlerde “çevre”nin nasıl ele alındığı, doğa-insan ilişkisinin nasıl değerlendirildiği, toplumsal ve politik içeriğin nasıl oluşturulduğu da beklenen etkinin yaratılması açısından son derece önemlidir.

Bu noktadan çalışmada iklim değişikliğini konu alan kurgu filmlerinden biri olan ve birçok alanda ödül almış olan 'The Day Of After Tomorrow' isimli 2004'te çekilmiş Hollywood yapımı sinema filminin izleyicileri üzerinde oluşturduğu iklim değişikliği algısı ve bilincinin çevreci söylemler aracılığıyla değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Söylem analizi tekniği kullanılarak yapılan değerlendirmeler ile çevre söylemleri incelenerek bu iki alan arasındaki ilişki değerlendirilmiştir.

## 2.Kavramsal Çerçeve

### 2.1. İklim Değişikliği

İklim krizi son yıllarda yaşanan doğal afetler ile ciddiyetini arttırmış hem literatürde hem de pratikte bu soruna yönelik araştırmalar yoğunlaşmaya başlamıştır. IPCC 2001, (IPCC, 2001), ortalama sıcaklıkların her on yılda 0,2 °C artacağı ve 2050 yılına kadar eşik değerini önemli ölçüde geçeceğine vurgu yapmaktadır. Araştırmalar iklim değişikliğinin; deniz seviyesinin yükselmesi, buzulların erimesi ve gerilemesi, yağış rejimlerinin değişmesi ve dünyanın gittikçe ısınması gibi birçok kanıt ile ortaya çıkmakta olduğunu ortaya koymaktadır (Adedeji vd., 2014).

İklim değişikliğinin bilimsel alanda tartışılması ve araştırmasının yanında, konunun önemi ve alınabilecek önlemlere yönelik olarak toplumun algısını etkileyecek ve farkındalık ve duyarlılığını arttıracak eylemlerin planlanması da önemli bir çalışma alanı yaratmış bulunmaktadır. Bununla birlikte iklim değişikliğinin somut kanıtları ile birlikte varlığı üzerine toplum algısının, farkındalığının ölçüldüğü çalışmalarda halen önemli boşlukların olduğu da görülmektedir (Sakellari, 2014). Bilimsel alan ile toplum arasında oluşan bu boşluğun giderilmesi ve sosyal bir değişimin yaşanmasını mümkün kılmada kültür, değer ve dünya perspektifinden değerlendirmelerin önemi açıktır.

Bu bağlamda iklim değişikliğine yönelik farkındalığının oluşmasında hangi araçların hangi içerikte kullanılabileceği belirlenmeye çalışılırken, medyanın ve beyaz perdenin etkinliğinin değerlendirilmesi de gereklidir. İnsan ve medya etkileri üzerine yapılmış araştırmalar, popüler kültürün günlük yaşamdaki deneyimleri ve bilim anlayışını nasıl etkilediğini göstermektedir (Sakellari, 2014). Bu doğrultuda iklim değişikliğinin popüler kültür ile birlikte iletişimi geliştirilebileceği ve bir kamuoyu oluşturmaya katkı sağlayabileceği ortaya konmaktadır.

Son yıllara gelindiğinde iklim değişikliği konusunda farkındalık yaratmak amacıyla birçok sinema filmi yapıldığı görülmüştür. İklim değişikliği filmleri, insanlığın geleceğine dair kaygıyı arttıran içerikleri ile konuya dikkat çekiyor olsalar da yaşam düzeninde bir değişimi mümkün kılacak ve farkındalığı arttıracak bir etkiyi oluşturmaktan oldukça uzak bir noktada durdukları da izlenmektedir. Oysa sinema yapıtları global ölçekte ve büyük kitlelere hızlıca ulaşabilen üretimlerdir. İçinde bulunduğumuz dijital çağda, görsel iletişimin öneminin daha da artmış olduğu bir evrede beyaz perdenin daha etkin kılınmasının iklim değişikliği ile mücadelede birey ve toplum ekseninde önemli bir çalışma olacağı açıktır. Bu noktada bireylerin karşılaştıkları yapıtlar ile kurdukları ilişkinin düzeyinin belirlenmesine, yapıtların küresel iklim değişikliğini önleme konusunda uzun vadeli davranış değişikliğine neden olup olmadığının, bireylerin kişisel olarak konu ile ilgili sorumluluk almalarına dair bir etki yaratıp yaratmadığının tespit edilmesine ihtiyaç bulunmaktadır. Ancak bu belirlemeler ışığında geliştirilecek yeni yapıtlar üzerinden global bir çağrı ile değişimin başlatılabileceği değerlendirilmelidir.

Ancak bu doğrultuda küresel iklim değişikliğinin toplumsal olarak algılanmasına etki eden çevre söylemlerinin öncelikle ele alınması gerekliliği bulunmaktadır. Küresel iklim değişikliği sorununun toplumsal olarak nasıl algılandığının belirlenmesi açısından, çevre sorunlarıyla toplumsal sorunları birlikte düşünen çevre söylemleri eksenindeki ele alışlar geliştirilmelidir (Öztürk, 2017). Söylem analizi, her çeşit metni (görsel, işitsel, yazılı vb.) toplumsal ve kültürel



bağlamıyla inceleyerek arka plandaki anlamların ortaya çıkarılmasında kullanılan bilimsel bir analiz yöntemi olarak (Güntay,2020) bu kapsamda yapılacak her tür çalışma için önemli bir olanak yaratmaktadır. Bu çalışmada da The Day of After Tomorrow filminin doğaya yüklenen anlam ve bu anlamların düşünce kalıplarının değerlendirilmesi ekseninde bir araç olarak çevre söylemleri kullanılmıştır.

## 2.2. Çevre Söylemleri

“Çevre” üzerinde çokça tanımlama bulunmakla birlikte, bu tanımlamalar ve işaret ettiği konulardan daha derin açılımlar sunan bir kavramdır. İnsan-doğa ilişkisinde, insana bir konum kazandırmada öncelikle ben ve doğa arasındaki sınırın tanımlanmasına ihtiyaç bulunduğu açıktır (Erzen, 2006). Doğanın “ben” dediğimiz insan varlığından ayrıştırılarak imgelediği, kavramsallaştırıldığı her durum, her üretimin sorunlu bir içerik taşıyacağı anlaşılmalıdır. Bu bağlamda İnsan doğa etkileşimini insanın daha kaliteli bir yaşam sürmesine olanak sağlayacak koşullar temelinde ele alan yaklaşımların ve bu bağlamda özellikle de çevreci söylemlerin de sorunlu bir içerik taşıdıkları kabul edilmelidir.

Çevreci Eleştiri, ortaya çıkan koşullara göre çerçevesini genişletmek ve meydana gelen yeni sorunlara çözüm üretmek üzere yaklaşımlar geliştiren bir söylem alanı olarak karşımıza çıkmaktadır. Çevreciliğin en önemli felsefik argümanı insanın teknoloji ile birlikte doğa üzerinden ekonomik ve siyasal bir fayda sağlaması biçiminde değerlendirilmektedir. Çevrecilik düşüncesi ele alındığında karşı çıkılan iki temel ilişkiye vurgu yapılmaktadır (Öztürk, 2017). Birinci olarak insan- doğa ilişkisi ile insan merkezli yaklaşım ikincisi ise teknoloji merkezliktir. İnsan merkezli yaklaşım kaynak ve hammaddelerin sömürülmesi ile doğanın insan için bir sömürü aracından farklı bir anlam içermemesini açıklamaktadır. İkinci yaklaşım olan teknoloji merkezlik birinci yaklaşımın bir sonucu olarak ortaya çıkmaktadır. Teknolojik gelişmelerin ortaya çıkabilecek tüm olumsuz durumlar için en etkili çözümleri sunacağına odaklanılmaktadır (Öztürk, 2017). Çevrecilik düşüncesinin odaklandığı temel felsefik argüman olan ekoloji-merkezlik insanlığın varoluşu ve ekosistemin varoluşunu ilişkilendirmektedir. Farklı siyasal ve toplumsal ortamlarda gelişen çevre söylemi politikalarına karşı üç itiraz noktasının ortaya çıktığı görülmektedir. Bunlar; idealizm, görecelik ve tekbenciliktir. İdealizm; gerçekte mümkün olmayan ideal edilen bir doğayı; görecelik, farklı görüşler içerisinde birini seçmenin mümkün olmadığı doğayı ve son olarak tekbencilik toplumdan önceki var olan bir doğayı reddetmektedir (Eryılmaz, 2017).

Çevre kavramının nasıl tanımlandığına dair fikir birliğinin sağlanamaması sebebi ile birçok şekilde tanımlandığı görülmektedir. Bu bağlamda söylem analizi bu tanımlamaları yapma noktasında önemli bir yöntem olarak öne çıkmaktadır. Çevrecilik söylemlerin toplumsal, ekonomik ve siyasal bağlamlarda ele alındığı görülmektedir. Ancak genellikle çevre söylemleri arasında farklılaşma siyasi koşullara göre şekillenmektedir (Öztürk, 2017). Novikau’ya göre çevreye yönelik inançlar genel olarak çevre söylemi olarak ifade edilmektedir (Novikau, 2016). Hollandalı çevre politikacı Maarten Hajer’e göre ise çevre söylemi geçmiş deneyimlerimizi ve mevcut kabullerimizi yansıtan, doğal çevrenin durumu ile ilgili herhangi bir anlayışı yansıtmaktadır (Hajer, 1995).

Dünya literatüründe çevresel söylemler konusunda çalışma yapan birçok araştırmacı mevcuttur. Shapiro (2015), siyasi yaklaşımlar içerisinde çevresel söylemin korumacı yaklaşımdan sürdürülebilirliğe doğru dönüşüm yaptığına vurgu yapılmaktadır. Bir başka çalışmada doğanın söylemsel niteliğinin ortaya koyulduğu görülmektedir (Dingler, 2005). Necdet Teymur tarafından yazılan Çevresel Söylem (Environmental Discourse) isimli kitapta çevre söylemi kavramı söylem analizi aracılığıyla incelenmiştir. Çevre söylemini etkileyen faktörler sosyal, tarihsel ve kurumsal olaylarla ilişkilendirilerek ortaya konmuştur (Teymur, 1982). 2003 yılında Yvonne Rydin tarafından yazılan Conflict, Consensus, and Rationality in Environmental Planning: An Institutional Discourse Approach isimli eserde çevre kavramının

fen bilimleri boyutu kadar sosyal bir boyuta da sahip olduğunu ortaya koyulmuştur. Doğrudan planlama disiplinine referans veren yapıt, çevresel söylemleri araçsal olarak kullanarak tartışmaya yer vermiştir (Rydin,2003).

Çevresel söylem analizi çevre ile ilgili metinlerin, imgelerin ve fikirlerin kullanımının incelenmesinde eleştirel kuramcılar, ekolojistler ve analizciler tarafından yaygın bir biçimde kullanılmaktadır (Hannigan, 2006). Dolayısıyla bu çalışmada kullanılması en uygun yöntem olarak çevresel söylem analizi seçilmiştir. İklim değişikliğine vurgu yapan 2004 yapımı The Day After Tomorrow isimli filme verilen tepkileri, iklim değişikliği ile ilgili algı ve bilinç düzeyindeki farklılıkları belirlemek için filme yapılmış yorumlara söylem analizi uygulanarak gerçekleştirilmiştir.

### 3. Yöntem

Çalışmada kullanılan "Söylem Analizi" toplumsal gerçekliğin kurulma biçimine odaklanan bir analiz yöntemidir. Söylem, toplumsal inşacı, kuramsal, etnografik ve konuşma olarak beş temel nitel analiz üzerine odaklanan analiz metodu (Krippendorf, 2013) yüzeyin altındaki söylemi ortaya çıkarmaya, dili kullanarak ve onun ötesine geçerek bir hâkim söylemin toplumsal ve bireysel değerleri nasıl şekillendirdiğini anlamaya çalışmaktadır (Schreier, 2013). 46-47). Farklı içeriklerde ele alınan söylem analizi çalışma kapsamında belirlenen amaç doğrultusunda iki aşamalı bir yöntem kurgusu içerisinde ele alınmıştır. Birinci aşamada, Türkiye'de en çok ziyaret edilen, filmler, diziler, televizyon programları, video oyunları ve internet içerikleri hakkında bilgiler barındıran çevrimiçi veri tabanlarından biri olan Beyaz Perde 'de yer alan yorumlar incelenmiştir. The Day of After Tomorrow filmi ile ilgili izleyici yorumları çevre söylemleri özelinde seçilerek kategorize edilmiştir. beyazperde.com sitesinin giriş sayfasında; filmler, seanslar, haberler, fragmanlar ve TV dizileri sayfalarına erişilebilen yönlendirici başlıklar yer almaktadır. beyazperde.com sitesinde filmlerin altında eleştiri yaz başlığı ve alanı bulunmaktadır (Şekil 1).

Şekil 1. beyazperde.com Sitesinin Eleştiri Alanı Görself

Yapılan eleştiri, eleştiri yayımla butonuna tıklayarak yayınlanmaktadır. "Eleştiri yayımla" butonuna bastığınızda kullanım koşullarını kabul etmiş sayılırsınız. beyazperde.com'da filmlere eleştiri yazan kişilerden üyelik istenmemekte; okurların haberlere bir kullanıcı ismi ile yorum yazmalarına olanak tanınmaktadır.

Çalışmada kullanılan örneklem grubunu beyazperde.com sitesinden elde edilen 179 kullanıcı tarafından yapılan 252 adet eleştiri oluşturmaktadır. Çalışmanın güvenilirliği açısından bütün

yorumlar çalışmaya dahil edilerek örneklem büyüklüğü oluşturulmuştur. Eleştirmenler arasından birden fazla yorum yapan kişiler tespit edilemediği için her eleştiri çalışmaya dahil edilmiştir. Beyazperde.com sitesinden elde edilen eleştirilerde yalnızca kullanıcıların oluşturduğu kullanıcı ismi mevcut olduğu için, seçilen örneklem grubunda yaş, cinsiyet, sosyo-ekonomik, küresel özellikler gibi benzerlikler ve farklılıklar saptanamayarak göz ardı edilmiştir.

Çalışma kapsamında veri kümelemesi İklim Değişikliği, Toplum Bilinci, Siyasi Eleştiri, Sanatsal Eleştiri ve Genel Eleştiri başlıkları altında kategorize edilmiştir. Çalışmanın ikinci aşamasında çevre söylemleri doğrultusunda kategorize edilen yorumlar Word ortamına aktarılarak veri setleri elde edilmiştir. Oluşturulan veri setleri nitel ve karma yöntemler için veri analizi yazılımı olan MAXQDA 2022 Analytics Pro programı ile analiz edilmek üzere programa aktarılmıştır. Hazırlanan veri setlerinin çözümlenmesi için programın kodlama sisteminden yararlanılmıştır. MAXQDA Kod sistemi çalışmanın analiz edilmesinde kolaylık sağlaması açısından belirlenen kategorilere terimlerin atanması ile oluşturulan bir sistemdir. Bu çalışmada Siyasi Eleştiri, İklim Değişikliği, Toplum Bilinci, Sanatsal Eleştiri ve Genel Eleştiri olmak üzere 5 adet kod grubu oluşturulmuş. Örneğin; küresel ısınma, doğal afet gibi söylemler İklim Değişikliği kod grubuna atanmıştır. Kodlama sistemi ile elde edilen veriler frekans analizi, kod bulutu ile değerlendirilmiştir.

#### 4. Bulgular

Frekans analizi, kategorize edilmiş çevre söylemlerinin içeriklerinde sıklıkla tekrar edilen yorumları ölçen bir yöntemdir. Bu veriler kategorilerin baskınlık düzeyini tespit etmemize yardımcı olmaktadır.

##### 4.1. Beyazperde.com Sitesine İlişkin Kodlama Verileri

Beyazperde.com sitesinden elde edilen 252 adet eleştiri MAXQDA 2022 programına aktarılarak, veri kümesi içerisinde toplam 252 adet kodlama yapılmıştır. Bu kodların her biri oluşturulan kod gruplarına atanarak kategorize edilmiştir (Tablo 1).

Tablo 1. Veri Kümesinin Kod Grubu ve Kod Sayısı

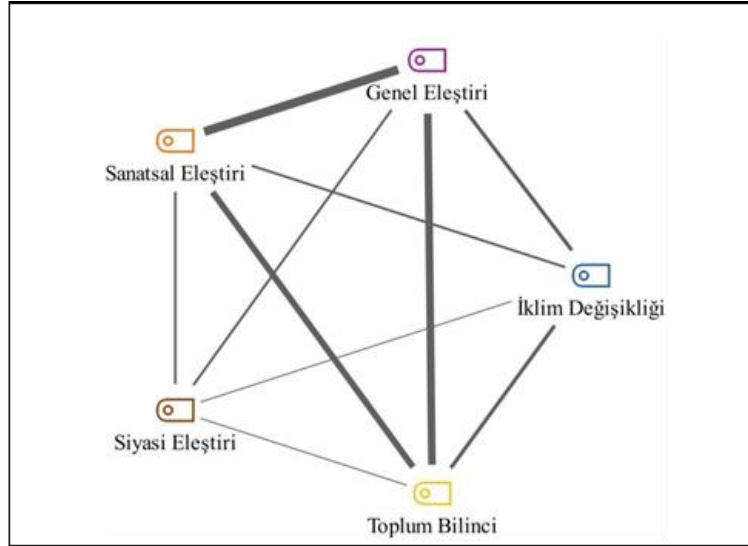
Kod Grubu	Kod Sayısı	Yüzde
Siyasi Eleştiri	12	4,7
İklim Değişikliği	22	8,7
Toplum Bilinci	51	20,5
Sanatsal Eleştiri	67	26,5
Genel Eleştiri	100	39,6
<b>TOPLAM</b>	<b>252</b>	<b>100</b>

Kullanılan kod gruplarından 5 tanesi ele alınarak kod için minimum sıklık 1 ve ölçek en sık kullanılan grup daha büyük olacak şekilde düzenlenmiş bir kod bulutu elde edilmiştir (Şekil 2).



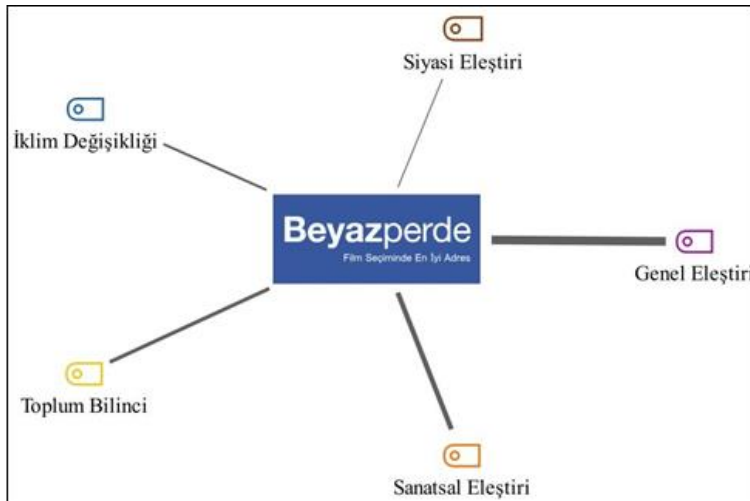
Şekil 2. Beyazperde.com Sitesi İçin Kod Bulutu

Kod birlikte oluşma veya kod yakınlığı modelinde çizgi kalınlığıyla ifade edilen kodlar arası ilişkiler incelendiğinde Genel Eleştiri kodu ile Sanatsal Eleştiri kodu arasında güçlü bir bağlantı olduğu görülmektedir. Benzer şekilde Genel Eleştiri kodu ile Toplum Bilinci arasında da güçlü bir bağlantı söz konusudur. Toplum Bilinci ve Sanatsal Eleştiri arasında çok güçlü olmasa bile güçlü bir ilişki söz konusudur. İklim Değişikliği ile Toplum Bilinci arasında da düşükte olsa bir kesişim olduğunu söyleyebiliriz (Şekil 3).



Şekil 3. Kod Birlikte Oluşma Modeli

Beyaz perde yorumları ve kodlar arasındaki ilişkiyi incelemek adına tek vaka modeli uygulanmıştır. Tek vaka modeline göre beyaz perde yorumları en çok Genel Eleştiri kategorisi ile bağlantılıdır. Bu sıralama Sanatsal Eleştiri, Toplum Bilinci, İklim Değişikliği ve Siyasi Eleştiri şeklinde takip etmektedir (Şekil 4).



Şekil 4. Tek Vaka Modeli

Elde edilen kod bulutuna göre en sık kullanılan kod "Genel Eleştiri" kodyken en az kullanılan kod "Siyasi Eleştiri" kodu olmuştur. Yapılan frekans analizi sonucu Toplum Bilinci kategorisinden elde edilen sonuçlara göre beyaz perde üye eleştirilerinin büyük çoğunluğu filmin dünyanın geleceğini anlattığını ifade etmiştir. Ayrıca film etkileyici ve kaygı verici

bulunmuştur. Daha az sıklıkla tekrarlanan diğer kodlara göre insanoğlunun sonunu anlattığı, gerçekçi ve ders çıkarılması gereken bir film olduğu görüşü hâkimdir. Toplum Bilinci ile ilgili yapılan 51 yorum tüm yorumların yaklaşık %20,5'ini oluşturmaktadır (Tablo 2).

Tablo 2. Toplum Bilinci Temasına Göre Elde Edilen Söylemlerin Frekans Değerleri

Toplum Bilinci	Frekans (f)
Dünyanın Geleceği	15
Etkileyici	9
Kaygı Verici	9
İnsanoğlunun Sonu	8
Gerçekçi	7
Ders Çıkarılmalı	3
<b>TOPLAM</b>	<b>51</b>

Yapılan frekans analizi sonucu İklim Değişikliği kategorisinden elde edilen sonuçlara göre beyaz perde üye eleştirilerinin büyük çoğunluğu küresel ısınma konusuna vurgu yapmıştır. Doğal afet ve iklim değişikliği konularında yapılan eleştiriler ikinci ve üçüncü sırada yer almaktadır. Daha az sıklıkla tekrarlanan eleştiriler buzul çağı, doğanın korkunç yüzü, nükleer kirlenme, kaynakların tüketilmesi ve tabiatın yok olması şeklindedir. İklim değişikliği ile ilgili yapılan 22 yorum tüm yorumların yaklaşık %8,7'sini oluşturmaktadır (Tablo 3).

Tablo 3. İklim Değişikliği Temasına Göre Elde Edilen Söylemlerin Frekans Değerleri

İklim Değişikliği	Frekans (F)
Küresel Isınma	11
Doğal Afet	3
İklim Değişikliği	2
Buzun Çağı	1
Doğanın Korkunç Yüzü	1
Nükleer Kirlenme	1
Kaynakların Tüketilmesi	1
Tabiatın Yok Edilmesi	1
<b>TOPLAM</b>	<b>22</b>

Yapılan frekans analizi sonucu siyasi eleştiri kategorisinden elde edilen sonuçlara göre beyaz perde üye eleştirilerinin büyük çoğunluğunun büyük devletlere gönderme yaptığı görülmüştür. İkinci olarak ise devlet büyüklerine eleştiri yapılmıştır. Siyasi eleştiri ile ilgili yapılan 12 yorum tüm yorumların yaklaşık %4,7'sini oluşturmaktadır (Tablo 4).

Tablo 4. Siyasi Eleştiri Temasına Göre Elde Edilen Söylemlerin Frekans Değerleri

Siyasi Eleştiri	Frekans (F)
Büyük Devletlere Gönderme	10
Devlet Büyüklerine Gönderme	2
<b>TOPLAM</b>	<b>12</b>

Yapılan frekans analizi sonucu sanatsal eleştiri kategorisinden elde edilen sonuçlara göre beyaz perde üye eleştirilerinin büyük çoğunluğunun filmin görsel kalitesini başarılı buldukları görülmüştür. Sahne eleştirileri sıklık sıralamasına göre ikinci kategoride yer almaktadır. Üçüncü olarak beyaz perde üye eleştirilerine göre film klişe ve basit senaryolu bulunmuştur. Sanatsal eleştiri ile ilgili yapılan 67 yorum tüm yorumların yaklaşık %26,5'ini oluşturmaktadır (Tablo 5).



Tablo 5. Sanatsal Eleştiri Temasına Göre Elde Edilen Söylemlerin Frekans Değerleri

Sanatsal Eleştiri	Frekans (F)
Görsel Kalitesi Başarılı	49
Sahne Eleştirisi	7
Klişe ve Basit Senaryo	5
Başarılı Senaryo	3
Kopukluklar ve Mantık Hataları Mevcut	3
<b>TOPLAM</b>	<b>67</b>

Eleştiriler içinde sıklıkla kullanılan fakat herhangi bir kategorik temaya karşılık gelmeyen eleştiriler Genel Eleştiri başlığı altında toplanmıştır. En sık tekrarlanan Genel Eleştiriye göre beyaz perde üyelerinin büyük çoğunluğu filmi çok iyi bulmuştur. Minimum 1 sıklık frekansına sahip olan 7 Genel Eleştiri Tablo 6'da verilmiştir. Genel Eleştiri başlığı altında yapılan 100 yorum tüm yorumların yaklaşık %39,6'sını oluşturmaktadır.

Tablo 6. Genel Eleştiri Temasına Göre Elde Edilen Söylemlerin Frekans Değerleri

Genel Eleştiri	Frekans (F)
Çok İyi	50
Başarısız	16
Çok Sıradan	11
Diğer	14
Başarılı	4
Herkes İzlemeli	4
Sürükleyici	1
<b>TOPLAM</b>	<b>100</b>

## 5. Tartışma ve Sonuç

Günümüzde çevre ve doğa ile insan ilişkileri arasında çevre algısının oluşumunda medyanın rolü oldukça büyüktür. Bu medya kanalları aracılığıyla bireylerin gündem özelinde tartışarak bilgi sahibi olabileceği platformlar sıklıkla kullanılmaktadır. Diğer medya kanalları arasında sinema geçmişini hatırlatan, bugünü gösteren ve geleceğe dair vizyonlar çizen önemli bir sanat türüdür. Sinema filmleri vizyona girdikleri dönem sinemalarda, sonrasında TV veya internet üzerinden sürekli olarak izlenebilmektedir. Diğer sanat türlerine nazaran sinema duygu ve düşüncelerimizi daha geniş bir perspektifle anlatmamızda yardımcı olmaktadır.

İnsanlık doğa ile sorunlu bir ilişki kurmaya başladığı aşamadan itibaren, söz konusu sorunlu ilişkiyi olumsuz gelecek senaryolarına aktaran üretimler de ortaya çıkarmaya başlamıştır. Sinema filmleri bu noktada geleceğe dair duyulan kaygı ve endişenin dışı vurumunda önemli yapıtlar olarak ortaya çıkarken, aynı zamanda ticari bir amaca hizmet etmeleri bağlamında araçsal bir içerik de kazanmışlardır. Benzer argümanlar, konular eşliğinde ve insan merkezli bir kurguda daha çok insan varlığının sürekliliğini sağlamaya dair bir senaryo bütünlüğü içerisinde üretimler olarak beyaz perdeye yansımışlardır. Bununla birlikte her üretimin birey ve toplumu etkileme potansiyelinin bulunduğu ve özellikle görsel sanatlar alanında yapılan çalışmaların, medyanın toplumsal bilinç ve farkındalığın geliştirmede kullanılabilecek önemli araçlar olduğu çeşitli araştırmaların bulguları olarak ortaya konmaktadır. İçinde bulunduğumuz dijital çağın insan ve toplum yaşamına sunduğu fırsatlar ve beraberinde getirdiği sorunlar da bu bağlamda sıklıkla tartışılmaktadır. Sinema endüstrisinin çevre bilinci ve duyarlılığına katkısını ölçmek için yapılan çalışmalar filmlerin insanlık üzerindeki etkisinin anlaşılabilmesi

açısından arttırılmalıdır. Yaşanmış ve yaşanabilecek olan felaketleri bizlere görsel yollarla aktaran bu tarz filmler vermek istedikleri mesaj yönüyle ele alınmalı ve kurgusal içerikleri sahip oldukları güç ve olanaklar açısından yeniden yapılandırılmalıdır.

İnternet üzerinde oluşturulmuş film eleştirileri ve yorumlarının yer aldığı platformlar bu bağlamda izleyicilere aktif bir rol biçerek, duygu ve düşüncelerini paylaşabilecekleri sosyal etkileşim alanları olarak önemli fırsatlar sağlamaktadır. Bu çalışmada günümüzün en büyük problemlerinden biri olan iklim değişikliğini konu alan The Day of After Tomorrow filmi örneğinde, izleyici yorum içerikleri ve eleştirileri verilerine ulaşılarak yapılan incelemede filmin yarattığı etkilere yönelik önemli çıkarımlar elde edilmiştir. Nitekim beyazperde.com sitesinden The Day of After Tomorrow filmine yorum yapan izleyicilerin büyük çoğunluğu filme genel yorumlar yapmıştır. Filmin ana temasının iklim değişikliği sonucunda dünyanın kaçınılmaz sonu hakkında olmasına rağmen izleyicilerin büyük çoğunluğu film hakkında çok iyi, başarısız ve sıradan gibi genel ifadelerle yorum yapmışlardır. Bu sonuç film izleyicilerinin çevre bilinci ve iklim değişikliği konusunda verilmek istenen mesajı göz ardı ederek yalnızca filmi genel ifadelerle eleştirdikleri yönünde bizlere bilgi vermektedir. Yani film izleyicilerin büyük çoğunluğunda (%39,6) iklim değişikliği bilincini uyandırılmamıştır.

Kod birlikte oluşma modeli için bulgularda verilen sonuçları incelediğimizde; genel eleştiri yapan bireylerin sanatsal eleştiri ve aynı zamanda toplum bilinci söylemlerinde bulunduğunu söyleyebiliriz. Aynı zaman da iklim değişikliği konusunda eleştiri yapan bireylerin genel eleştiri ve toplum bilinci söylemleri konusunda da yorum yaptığı gözlenmiştir. Siyasi eleştiri ve genel eleştiri arasında ise çok düşük bir bağlantı söz konusudur. Genel eleştirilerin ardından filme en çok yapılan yorumlar sanatsal eleştiri kategorisinde olmuştur. Filmin görsel kalitesi, sahne ve senaryosuyla ilgili eleştiriler izleyicilerin %26,5'ini kapsamaktadır. Buradan film izleyicilerinin filmin ana temasını göz ardı ederek çoğunlukla görsel olarak akılda kalıcı buldukları sonucuna ulaşabiliriz. Üçüncü sırada filme yapılan eleştiriler toplum bilinci kategorisinde olmuştur. İzleyicilerin %20,5'inin yorum yaptığı bu kategoride dünyanın geleceği hakkında endişe ve kaygılardan bahsedilerek insanlığın sonuna vurgu yapılmıştır. Bu sonuç ilk sırada yer almasa bile film izleyicilerinin bir kısmında iklim değişikliği ile ilgili bilinç ve kaygının oluştuğunu bizlere göstermektedir. Dördüncü sırada yer alan ve filmin ana temasını oluşturan iklim değişikliği kategorisine yapılan yorumlar izleyicilerin %8,7'sini oluşturmaktadır. Bu oran oldukça düşüktür. Filmin izleyicileri üzerinde yeterli etkiyi bırakmadığı ve iklim değişikliği konusunda çok küçük bir kitlede bilinç uyandırdığı sonucuna varabiliriz. Beşinci ve son sırada yer alan siyasi eleştiriler kategorisi izleyicilerin %4,7'sini kapsayarak en düşük yorum alan bölümdür. Filmde vurgu yapılan iklim değişikliğinin beraberinde getireceği sonuçları görmezden gelip tedbir almak istemeyen yöneticilere ve sisteme yönelik eleştiriler çok düşük bir oranda da olsa izleyiciler tarafından yapılmıştır.

Sonuç olarak çevre konusunu ön plana çıkaran filmlerin, bireylerin çevre algısının oluşmasında oldukça önemli bir araç olduğu görülmektedir. Yapılan çalışmanın da gösterdiği gibi 'The Day Of After Tomorrow' filmi izleyiciler tarafından farklı çevre söylemleri çerçevesinde değerlendirilmiştir. Çalışmada, sosyal medyayı dünya genelinde en çok kullanan ülkelerden birisi olan Türkiye'de, bu platformda yapılan eleştiriler özellikle çevre temalı bu film özelinde değerlendirildiğinde yeteri derecede bilinçli ve duyarlı yorumlar yapılmamış olması da dikkat çekicidir. Değişen iklim nedeniyle dünyanın geleceği ve insanlığın sonu hakkında bizlere çeşitli mesajlar vermek isteyen The Day of After Tomorrow filmi şu cümlelerle son bulur; "Yıllarca gezegenimizin kaynaklarını hiç düşünmeden sürekli bitmeyeceğine inanarak tükettik. Ama yanıldık". The Day of After Tomorrow örneğinde ortaya çıkan sonuç beyazperde.com gibi platformlar kullanıcılar tarafından sıklıkla kullanılsa bile yapılan eleştiriler çok genel düzeyde sınırlı kaldığı yönündedir. Bu sonuç elbette pek çok açıdan değerlendirme yapmaya açık veriler sunmaktadır. Peyazperdenin ve sosyal medyanın içerisinde yer alacağı bir teknolojik ortamdan başlayarak, toplumsal değer sitemindeki değişim, kişisel ve psikolojik faktörler vb.

pek çok konu başlığında çeşitli tartışmalar yapmak mümkündür. Bununla birlikte görsel bir çağda görsel üretimlerin bilinç ve duyarlılık yaratmada, toplum ve bireylerin farkındalığını geliştirmede nasıl daha etkili araçlar olarak ele alınabileceği üzerine düşünmek de son derece önemlidir.

## Kaynaklar

Adedeji, O. (2014). Global climate change. *Journal of Geoscience and Environment Protection*, 2(02), 114.

Budan, C. Y. (2017). Çevreci Eleştiri Bağlamında Yaşar Kemal'in Kuşlar Da Gitti Romanı Üzerine Bir Değerlendirme. *Bartın Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Dergisi*, 2(1), 3-20.

Dingler, J. (2005). The discursive nature of nature: Towards a post-modern concept of nature. *Journal of Environmental Policy & Planning*, 7(3), 209-225.

Eryılmaz, Ç. (2017). Çevre Söylemlerine Göre Çevre Konulu Filmlerin Analizi. *Bilgi Sosyal Bilimler Dergisi*, (1), 117-147.

Erzen, J. (2006). Çevre Estetiği, Odtü Yayıncılık, Ankara.

Güntay, G. Y. (2020). Yeşil Reklamlarda Tüketicinin Bilinçlendirilmesine Yönelik Çevreci Söylemlerin Analizi. *Selçuk İletişim*, 13(2), 501-533.

Hannigan, John (2006), *Environmental Sociology*, London: Routledge.

Hajer, M. A. (1995). The politics of environmental discourse: Ecological modernization and the policy process. Clarendon Press.

IPCC (2001) Third assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge University Press, UK.

IPCC Online (2001), Glossary of Terms Used in the IPCC Third Assessment Report.

İğit, A. S. L. I. (2017). Yılanların Öcü Filminin Ekoeleştirel Söylem Çözümlemesi. *Global Media Journal*, 7(14).

Krippendorff, K. (2013), *Content Analysis: An Introduction to its Methodology*, Thousand Oaks: Sage

Novikau, A. (2016, March). The evolution of the concept of environmental discourses: is environmental ideologies a useful concept?. In *Western Political Science Association 2016 Annual Meeting Paper*.

Öztürk, Ö. (2017). Çevrecilik Söylemleri ve Türkiye'deki Çevre Hareketlerinin Seyri/Environmental Discourses and the Course of Environmental Movements in Turkey. *Journal of History Culture and Art Research*, 6(2), 441-456.

Rydin, Y. (2003). *Conflict, consensus, and rationality in environmental planning: an institutional discourse approach*. OUP Oxford.

Sakellari, M. (2015). Cinematic climate change, a promising perspective on climate change communication. *Public Understanding of Science*, 24(7), 827-841.

Schreier, M. (2013), *Qualitative Content Analysis in Practice*, Los Angeles: Sage.

Shapiro, M. J. (2005). The discursive spaces of global politics. *Journal of Environmental Policy & Planning*, 7(3), 227-238.

Teymur, N. 1982. *Environmental Discourse: A Critical Analysis of Environmentalism in Architecture, Planning, Design, Ecology, Social Sciences and the Media*. Question Press, London.

URL-1; <https://www.blog.umut.org.tr/iklim-krizi-ve-sinemadaki-izleri.html>

Yaslıkaya, R. (2015). Ekolojik Paradigmada Bir Kavşak: Çevreci Sinema. *International Journal of Science Culture and Sport (IntJSCS)*: 410-428.





## Sosyo-Ekonomik ve Biyofiziksel Bileşenlerine Dayalı Geliştirilen Dirençlilik İndeksi ile Türkiye'de Kuraklığın İncelenmesi

Hıdır SERKENDİZ<sup>1\*</sup>, Hasan TATLI<sup>1</sup>

### Öz

Dirençlilik kavramı ekolojik sistemlere olduğu gibi insan-çevre ve sosyo-ekolojik ekosistemlere de uygulanabilir. Bu çalışma, bir insan-çevre sistemi olan, kuraklık tehlikesinin dirençliliğini anlama ve değerlendirmek amacıyla geliştirilen bir kavramsal çerçeve önermektedir. Bu bağlamda, geliştirilen kavramsal çerçeve sosyo-ekonomik göstergelere dayalı olarak operasyonel hale getirilmiş ve Türkiye'deki tüm illere uygulanmıştır. Çalışmada, ilk adımda Türkiye'nin kuraklık tehlikesine "maruz kalma" örüntüsünü ortaya çıkarmak için Standartlaştırılmış Yağış ve Evapotranspirasyon (SPEI) ve Gidiş Teorisi (Run) yaklaşımlarına dayalı kuraklık yoğunluğu hesaplanmıştır. Tanımlanan gösterge ve değişkenlerin göreceli ağırlık değerlerini bulmak için ise Analitik Hiyerarşi Süreci yöntemi kullanılmıştır. Ardından, alt-değişkenler ilgili göstergeler altında birleştirilerek, "Ekonomik, Sosyal ve Yapısal Dirençlilik İndeksi" olarak isimlendirilen üç indeks geliştirilmiştir. Sonuncu adımda, kuraklık yoğunluğu ve alt indekslerin birleşiminden ise "Kuraklık Dirençliliği İndeksi" elde edilmiştir. Çalışmanın bulguları "kuraklık dirençliliğinin" en düşük olduğu illerin ülkenin Doğu Akdeniz Bölümü, Güneydoğu ve Doğu Anadolu Bölgelerinde üzerinde dağılışı göstermektedir. Kuraklık dirençliliğinin en düşük olduğu iller ise sırasıyla Adana, Adıyaman, Mersin, Osmaniye, Kahramanmaraş ve Diyarbakır olarak tespit edilmiştir. Diğer taraftan, dirençliliği en yüksek yerler Karadeniz ve Marmara Bölgelerindeki illerde olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, dirençliliği en yüksek iller sırasıyla Bartın, Rize, Artvin, Ardahan, Bursa ve Sinop olarak bulunmuştur. Elde edilen sonuçlar Doğu Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu'nun "kuraklık dirençliliğinin" çarpıcı bir şekilde düşük olduğunu göstermektedir. Bu sonucun muhtemel bir nedeni söz konusu bölgelerin kuraklığa eğilimli iklimi olduğu söylenebilir. Ancak, sosyo-ekonomik bileşeninde kuraklık dirençliliğini etkileyen önemli bir faktör olduğu düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Kuraklık, Kuraklık Tehlikesi, Kuraklık Dirençliliği, AHS, SPEI, Türkiye

## Investigation of Drought in Turkey with the Resilience Index Developed Based on Socio-Economic and Biophysical Components

### Abstract

The concept of resilience can be applied to ecological systems as well as human-environment and socio-ecological ecosystems. This paper presents a conceptual framework for understanding and evaluating the resilience of a human-environmental system to drought hazard. In this context, the proposed conceptual framework has been operationalized based on socioeconomic data and applied to all provinces in Turkey. In the first part of the study, drought intensity was computed using Standardized Precipitation and Evapotranspiration

<sup>1</sup>Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Çanakkale, Türkiye

Bu çalışma, idRC 2021 kongresinde sunulmuş ve Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Coğrafya Ana Bilim Dalında hazırlanmakta olan "Türkiye'nin Kuraklık Hassasiyetine Çok Boyutlu Yaklaşım" başlıklı doktora tezi ve aynı başlıklı 1230348 numaralı TÜBİTAK 1001 projesi kapsamında üretilmiştir.

\*İlgili yazar/Corresponding author: hserkendiz@gmail.com

Gönderim Tarihi / Received Date: 30.10.2022

Kabul Tarihi / Accepted Date: 30.12.2022

Bu makaleye atf yapmak için- To cite this article

Serkendiz, H., Tatlı, H., (2023). "Sosyo-Ekonomik ve Biyofiziksel Bileşenlerine Dayalı Geliştirilen Dirençlilik İndeksi ile Türkiye'de Kuraklığın İncelenmesi. Resilience, 73-91.

(SPEI) and Run Theory techniques to identify the "exposure" pattern of Turkey's drought vulnerability. To determine the relative weight values of the stated indicators and variables, the Analytical Hierarchy Process method was employed. Then, by integrating the sub-variables under the relevant indicators, three indices known as the "Economic, Social, and Structural Resilience Index" were established. The "Socio-Economic Resilience Index" was created in the last step by combining drought intensity and sub-indices. According to the study's findings, the provinces with the lowest "drought resilience" are spread across the country's Eastern Mediterranean Region, Southeast, and Eastern Anatolia Regions. According to the results, Adana, Adıyaman, Mersin, Osmaniye, Kahramanmaraş, and Diyarbakır have the lowest levels of drought resistance. On the other hand, the provinces of the Black Sea and Marmara Regions have been found to have the highest resilience. Additionally, Bartın, Rize, Artvin, Ardahan, Bursa, and Sinop were shown to have the highest levels of resilience. The findings demonstrate that the Eastern Mediterranean and Southeastern Anatolia have a startlingly low "drought resilience." The climate of the concerned regions, which is prone to drought, can be cited as a potential explanation for this outcome. Thought to play a significant role in drought resilience is its socio-economic component.

**Keywords:** Drought, Drought Hazard, Drought Resilience, AHP, SPEI, Turkey

## 1. Giriş

Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) tarafından 2021 yılında yayınlanan bir rapora göre, dünya genelinde kuraklık olaylarının sıklığı ve şiddeti artmaktadır (IPCC, 2021). Bu durum özellikle Türkiye'nin içinde bulunduğu Akdeniz havzası bölgesinde kuraklıkların sıklık ve şiddetinin önemli ölçüde arttığını göstermesi açısından oldukça önemlidir. Türkiye ve çevresinde aletli gözlemlere dayalı kuraklık analizleri sonuçlarına ek olarak, gelecekte iklim değişikliğinin de etkisiyle kuraklık olaylarının şiddetinin, sıklığının ve süresinin artacağı öngörülmektedir (Sen vd., 2012; Turp vd., 2014). Nitekim mevcut iklim koşullarında, yıllık su kıtlığına bağlı olarak Türkiye'nin büyük bir bölümünün iklimi yarı-kurak, kurak ve yarı-nemli koşullardadır (Türkeş, 2012). Dolayısıyla mevcut ve öngörülen iklim koşulları dikkate alındığında, Türkiye'nin ciddi bir kuraklıkla karşı karşıya olduğu söylenebilir.

Kuraklık, diğer doğal afetlerle karşılaştırıldığında en karmaşık ve zarar verici doğal tehlike olarak kabul edilmektedir (Wilhite, 2000). Bryant (2006), 31 doğal afetin etkisini çeşitli kriterlere göre değerlendirmiş ve bu 31 doğal afet arasında kuraklığın bir numara olduğunu göstermiştir. Değerlendirmeye göre çarpıcı sonuç, kuraklığın öngörülemezliği ve ilgili diğer tehlikeler dışındaki tüm kriterler için en önemli tehlike olduğudur. Kuraklığın etkileri değişkenlik gösterse de genel olarak ekonomik, çevresel ve sosyal olarak sınıflandırılabilir (Zarafshani vd., 2016). Ancak tüm doğal afetlerde olduğu gibi kuraklığın da hem doğal hem de toplumsal bir boyutu vardır. Bu nedenle, herhangi bir alanın riski, hem o bölgenin olaya maruz kalmasına hem de toplumun olaya duyarlılığına bağlıdır. Başka bir deyişle, kuraklık gibi doğal afetleri anlamak için, insanları etkileyebilecek tehlike türlerinin yanı sıra çeşitli insan gruplarının hassasiyet düzeylerini bilmek gerekmektedir (Wisner vd., 2004). Kuraklık olaylarını (yoğunluk, süre ve mekânsal dağılım) belirlemek için birçok iklimsel, meteorolojik ve hidrolojik indeks (örneğin, Palmer Kuraklık Şiddet İndeksi, Standart Yağış İndeksi, Standart Yağış Evapotranspirasyon İndeksi, vb.) yaygın olarak kullanılmaktadır (Bordi vd., 2009; Guttman, 1999; Liu vd., 2021; Mishra vd., 2009; Tatli ve Türkeş, 2011; Türkeş ve Tatli, 2009; Tatli, 2021). Öte yandan, kuraklık hassasiyetini ve/veya dirençliliğini ölçmek daha karmaşık ve zor bir süreçtir (Anderson, 1993; Birkmann, 2013a; Cutter vd., 2008a).

Dirençlilik kavramının kökeni 1960'larda ve 1970'lerin başında ekoloji alanında yapılan çalışmalara dayanmaktadır (Folke, 2006). Bu bağlamda, Holling (1973) dirençlilik kavramını

ilk tanımlayan araştırmacılardan biridir. Onun tanımına göre, "dirençlilik, bir sistemdeki ilişkilerin sürekliliğini belirler ve bu sistemlerin durum değişkenleri, kontrol değişkenleri ve parametrelerindeki değişiklikleri soğurma ve bunlara dirençlilik yeteneğini ölçer." Ayrıca, coğrafya ve şehir planlamacılar gibi farklı sosyal bilim disiplinleri de farklı tanımlama ve yaklaşımlarla, dirençlilik kavramının gelişimine katkıda bulunmuşlardır (Adger vd., 2005; Birkmann, 2013b; Carpenter vd., 2001; Cutter vd., 2008b; Field vd., 2012; Folke, 2006; Kasperson vd., 2001; Kasperson ve Kasperson, 2005; Parry vd., 2007; Pelling, 2003; Turner vd., 2003; UNISDR, 2004; Walker vd., 2004; White vd., 2005). Böylece dirençlilik kavramı, ekolojik sistemlerin yanı sıra insan-çevre ve sosyo-ekolojik sistemlere de uygulanabilmektedir (Lorenz, 2013). Bu bağlamda, insan-çevre etkileşimini ele alan birçok çalışma, afetlere karşı dirençliliği ölçmeye çalışmıştır. Örneğin, Cutter vd. (2010) sosyo-ekonomik göstergelere dayalı olarak bir afet dirençlilik indeksi geliştirdi ve bunu Amerika Birleşik Devletleri'nin (ABD) güneydoğusuna uyguladı. Sherrieb vd. (2010) sosyo-ekonomik göstergelerle geliştirdiği topluluk dirençlilik indeksini, ABD'nin Mississippi Eyaletine uygulamıştır. Peacock vd. (2010), sosyal, ekonomik, fiziki ve beşerî sermaye bileşenlerine dayalı olarak bir Topluluk Afet Dirençlilik Çerçevesi geliştirmiştir. Daha sonra geliştirilen bu kavramsal çerçeve, gösterge tabanlı bir yaklaşıma dayalı olarak kullanıldı ve ABD'nin Teksas eyaletinde uygulandı. Kotzee ve Reyers (2016), Güney Afrika'daki sele eğilimli alanların direncini değerlendirmek için göstergelere dayalı bir indeks geliştirdi. Yoon vd. (2016), gösterge yöntemine dayalı bir dirençlilik indeksi ile Güney Kore'nin sel direncini analiz etti. Öte yandan, Türkiye'nin kuraklık dirençliliğini değerlendiren bir çalışmaya ulaşamamıştır. Fakat, Dabanlı (2018) sınırlı bir sosyal ve çevresel gösterge setiyle Türkiye'nin kuraklık tehlikesi, hassasiyeti ve riskini değerlendirmiştir.

Dirençliliği ölçmenin zorluğuna ek olarak, artan sayıda afet olayına karşı dirençliliği değerlendirmek bir zorunluluktur. Çünkü dirençlilik değerlendirilmesi, maruz kalan sistemlerin kendini örgütlenme yeteneği, öğrenme ve uyum sağlama kapasitesi gibi konuların daha iyi anlaşılmasını sağlayabilir (Carpenter vd., 2001). Ayrıca Türkiye'de yukarıda bahsedilen kuraklık riskinden dolayı kuraklık duyarlılığını ve direncini anlama ve yönetme ihtiyacı her geçen gün artmaktadır. Bu çalışmada, öncelikle teori ile pratik arasındaki boşluğu doldurmak için Kuraklık Dirençliliği İndeksi (KDİ) modeli geliştirilmiştir. Bu modelin geliştirilmesinde Serkendiz ve Tatlı (2021) tarafından önerilen gösterge temelli yaklaşım kullanılmıştır. Kuraklık dirençliliği gibi doğrudan ölçülemeyen olgular, genellikle varsayımsal olarak bağlantılı gösterge ve temsili değişkenler kullanılarak oluşturulan indeksler ile ölçülür (Blauhut vd., 2016; Brooks vd., 2005; Carrão vd., 2016; Chen vd., 2013; Cutter vd., 2008a; Cutter vd., 2010; Cutter vd., 2003; Cutter vd., 2000; De Stefano vd., 2015; Gbetibouo ve Ringler, 2009; Kim vd., 2013; Kotzee ve Reyers, 2016; O'Brien vd., 2004; Sherrieb vd., 2010; Wilhelmi ve White, 2002). Gösterge ve temsili değişkenler tarafından elde edilen bu tür bileşik indeksler yararlı araçlar olabilir. Çünkü, dirençlilik ve hassasiyet gibi kavramların çok boyutlu olması doğrudan ölçümü zorlaştırmaktadır (Cutter vd., 2008a; Cutter vd., 2010). Böylece, göstergelere dayalı yaklaşım, dirençlilik kavramının farklı boyutlarını, herhangi bir tek gösterge veya değişken tarafından yakalanamayan tek bir skaler sayı ile gösterilebilir. İkinci olarak geliştirilen bu KDİ modeli Türkiye'de uygulandı. Bu anlamda bu çalışma, Türkiye'de kuraklık dirençliliğini ölçmek için geliştirilmiş ilk model ve uygulamalı deney olma özelliğini taşımaktadır.

Özet olarak, bu çalışma, Türkiye'de kuraklık direncini değerlendirmek için gösterge temelli bir yaklaşıma dayalı bir KDİ modeli geliştirmiştir. Bu model temel olarak iki bileşenden oluşur: kuraklık yoğunluğu ve sosyo-ekonomik bileşen. Maruz kalmanın bir göstergesi olan kuraklık yoğunluğu, dirençliliğin fiziksel boyutunu temsil eder. Sosyo-ekonomik bileşen, ekonomik, sosyal ve yapısal olmak üzere üç gösterge ve bu göstergeler altında tanımlanan 15 tipik değişkenden oluşmaktadır. Modeli oluşturan gösterge ve değişkenlerin gerçek hayatta farklı ağırlıklara sahip olması nedeniyle gösterge ve değişkenlerin göreceli ağırlıkları Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) yaklaşımı kullanılarak uzman görüşüne dayalı olarak belirlenmiştir. Türkiye

genelinde iller düzeyinde uygulanan bu modele göre öncelikle ekonomik, sosyal ve yapısal dirençlilik indeksi olmak üzere üç alt indeks elde edildi. KDİ, bu üç alt indeksin bileşiminden oluşturulmuştur.

## 2. Veri ve Yöntem

### 2.1. Veri

Bu çalışmada kullanılan verilerin kaynakları ve özellikleri Tablo 1'de özetlenmiştir. Sıcaklık (°C) ve yağış (mm) verileri için seçilen istasyonlar genellikle kent merkezlerinde yer almaktadır. Bu 81 meteoroloji istasyonunun 1970-2021 dönemine ait sıcaklık ve yağış verileri kullanılmıştır.

Tablo 1. Çalışmada kullanılan gösterge ve değişkenler ile değişkenlerin veri kaynakları ve özellikleri. MGM = Meteoroloji Genel Müdürlüğü, TÜİK = Türkiye İstatistik Kurumu, GİB = Göç İdaresi Başkanlığı, GLOBIO = Global Biodiversity, TARSİM = Tarım Sigortaları Havuzu.

Gösterge	Temsili Değişkenler	Açıklamalar	Yıl	Veri Kaynakları
SYEİ	Sıcaklık	Aylık ortalama sıcaklık (°C)	1970 – 2021	MGM
	Yağış	Aylık toplam ortalama yağış (mm)	1970 – 2021	MGM
Ekonomi	GSYH	Kişi başına düşen Gayrisafi Yurtiçi Hasıla.	2020	TÜİK
	Hayvancılık	Büyük baş (tosun, düve, inek, dana-buzağı, boğa-öküz ve manda) ve küçük baş (koyun ve keçi) hayvan sayısı.	2021	TÜİK
	Yoksulluk	Eşdeğer hanehalkı kullanılabilir fert geliri yoksulluk sınırının altında olanların toplam nüfus içindeki oranı (%).	2021	TÜİK
	Tarım sektörünün istihdam oranı	İktisadi faaliyet kollarına göre tarım sektöründe istihdam edilenlerin -15 yaş üzeri- oranı (%).	2021	TÜİK
Sosyal	Yaş bağımlılık oranı	Çocuk bağımlılık oranı (0-14 yaş) ile yaşlı bağımlılık oranının (65+ yaş) toplamından oluşur (%).	2021	TÜİK
	Sığınmacı oranı	Suriyeli sığınmacı sayısının ilde yaşayan toplam kişi sayısına oranı (%).	2022	GİB
	Toplam nüfus yoğunluğu	İllerde yaşayan toplam kişi sayısı.	2021	TÜİK
	GINI katsayısı	Eşdeğer hanehalkı kullanılabilir fert gelinine göre GINI katsayısı.	2021	TÜİK
	İnsani Gelişim Endeksi	Gelir, sağlık ve eğitim göstergelerinin birleşimi.	2018	Meydan ve Sarı (2018)
	Farkındalık	Yükseköğretim veya fakülte mezunu oranı (%).	2021	TÜİK
	Göç	Net göç (kişi sayısı)	2021	TÜİK
Yapısal	Sağlık	Hekim başına düşen kişi sayısı.	2021	TÜİK

Ulaşım	Kara yolu yoğunluğu (km <sup>2</sup> )	2018	GLOBIO
AR-GE	ARGE projelerinde yer alan kişi sayısı.	2020	TÜİK
Tarım sigortası	Köy bazlı kuraklık verim sigortası: toplam sigortalanan alan (ha).	2021	TARSİM

## 2.2. Yöntem

### 2.2.1. Standartlaştırılmış Yağış ve Evapotranspirasyon İndeksi

Standartlaştırılmış Yağış ve Evapotranspirasyon İndeksi (SYEİ), yağış (P) miktarı ile potansiyel evapotranspirasyon (PET) miktarı arasındaki farka (D), yani; su-açığına dayanmaktadır ve bu fark Vicente-Serrano vd. (2010)'a göre aşağıdaki ifadeyle gösterilir.

$$D_i = P_i - PET \quad (1)$$

burada,  $P_i$  yağışı (mm/ay),  $PET$  evapotranspirasyonu (mm/ay),  $D_i$  ise yağış ve potansiyel evapotranspirasyon arasındaki farkı, su-açığını, göstermektedir. Bu formül, farklı zaman ölçeklerinde hesaplanan basit bir iklimsel su dengesini temsil etmektedir. Burada ilk aşama PET'in hesaplanmasıdır. PET hesaplaması için birçok yöntem olmasına rağmen Vicente-Serrano vd. (2010) Thornthwaite (Thornthwaite, 1948) yöntemini önermektedir. Bu yöntemde PET, Tatlı ve Türkeş (2011) tarafından Denklem 2'de gösterildiği şekilde hesaplanabilir.

$$PET = dl 16 \left( \frac{10T}{H} \right)^b \quad (2)$$

, dl enlem bağımlı düzeltme faktörünü, T aylık ortalama sıcaklığı (°C), H ise 12 aylık ısı indekslerinin toplamı olan ısı indeksini, PET ise potansiyel evapotranspirasyonu göstermektedir. b katsayısı ise aşağıdaki ifadeyle gösterildiği şekilde elde edilir.

$$b = 6.75 \times 10^{-7} \cdot H^3 - 7.71 \times 10^{-5} \cdot H^2 + 1.79 \times 10^{-2} \cdot H + 0.49 \quad (3)$$

Denklem 2'de H ile gösterilen ısı indeksinin 12 aylık toplamı ise Denklem 4 ile elde edilir.

$$H = \sum_{j=1}^{12} \left( \frac{T}{T_0} \right)^{1.514} \quad (4)$$

burada, T aylık ortalama sıcaklık ve H ısı indeksinin 12 aylık toplamını gösterir.

Daha sonra, bulunan  $D_i$  değerinin bir olasılık yoğunluk fonksiyonuna uydurulması gerekmektedir. Bununla birlikte, Vicente-Serrano vd. (2010)'nun da belirttiği gibi Gamma dağılımı gibi iki parametrelili dağılım yerine SYEİ için üç parametrelili bir dağılıma ihtiyaç vardır. Buna göre, Vicente-Serrano vd. (2010) tarafından önerilen üç parametrelili Log-Lojistik dağılımı Denklem 5 yardımıyla bulunabilir.

$$f(x) = \frac{\beta}{a} \left( \frac{x-\gamma}{a} \right)^{\beta-1} \left[ 1 + \left( \frac{x-\gamma}{a} \right)^{\beta} \right]^{-2} \quad (5)$$

burada,  $\gamma$  konum,  $\beta$  şekil ve  $a$  ölçek parametrelerini temsil etmektedir. Log-Lojistik dağılımının parametreleri, Vicente-Serrano vd. (2010)'e göre L-moment yaklaşımı ile bulunmuştur. Bu yaklaşıma göre, ölçek, şekil ve konum parametreleri sırasıyla;

$$\beta = \frac{2w_1 - w_0}{6w_1 - w_0 - 6w_2} \quad (6)$$

$$a = \frac{(w_0 - 2w_1)\beta}{\Gamma(1+1/\beta)\Gamma(1-1/\beta)} \quad (7)$$



$$\gamma = w_0 - a\Gamma\left(\frac{1+1}{\beta}\right)\Gamma\left(\frac{1-1}{\beta}\right) \quad (8)$$

ile elde edilebilir. Burada,  $\Gamma$  Gamma fonksiyonunu,  $w_s$  ise olasılık yoğunluk fonksiyonudur ve Denklem 9 ile gösterilmiştir.

$$w_s = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (1 - F_i)^5 D_i \quad (9)$$

buradaki  $F_i$  ise aşağıdaki eşitlik ile hesaplanan bir frekans tahmincidir.

$$F = \frac{i-0.35}{N} \quad (10)$$

burada,  $N$  veri sayısını,  $i$  ise artan sayıda gözlem aralığını göstermektedir. Log-Lojistik dağılımı tüm zaman ölçekleri için D serisine çok iyi uymaktadır (Vicente-Serrano vd., 2010). Buna göre, Log-Lojistik dağılımına göre D serisinin olasılık dağılım fonksiyonu Denklem 11'de gösterilmiştir.

$$F(x) = \left[1 + \left(\frac{a}{x-\gamma}\right)^\beta\right]^{-1} \quad (11)$$

SYEİ değeri ise  $F(x)$ 'in standartlaştırılmış değeri olarak aşağıda gösterildiği gibi hesaplanabilir.

$$SYEİ = W - \frac{C_0 + C_1W + C_2W^2}{1 + d_1W + d_1W^2 + d_1W^3} \quad (12)$$

burada,  $W$ - değeri aşağıda gösterilen ifade ile elde edilmiştir.

$$W = \sqrt{-2\ln(P)} \text{ için } P \leq 0.5 \quad (13)$$

burada,  $P$  belirlenen bir  $D$  değerini aşma olasılığıdır. Eğer  $P > 0.5$  ise  $W = \sqrt{-2\ln(1-P)}$ , sabitlerde  $C_0 = 2.5155$ ,  $C_1 = 0.8028$ ,  $C_2 = 0.203$ ,  $d_1 = 1.4327$ ,  $d_2 = 0.1892$ ,  $d_3 = 0.0013$  gibi olur. Son olarak sonuçlar, Tablo 1'de gösterilen sınıflara göre gruplandırılır.

Tablo 2. SYEİ değerleri ve bu değerlere karşılık gelen sınıflar (Liu vd., 2021'den yararlanarak yeniden düzenlendi).

SPEI Değerleri	Kategoriler
$\geq 2.0$	Aşırı nemli
1.5 - 1.99	Çok nemli
1.0 - 1.49	Orta nemli
0.99 - -1.98	Normal
-1.0 - -0.49	Orta kurak
-1.5 - -1.99	Çok kurak
$\leq -2.00$	Aşırı kurak

### 2.2.2. Yoğunluğu

Elde edilen SYEİ değerlerinden kuraklık yoğunluğunu hesaplamak için Yevjevich (1967) tarafından önerilen Gidiş Teorisi yaklaşımı kullanılmıştır. Gidiş Teorisi, genel olarak, bir zaman serisi boyunca tüm değerlerin belirlenen bir eşik değerden düşük veya yüksek olmasıdır. Buradaki eşik değeri, çalışmaya veya incelenen bölgeye bağlı olarak keyfi bir değer olabilir. Buna göre, Liu vd. (2021) tarafından gösterildiği şekilde kuraklık yoğunluğu Denklem 14 ile hesaplanabilir.

$$Y = \frac{\sum_{n=1}^T |Y_{SYEI} - K|}{T} \quad (14)$$

burada, T kuraklığın süresi, K eşik değeri (bu çalışma kapsamında eşik değeri  $\leq -0.5$  olarak belirlenmiştir),  $Y_{SYEI}$  eşik değerin altındaki SYEI değerlerini ve Y kuraklık yoğunluğunu temsil etmektedir.

### 2.2.3. Analitik Hiyerarşi Süreci

Çok kriterli bir karar verme yöntemi olan AHS, Saaty (1980) tarafından geliştirilmiştir. AHS, genel olarak hem rasyonel hem de sezgisel bilgiyi kullanarak, çeşitli kriterlere göre değerlendirilen bir dizi alternatif arasından en iyisini seçmek amacıyla kullanılmaktadır (Saaty ve Vargas, 2012). Diğer bir deyişle, AHS, etkili karar vermek için insan düşüncelerini ve yargılarını karar verme sürecine dahil etmeye yardımcı olur (Saaty ve Vargas, 2012). Ayrıca, Cheng ve Li (2001) tarafından belirtildiği üzere bu yaklaşım, test edilen değişkenlere veya elemanlara ağırlık atamak için de kullanılabilir. Brunelli (2015) ise göreceli ölçüm teorisine dayalı bu yöntemin temel ilkesinin bir grup değişkeni veya kriteri ikili karşılaştırma yoluyla değerlendirmek olduğunu belirtmektedir.

Burada, AHS aşağıda gösterilen altı adımda uygulanmıştır:

1. Amacın tanımlanması: Gösterge ve değişkenlerin ağırlık değerlerini bulmak,
2. Hiyerarşik yapının oluşturulması: Tasarlanan hiyerarşik yapıya göre göstergeler kriterleri, değişkenler ise alt kriterleri oluşturmaktadır (Şekil 1),
3. İkili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması: Alanında uzman kişiler ile yapılan görüşmeler ve yazarların teorik bilgisi kullanılarak belirlenmiştir. Karşılaştırma matrisleri oluşturulurken Tablo 3'te yer alan ve Saaty (1980) tarafından önerilen 9 dereceli temel ölçek kullanılmıştır.

Tablo 3. Saaty (1980) tarafından önerilen 9 dereceli Analitik Hiyerarşi Süreci temel ölçeği. Tablodaki 2, 4, 6 ve 8 dereceleri ara değerleri temsil etmektedir.

Önem Derecesi	Tanım	Açıklama
1	Eşit önemde	Eşit derece önemli
2	Zayıf önemde	
3	Orta önemde	Orta derecede önemli
4	Orta artı	
5	Fazla önemde	Fazla önemli
6	Fazla artı	
7	Çok fazla önemde	Çok fazla önemli
8	Çok fazla artı	
9	Aşırı önemli	Aşırı önemli

1. İkili karşılaştırma matrisi standartlaştırılması: Standartlaştırma işlemi aşağıda verilen ifadeye göre yapılmıştır.
- 2.

$$a_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{n=1}^n a_{ij}}, i, j = 1, 2, 3, \dots, n \quad (15)$$

3. Öz vektör veya ağırlık değerlerinin hesaplanması: Öz vektörü bulmak için aşağıdaki ifade kullanılmıştır.

$$w_i = \left(\frac{1}{n}\right) \sum_{i=1}^n a_{ij}, i, j = 1, 2, 3, \dots, n \quad (16)$$

4. Tutarlılık oranının (TO) hesaplanması: TO ikili karşılaştırma matrisi oluşturulurken, matrisi oluşturan kişinin yargılarını mantıklı bir şekilde oluşturup oluşturmadığını belirlemek için kullanılmaktadır. Buna göre TO, Saaty (2008) tarafından önerilen Tutarlılık İndeksiyle (TI) ölçülebilir. TI, Brunelli (2015) tarafından Denklem 17'de gösterildiği şekilde hesaplanmıştır.

$$TI(A) = \frac{\lambda_{\max} - n}{n-1} \quad (17)$$

burada,  $\lambda_{max}$  maksimum öz değeri ve TI tutarlılık indeksini göstermektedir. TO ise TI'nin Rassal İndeksine (RI) bölünmesiyle elde edilmektedir. Sonuç olarak, TO aşağıdaki eşitlik ile hesaplanmıştır.

$$TO(A) = \frac{TI(A)}{RI_n} \quad (18)$$

Saaty ve Vargas (2012) tarafından belirtildiği gibi RI, kriter sayısı dikkate alınarak Tablo 4'te bulunabilir. Elde edilen RI değerleri 0,1'den küçük veya 0,1'e eşit olan matrisler kabul, 0,1'den büyük olan matrisler ise reddedilmiştir. Başka bir anlatımla, bulunan sonucun 0,1 değerine eşit veya 0,1'den küçük olması verilen cevapların tutarlı olduğunu göstermektedir.

Tablo 4. Saaty ve Vargas (2012)'e göre ortalama rassal tutarlılık indeksi. Tablodaki N değeri kriter veya değişken sayısına karşılık gelmektedir.

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Rastgele tutarlılık indeksi	0	0	0.52	0.89	1.11	1.25	1.35	1.40	1.45	1.49

### 2.2.4. İndekslerin Hesaplanması

Göstergelerin ve indekslerin hesaplama aşamasına geçmeden önce değişkenlerin birim farklılıklarını ortadan kaldırmak için verilerin en-küçük ve en-büyük değerleri kullanılarak Denklem 19 yardımıyla [0 1] aralığında standartlaştırılmıştır.

$$z_i = \frac{X_i - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} \quad (19)$$

burada,  $X_{min}$  en-küçük değişken değeri,  $X_{max}$  en-büyük değişken değeri ve X değişken değerini göstermektedir.

Standartlaştırma işleminden sonra bileşenlerin ve göstergelerin elde edilmesi için Denklem 20 kullanılmıştır.

$$B/G = \frac{D_1x w_1 + D_2x w_2 + D_3x w_3 \dots + D_nx w_n}{N} \quad (20)$$

bu ifadede, D değişkenleri, w ağırlık değerlerini, N değişken sayısını ve B/D bileşen veya göstergeleri göstermektedir. Bu formül kullanılarak ilk önce ekonomi, sosyal ve yapısal göstergeler altında yer alan değişkenler birleştirilmiştir. Birleştirilen bu göstergelerden ekonomi, sosyal ve yapısal indeks olmak üzere üç alt indeks elde edilmiştir. Daha sonra, Denklem 20'de gösterilene benzer şekilde üç gösterge sosyo-ekonomik bileşen altında birleştirildi. Son olarak, sosyo-ekonomik ve kuraklık yoğunluğu bileşenlerinin ortalaması alınarak Kuraklık Dirençliliği İndeksi oluşturulmuştur.

## 3. Bulgular

### 3.1. Göstergeleri ve Değişkenlerin Ağırlık Değerleri

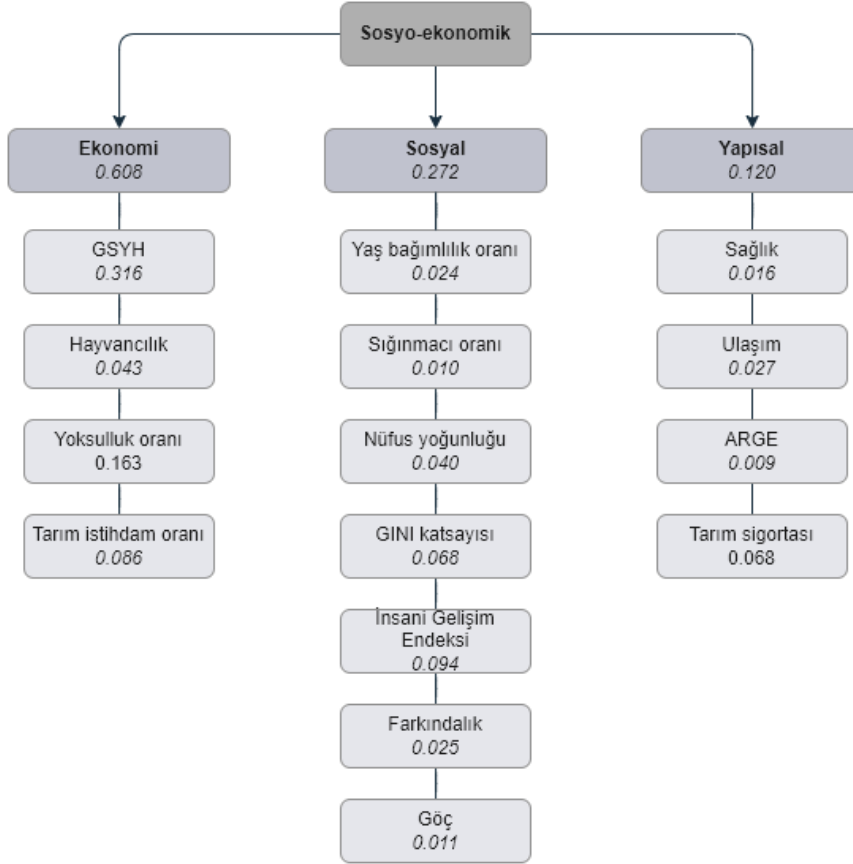
Şekil 1, çalışma kapsamında kullanılan göstergelerin ve değişkenlerin ağırlık değerlerini göstermektedir. Elde edilen bulgulara göre 0,608 değeri ile en yüksek ağırlığa sahip gösterge açık bir şekilde ekonomidir. Ekonomi göstergesini ise sırasıyla sosyal ve yapısal göstergeler takip etmektedir. Dirençliliğin artmasında veya azalmasında ekonomik değişkenlerin etkili rolü göz önüne alındığında, elde edilen bu bulgunun beklentiye uygun olduğu söylenebilir. Çünkü, ekonomik göstergesi yüksek bir bölge, kuraklık afetiyle bağlantılı yaşanan kayıpları giderilmesinde diğer bölgelere göre daha avantajlı olacaktır. Ekonomik gösterge altında

tanımlanan değişkenler içerisinde en yüksek ağırlığa sahip değişken ise 0,316 değeri ile GSYH olarak bulunmuştur. GSYH'yi ise sırasıyla yoksulluk, tarım sektörünün istihdam oranı ve hayvancılık değişkenleri takip etmektedir. Tahmin edilebileceği gibi yoksulluk oranının yüksek olması dirençlilik kapasitesini azaltan önemli bir faktördür. Dolayısıyla, yoksulluk oranı ne kadar fazla olursa bir bölgenin kuraklık dirençliliği de muhtemelen o kadar düşük olacaktır. Tarım sektörü ise kuraklık etkilerinden direkt ve en fazla etkilenen sektörlerin başında gelmektedir. Bu nedenle, bir bölgede tarımsal istihdam oranı ne kadar yüksekse, kuraklıktan etkilenen insan sayısı o kadar fazla ve bölgenin dirençliliği de o kadar düşük olacaktır. Son olarak hayvancılık, özellikle yarı-kurak iklim koşullarında, kurak koşullarla başa çıkmada mahsullere göre daha sağlam bir tarımsal faaliyet kolu olduğu kabul edilmektedir (Lindoso vd., 2014). Buna ek olarak, hayvancılık bir tarımsal faaliyet kolu olarak, hane halkının geçim kaynağını çeşitlendirerek varlık tabanını daha da güçlendirebilir. Bu nedenle, bu faktörlere bağlı olarak hayvancılık, dirençliliği artırabilir.

Sosyal gösterge altında yer alan İnsani Gelişim Endeksi (İGE), yaklaşık 0,094 değeri ile ağırlığı en yüksek değişken olarak bulunmuştur. Buna göre, gelire ek olarak, sağlık ve eğitim gibi insani gelişimin önemli göstergelerini temsil eden İGE, önemli bir dirençlilik göstergesi olabilir. Öte yandan, diğer değişkenlerin ağırlık değeri yüksekten düşüğe doğru sırasıyla GINI katsayısı, nüfus yoğunluğu, farkındalık, yaş bağımlılık oranı, göç ve sığınmacı oranıdır. Gelir eşitsizliğini gösteren GINI katsayısı, GSYH gibi ekonomik gelire ek olarak sıklıkla hassasiyet ve dirençlilik çalışmalarında kullanılmaktadır (Adger ve Kelly, 1999; Moss vd., 2001; Schilling vd., 2012). Çünkü ekonomik gelire ek olarak, gelirin toplum içinde ne şekilde dağıldığı da dirençliliği ve hassasiyeti belirleyen önemli konular arasındadır (Yohe v Tol, 2002). Nüfus yoğunluğu yüksek ve düşük iki bölge karşılaştırıldığında, olası bir kuraklık afetinde en fazla yüksek nüfuslu bölgenin etkileneceği açıktır. Dolayısıyla yüksek nüfus yoğunluğuna sahip bölgelerin, kuraklık dirençliliği daha düşük olduğu söylenebilir. Bu çalışma kapsamında kullanılan farkındalık değişkeni yüksek okul ve fakülte mezunu oranını temsil etmektedir. Eğitim, mevcut sorunu anlamak ve bu soruna yönelik farkındalık oluşturmak için gerekli donanımları sağlar. Bu nedenle, eğitim seviyesinin yüksek olması, kuraklık gibi afetleri anlama, başa çıkma ve uyum sağlama gibi konularda yüksek kapasite anlamına gelmektedir (Yohe ve Tol, 2002). Her yaş grubunun afetlere karşı farklı dirençlilik gösterdiğini belirten Wisner vd. (2004), açlık, soğuk ve sıcaklık gibi aşırı koşullardan en fazla etkilenen yaş gruplarının yaşlılar ve çocuklar olduğunun altını çizmektedir. Bağımlı nüfus olarak da bilinen çocuk ve yaşlı nüfusu ayrıca, üretken yaş grubu (15 – 64) üzerindeki baskıyı da göstermektedir. Bu bağlamda, bağımlı nüfus oranının yüksek olması dirençliliği azaltan bir faktör olarak kabul edilmiştir. Son olarak, göç hareketleri istikrarsızlığın kanıtı olabilir ve hem alan hem de gönderen bölgenin altyapısı, ekonomisi ve sosyal yapısı üzerinde olumsuz etkilerde bulunabilir (Adger, 2000). Bu bağlamda, sığınmacı oranının yüksek olması dirençliliği azaltan bir faktör olabilir.

Tarım sigortası, 0,080 ağırlık değeriyle en yüksek yapısal değişkeni olarak belirlenmiştir. Tarım sigortasını sırasıyla ulaşım, sağlık ve ARGE takip etmektedir. Pelling (2001)'e göre doğal afetlere karşı dirençliliği artıran en önemli mekanizmalardan biri sigorta sistemidir. Çünkü sigorta sistemleri afetlerin ekonomik maliyetini toplum geneline yayarak afet sonrası toparlanmayı kolaylaştırmaktadır (Patt vd., 2011). Bu nedenle, tarım sigortası kuraklık dirençliliği artıran kritik bir faktör olabilir. Bir bölgedeki ulaşım ağı yoğunluğu, yolların kalitesi ve kapasitesi afet dirençliliğini etkileyen faktörler arasındadır. Buna bağlı olarak, özellikle, kırsal bölgelerde üretilen ürünlerin pazarlara ulaştırılmasının ve olası bir afet sonrasında hem sağlık hem de ekonomik yardımların kırsal bölgelere ulaştırılması uyumu ve dolayısıyla dirençliliği artıran bir unsurdur (Deressa vd., 2008; Eriyagama vd., 2010). Farklı sağlık altyapısına sahip toplumların afet dirençliliği de farklılık göstermektedir (Moss vd., 2001). IPCC (2012)'e göre ise kuraklık gibi aşırı hava koşullarında ortaya çıkan olumsuz sağlık etkilerini önlemek için asgari düzeyde sağlık hizmetlerinin sunulması gerekmektedir. Aksi takdirde, gerekli sağlık hizmetlerinin eksikliği, özellikle sağlığı kötü olan bireylerin dirençliliğini olumsuz

yönde etkileyebilir. Son olarak Araştırma ve Geliştirme (AR-GE) faaliyetleri, uyum kapasitesinin belirleyici faktörlerinden olan araştırma ve inovasyonu kapsamaktadır. Başka bir anlatımla, AR-GE faaliyetleri değişimlere uyumu kolaylaştırmak için alternatifler geliştirme yeteneği temsil etmektedir. Bu bağlamda, AR-GE uyumu ve dirençliliği artıran önemli bir faktör olabilir (De Stefano vd., 2015).



Şekil 1. Analitik Hiyerarşi Süreci yaklaşımına göre hesaplanan gösterge ve değişkenlerin ağırlık değerleri. Bu şemaya göre üç seviyeli hiyerarşik ilişki oluşturuldu. Birinci seviyede amaç (sosyo-ekonomik göstergelerinin ağırlık puanları), ikinci seviyede göstergeler veya kriterler (ekonomi, sosyal ve yapısal), üçüncü seviyede ise değişkenler veya alt kriterler yer alır.

TO sonuçlarına göre elde edilen ağırlık değerlerinin tutarlı olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuca göre gösterge ve değişkenleri karşılaştıran uzmanlar, yargılarını mantıklı bir şekilde oluşturmuştur. Göstergelerin TO 0,071 olarak bulunurken; ekonomi, sosyal ve yapısal göstergelerinin TO sırasıyla 0,068, 0,040 ve 0,097 olarak bulunmuştur.

### 3.2. Alt İndeksler ve Kuraklık Dirençliliği İndeksi

Sosyo-ekonomik bileşen göstergeleri altında tanımlanan değişkenlerin birleşiminden: ekonomik, sosyal ve yapısal dirençlilik indeksi olmak üzere üç alt indeks elde edilmiştir. Diğer taraftan, sosyo-ekonomik ve kuraklık yoğunluğu bileşenlerinin kombinasyonundan ise Kuraklık Dirençliliği İndeksi hesaplanmıştır. Alt indekslerin mekânsal dağılımı Şekil 2'deki haritalarda, Kuraklık Dirençliliği İndeksinin mekânsal dağılımı ise Şekil 3'teki haritada gösterilmektedir. Burada, indeks sınıfları çeyreklikler yöntemine göre beş sınıfta gruplandırılmış ve gruplandırılan dirençlilik değerlerine düşükten yükseğe doğru çok düşük, düşük, orta, yüksek ve çok yüksek etiketleri verilmiştir. Bu sübjektif gruplandırmanın amacı, mekânsal dağılımın yorumlanmasını ve anlaşılmasını kolaylaştırmaktır.

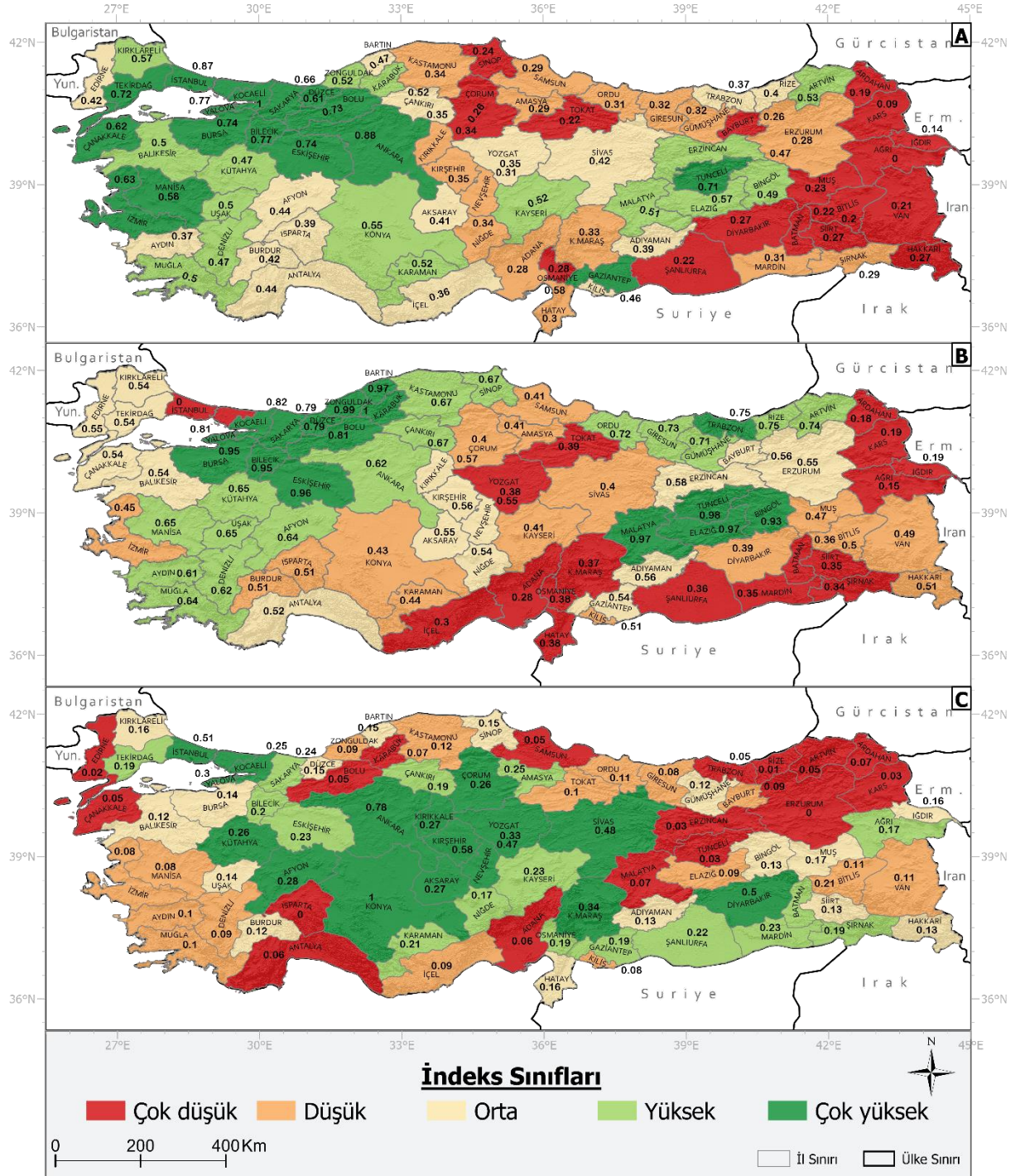
Şekil 2a, Şekil 2b ve Şekil 2c sırasıyla ekonomi, sosyal ve yapısal dirençlilik alt indekslerini göstermektedir. Ekonomik dirençliliğin mekânsal dağılımına bakıldığında, dirençliliği en yüksek illerin batı ve kuzeybatı bölgelerinde kümelenildiği görülmektedir. Ayrıca, Bartın ile Mersin arasında çizilen kabaca kuzey-güney hattının batısında yer alan belirli iller dışında, neredeyse tamamının ekonomik dirençliliği yüksek ve çok yüksek olarak bulunmuştur. Özellikle Ankara'dan başlayıp batıya doğru Eskişehir, Bolu, Düzce, Sakarya, Bursa, Yalova, Kocaeli, İstanbul, Tekirdağ ve Çanakkale'yi içine alan kuşak, çok yüksek dirençlilik ile karakterize olmaktadır. Öte yandan söz konusu hattın doğusunda yer alan Gaziantep, Kayseri, Malatya, Elâzığ, Tunceli, Bingöl, Erzincan ve Artvin dışındaki illerin dirençliliğini orta, düşük ve çok düşük olarak tespit edilmiştir. Özellikle Güneydoğu Anadolu'nun büyük bir bölümü ile Doğu Anadolu'nun kuzey ve doğu kesimlerinin ekonomik dirençliliği çok düşük olduğu belirtilmelidir. Sonuç olarak ekonomik dirençliliği en düşük olan beş il sırasıyla Ağrı (0), Kars (0,09), Iğdır (0,14), Ardahan (0,19) ve Bitlis (0,2) iken, en yüksek beş il sırasıyla Kocaeli (1), Ankara (0,88), İstanbul (0,87), Yalova (0,77) ve Bilecik'tir (0,77).

Sosyal dirençliliği en düşük iller Şekil 2b'de görüldüğü üzere yoğun olarak Anadolu'nun doğu, güney ve güneydoğu bölgelerinde kümelenmektedir. Özellikle Ağrı (0,15), Ardahan (0,18), Kars (0,18), Iğdır (0,19), Adana (0,28), Mersin (0,3) ve Şırnak (0,34) sosyal dirençliliğin en düşük olduğu illerin başında gelmektedir. Bunun dışında burada öne çıkan en dikkat çekici bulgunun, en düşük sosyal dirençliliğe sahip ilin İstanbul olmasıdır. Bu bulgunun muhtemel nedeni, İstanbul'un ağırlık değerleri kendi içerisinde yüksek olan hem GINI katsayısı hem de nüfus yoğunluğu değişkenlerinde olumsuz anlamda uç değerler göstermesidir. Bu bağlamda, İstanbul'un sosyal dirençliliğinin altında yatan temel itici faktörlerin gelir dağılımı eşitsizliği ve nüfus yoğunluğu olduğu söylenebilir. Ek olarak düşük sosyal dirençlilik ile öne çıkan diğer iller Yozgat ve Tokat olarak bulunmuştur. Diğer taraftan, batı, kuzey ve kuzeybatı bölgeleri, genel olarak sosyal dirençliliği nispeten yüksek illerin dağılımı gösterdiği bölgeleri oluşturmaktadır. Buna göre, sosyal dirençliliği en yüksek iller sırasıyla Karabük (1), Zonguldak (0,99), Tunceli (0,98), Bartın (0,97) ve Malatya (0,97) olarak bulunmuştur.

Şekil 2c'deki yapısal dirençliliğin mekânsal dağılımına bakıldığında, yapısal dirençliliğin en yüksek olduğu bölgenin Orta Anadolu olduğu görülmektedir. Bu örüntü modelinin olası nedeni, yapısal göstergesi altında tanımlanan değişkenlerden ağırlık değeri en yüksek olan tarım sigortasının bu bölgede çok yüksek değerler göstermesidir. Bu nedenle, Orta Anadolu bölgesinin güçlü yapısal dirençliliğinin altında yatan temel etken tarım sigortasının yaygınlığına bağlanabilir. Buna ek olarak, Güneydoğu Anadolu Bölgesi ve Çatalca-Kocaeli Bölümü mekânsal olarak diğer yüksek dirençli yerleri oluşturmaktadır. Öte yandan, Kuzeydoğu Anadolu kesimi başta olmak üzere Edirne, Çanakkale, Bolu, Karabük, Isparta, Antalya, Adana, Samsun, Malatya, Erzincan ve Tunceli çok düşük yapısal dirençlilik gösteren iller olarak tespit edilmiştir. Ayrıca, Ege Bölgesi ve Orta Karadeniz Bölümüne ek olarak Zonguldak, Kastamonu, Mersin, Elâzığ, Bayburt, Bitlis ve Van düşük yapısal dirençlilik gösteren diğer yerlere örnek olarak gösterilebilir. Sonuç olarak, yapısal dirençliliği en düşük iller sırasıyla Isparta (0), Erzurum (0,03), Rize (0,01), Edirne (0,02) ve Tunceli (0,03) olarak; yapısal dirençliliği en yüksek iller ise sırasıyla Konya (1), Ankara (0,78), Kırşehir (0,58), İstanbul (0,51) ve Diyarbakır (0,5) olarak tespit edilmiştir.



Sosyo-Ekonomik ve Biyofiziksel Bileşenlerine Dayalı Geliştirilen Dirençlilik İndeksi ile Türkiye'de Kuraklığın İncelenmesi  
 Investigation of Drought in Turkey with the Resilience Index Developed Based on Socio-Economic and Biophysical Components

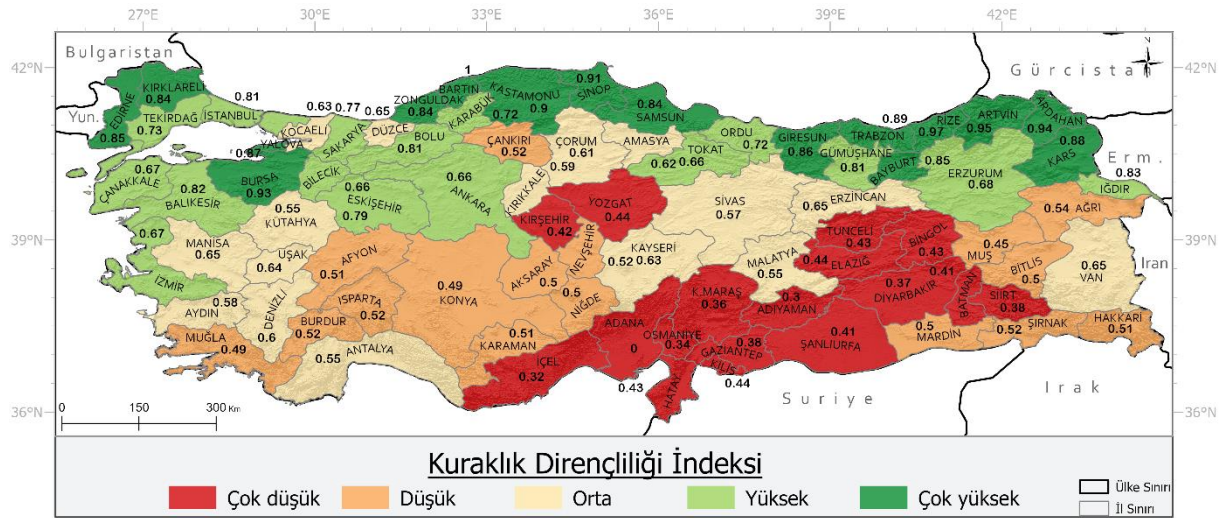


Şekil 2. Alt indekslerinin mekânsal dağılımları. (A) ekonomik dirençlilik indeksi, (B) sosyal dirençlilik indeksi, (C) yapısal dirençlilik indeksini göstermektedir. Haritada yer alan değerler standartlaştırılmış indeks değerlerini göstermektedir. İndeks değerlerinin sınıflandırılmasında ise çeyreklikler yöntemi kullanılmıştır.

Üç alt indeksin ve kuraklık yoğunluğunun birleşiminden elde edilen KDİ veya birleşik indeksinin mekânsal dağılımı Şekil 3'te verilmiştir. Buna göre kuraklık dirençliliği en yüksek alanlar kuzey, kuzeybatı ve kısmen batı bölgelerinde dağılım göstermektedir. Özellikle Karadeniz Bölgesinin kıyı kuşağı kuraklık dirençliliğinin en yüksek olduğu kesimi oluşturmaktadır. Bu bulgunun olası nedeni, düşük kuraklık yoğunluğu, yani Karadeniz Bölgesinin iklimsel olarak kuraklık eğiliminin

düşük olmasıyla ilişkilidir. Böylece, söz konusu bölgenin ekonomik ve yapısal dirençliliği düşük olmakla birlikte, düşük (olumlu anlamda) kuraklık yoğunluğu bölgenin genel kuraklık direncini artırdığı söylenebilir. Kuzeybatı Anadolu Bölgesinin görece yüksek dirençliliği ise düşük kuraklık yoğunluğu ve -özellikle- ekonomi ve sosyal göstergelerin pozitif değerleri ile açıklanabilir. Çünkü, kullanılan verilere göre bu bölge Türkiye'nin sosyo-ekonomik olarak en gelişmiş bölgesidir. Ayrıca, Marmara Bölgesinde Bursa, Edirne ve Kırklareli; Ege Bölgesinde İzmir; Orta Anadolu Bölgesinde Eskişehir ve Ankara; Doğu Anadolu Bölgesinde ise Erzurum ve Iğdır dirençliliği en yüksek iller olarak bulunmuştur. Karadeniz Bölgesinde yer alan neredeyse tüm iller yüksek ve çok yüksek dirençlilik göstermektedir. Öte yandan, Manisa, Kütahya, Uşak, Denizli, Aydın, Antalya, Kocaeli, Düzce, Kırıkkale, Çorum, Amasya, Kayseri, Sivas, Erzincan, Malatya ve Van illerinde ise orta seviyede kuraklık dirençliliği tespit edilmiştir.

Mekânsal olarak çok düşük dirençlilik gösteren illerin en fazla yoğunlaştığı alan, genel olarak, Doğu Akdeniz Bölümü, Güneydoğu Anadolu Bölgesi ve Doğu Anadolu Bölgesinin Yukarı Fırat Bölümünü kapsayan bölgedir. Bu bölge aynı zamanda kuraklık yoğunluğunun en yüksek, ekonomik ve sosyal dirençliliğin ise en düşük olduğu bölgelerin başında gelmektedir. Sonuç olarak, bu özelliklerin birleşimi söz konusu bölgeyi Türkiye'nin kuraklığa karşı en az dirençli bölgesi yapmaktadır. Buna ek olarak, Kırşehir ve Yozgat illerinin dirençliliği de çok düşük olarak bulunmuştur. Düşük dirençlilik gösteren iller ise mekânsal olarak Orta Anadolu'nun güneyi, Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinde yoğunlaşmaktadır. Bu bölgelere ek olarak düşük dirençlilik gösteren diğer iller ise şu şekildedir: Muğla, Burdur, Afyonkarahisar ve Çankırı. Şekil 3'te gösterilen Türkiye'nin kuraklık dirençliliğinin mekânsal dağılımını özetlemek gerekirse, Türkiye'nin güney yarısı orta, düşük ve çok düşük; kuzey yarısı orta, yüksek ve çok yüksek dirençlilik ile karakterize olmaktadır.



Şekil 3. Türkiye'nin Kuraklık Dirençliliği İndeksinin mekânsal dağılımı. İndeks kuraklık yoğunluğu, ekonomi, sosyal ve yapısal göstergelerin birleşiminden elde edilmiştir. Harita üzerindeki değerler standartlaştırılmış indeks değerlerini göstermektedir. Değerlerin sınıflandırılmasında ise çeyreklikler yöntemi kullanılmıştır.

#### 4. Sonuçlar ve Tartışma

Bu makalede, gösterge temelli yaklaşımla il bazında Türkiye'nin kuraklık dirençliliği değerlendirilmiştir. Sonuçlara göre mekânsal kuraklık dirençliliğinin en güçlü olduğu bölgeler kuzey, kuzeydoğu ve kuzeybatı bölgeleridir. Bu bölgelerdeki kuraklık dirençliliğinin yüksek olmasının temel nedeni, iklimsel kuraklık riskinin düşük olmasıyla açıklanabilir. Ayrıca, kuzeybatı bölgesinin sosyo-ekonomik gelişmişliği dirençliliği artıran önemli bir faktör olduğunu vurgulanmak gerekir. Diğer taraftan, dirençliliği düşük olan alanlar, kuraklık riskinin yüksek ve

sosyo-ekonomik gelişimin görece düşük olduğu güney, güneydoğu ve doğuda yoğunlaşmaktadır. Özellikle Doğu Akdeniz, Güneydoğu Anadolu ve Doğu Anadolu'nun Yukarı Fırat Bölümü kuraklık dirençliliğinin en düşük olduğu bölgelerdir. Bu bölgeler için kuraklık dirençliliğinin "sıcak noktaları veya bölgeleri" nitelemesi yapılabilir. Bu bağlamda, söz konusu sıcak bölgelerin kuraklığa karşı dirençliliği diğer bölgelere kıyasla dramatik olduğu söylenebilir. Ayrıca, bu bölgeleri çevreleyen illerin dikkate değer bir bölümünde de düşük dirençlilik tespit edilmiştir. Bu iller özellikle Orta Anadolu'nun güney ve güneybatısı ile Doğu ve Güneydoğu Anadolu'nun doğusunda kümelenmektedir.

Türkiye'nin kuraklık tehlikesi, hassasiyeti ve riskini değerlendiren Dabanlı (2018)'in bulguları ile çalışmamız sonucunda elde edilen bulgular arasında önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Bizim sonuçlarımız ile Dabanlı (2018)'in sonuçları arasındaki temel farklılık, kullanılan gösterge setlerinden kaynaklandığı söylenebilir. Dabanlı (2018) yağış, nüfus yoğunluğu, tarım alanı, sulanan alanlar ve su talebi olmak üzere beş değişken üzerinden analiz yaparken, bizim değerlendirmemiz 15 değişken üzerinden gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, Dabanlı (2018) tarafından tercih edilen değişkenler nüfus ve tarımsal faaliyetler ile ilgilidir, ancak bizim çalışmamızda kullanılan değişkenler daha geniş ekonomik, sosyal ve yapısal bağlamları temsil etmektedir. Tüm bunların yanı sıra,

Bilindiği üzere, kuraklık afeti doğası itibariyle kontrol edilemeyen sistemler içerisinde yer almaktadır ve bu tür afetlerle başa çıkmanın en iyi yolu uyum kapasitesi ve dirençlilik seviyelerini artırmaktan geçer. Bu amaçla, Türkiye'nin kuraklık dirençliliğini ölçmeyi amaçlayan bu öncü çalışma, proaktif kuraklık risk yönetiminin bir parçası olarak tasarlanacak hazırlıklı olma ve risk azaltma stratejileri için yararlı bir çerçeve sunmaktadır. Dahası üretilen dirençlilik haritaları, kuraklığa karşı uygulanacak önlemlerin ilk olarak hangi bölgelere yoğunlaştırılması gerektiğini göstermesi bakımından önemlidir. Bu bakış açısı ve çalışmanın sonuçları birlikte değerlendirildiğinde, önerimiz: ilk olarak yüksek ağırlık değerlerine sahip değişkenlere odaklanılarak iyileştirme politikalarının tasarlanmasıdır. İkinci olarak, tasarlanan bu politikalar öncelikle çok düşük ve düşük kuraklık dirençliliğine sahip illere uygulanmalıdır.

Afetlere hazırlıklı olma ve risk azaltma süreçlerine yerel bilgi ve paydaşların dahil edilmesi kritik öneme sahiptir. Bu bağlamda, veriye erişim ve uygun tekniklerle veri üretiminin sınırlamaları dikkate alınarak, gelecekteki araştırmalar için bölgesel dirençlilik değerlendirmeleri önerilebilir. Böylece, kuraklık yönetimi için yararlı olan dirençliliğin yerel dinamikleri daha iyi anlaşılabilir.

## 5. Kaynaklar

Adger, W. N. (2000). Social and ecological resilience: are they related? *Progress in Human Geography*, 24(3), 347–364.

Adger, W. N., Hughes, T. P., Folke, C., Carpenter, S. R., & Rockström, J. (2005). Social-ecological resilience to coastal disasters. *Science*, 309(5737), 1036–1039.

Adger, W. N., & Kelly, P. M. (1999). Social Vulnerability to Climate Change and the Architecture of Entitlements. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 4(3/4), 253–266.

Anderson, M. B. (1993). *Disaster Vulnerability And Sustainable Development: A General Framework for Assessing Vulnerability*.

Birkmann, J. (2013a). Data, indicators and criteria for measuring vulnerability: Theoretical bases and requirements. In J. Birkmann (Ed.), *Measuring vulnerability to natural hazards:*



*Towards disaster resilient societies* (pp. 80–106). Tokyo, New York: United Nations University Press.

Birkmann, J. (2013b). Measuring vulnerability to promote disaster-resilient societies and to enhance adaptation: Discussion of conceptual frameworks and definitions. In J. Birkmann (Ed.), *Measuring vulnerability to natural hazards: Towards disaster resilient societies* (pp. 9–79). Tokyo, New York: United Nations University Press.

Blauhut, V., Stahl, K., Stagge, J. H., Tallaksen, L. M., De Stefano, L., & Vogt, J. (2016). Estimating drought risk across Europe from reported drought impacts, drought indices, and vulnerability factors. *Hydrology and Earth System Sciences*, 20(7), 2779–2800.

Bordi, I., Frigio, S., Parenti, P., Speranza, A., & Sutera, A. (2009). The analysis of the Standardized Precipitation Index in the Mediterranean area: large-scale patterns. *Annals of Geophysics*, 44(5-6). <https://doi.org/10.4401/ag-3549>

Brooks, N., Adger, W. N., & Kelly, P. M. (2005). The determinants of vulnerability and adaptive capacity at the national level and the implications for adaptation. *Global Environmental Change*, 15(2), 151–163.

Brunelli, M. (2015). *Introduction to the Analytic Hierarchy Process*. Cham Heidelberg New York Dordrecht London: Springer International Publishing.

Bryant, E. (2006). *Natural hazards* (2nd ed.). Cambridge: Cambridge University Press.

Carpenter, S., Walker, B., Anderies, J. M., & Abel, N. (2001). From Metaphor to Measurement: Resilience of What to What? *Ecosystems*, 4(8), 765–781.

Carrão, H., Naumann, G., & Barbosa, P. (2016). Mapping global patterns of drought risk: An empirical framework based on sub-national estimates of hazard, exposure and vulnerability. *Global Environmental Change*, 39, 108–124.

Chen, W., Cutter, S. L., Emrich, C. T., & Shi, P. (2013). Measuring social vulnerability to natural hazards in the Yangtze River Delta region, China. *International Journal of Disaster Risk Science*, 4(4), 169–181. <https://doi.org/10.1007/s13753-013-0018-6>

Cheng, E. W., & Li, H. (2001). Analytic hierarchy process: an approach to determine measures for business performance. *Measuring Business Excellence*, 5(3), 30–37.

Cutter, S. L., Barnes, L., Berry, M., Burton, C., Evans, E., Tate, E., & Webb, J. (2008a). A place-based model for understanding community resilience to natural disasters. *Global Environmental Change*, 18(4), 598–606.

Cutter, S. L., Barnes, L., Berry, M., Burton, C., Evans, E., Tate, E., & Webb, J. (2008b). A place-based model for understanding community resilience to natural disasters. *Global Environmental Change*, 18(4), 598–606.

Cutter, S. L., Boruff, B. J., & Shirley, W. L. (2003). Social Vulnerability to Environmental Hazards. *Social Science Quarterly*, 84(2), 242–261.

Cutter, S. L., Burton, C. G., & Emrich, C. T. (2010). Disaster Resilience Indicators for Benchmarking Baseline Conditions. *Journal of Homeland Security and Emergency Management*, 7(1). <https://doi.org/10.2202/1547-7355.1732>

Cutter, S. L., Mitchell, J. T., & Scott, M. S. (2000). Revealing the Vulnerability of People and Places: A Case Study of Georgetown County, South Carolina. *Annals of the Association of American Geographers*, 90(4), 713–737.

Dabanlı, İ. (2018). Drought hazard, vulnerability, and risk assessment in Turkey. *Arabian Journal of Geosciences* 11, 1-12.

De Stefano, L., Tánago, I. G., Ballesteros, M., Urquijo, J., Blauhut, V., Stagge, J. H., & Stahl, K. (2015). *Methodological approach considering different factors influencing vulnerability - pan-European scale. Technical Report.*

Deressa, T., Hassan, M. R., & Ringler, C. (2008). *Measuring Ethiopian Farmers' Vulnerability to Climate Change Across Regional States* (IFPRI Discussion Paper No. 806). Washington, D.C. Retrieved from International Food Policy Research Institute (IFPRI) website: <https://www.ifpri.org/publication/measuring-ethiopian-farmers-vulnerability-climate-change-across-regional-states>

Eriyagama, N., Smakhtin, V., Chandrapala, L., & Fernando, K. (2010). *Impacts of Climate Change on Water Resources and Agriculture in Sri Lanka: A Review and Preliminary Vulnerability Mapping* (IWMI Research Report No. 135). Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute (IWMI). Retrieved from International Water Management Institute (IWMI) website: <https://www.iwmi.cgiar.org/publications/iwmi-research-reports/iwmi-research-report-135/> <https://doi.org/10.5337/2010.211>

Field, C. B., Barros, V., Stocker, Thomas F.: Dahe, Qin, & Dokken (Eds.) (2012). *Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation: Special report of the Intergovernmental Panel on Climate Change / edited by Christopher B. Field ... [et al.]*. Cambridge: Cambridge University Press.

Folke, C. (2006). Resilience: The emergence of a perspective for social–ecological systems analyses. *Global Environmental Change*, 16(3), 253–267.

Gbetibouo, G. A., & Ringler, C. (2009). *Mapping South African Farming Sector Vulnerability* (IFPRI Discussion Paper No. 26199). Washington, D.C. Retrieved from International Food Policy Research Institute (IFPRI) website: <http://ifpri.org/publication/mapping-south-african-farming-sector-vulnerability-climate-change-and-variability>

Guttman, N. B. (1999). Accepting The Standardized Precipitation Index: A Calculation Algorithm. *JAWRA Journal of the American Water Resources Association*, 35(2), 311–322. <https://doi.org/10.1111/j.1752-1688.1999.tb03592.x>

Holling, C. S. (1973). Resilience and Stability of Ecological Systems. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 4(1), 1–23.

IPCC (2012). *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation: A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.)]*. Cambridge, UK and New York, NY, USA: Cambridge University Press.

- IPCC (2021). *Summary for Policymakers: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [MassonDelmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. In Press.
- Kasperson, J. X., & Kasperson, R. E. (Eds.) (2005). *Risk, society, and policy series. The social contours of risk*. London: Earthscan.
- Kasperson, R. E., Kasperson, J. X., Dow, K., Ezcurra, E., Liverman, D. M., Mitchell, J. K., . . . Timmerman, P. (2001). Introduction: Global environmental risk and society. In J. X. Kasperson & R. E. Kasperson (Eds.), *Global environmental risk*. Tokyo, New York: University Press.
- Kim, H., Park, J., Yoo, J., & Kim, T.-W. (2013). Assessment of drought hazard, vulnerability, and risk: A case study for administrative districts in South Korea. *Journal of Hydro-Environment Research*, 9(1), 28–35.
- Kotzee, I., & Reyers, B. (2016). Piloting a social-ecological index for measuring flood resilience: A composite index approach. *Ecological Indicators*, 60, 45–53. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.06.018>
- Lindoso, D. P., Rocha, J. D., Debortoli, N., Parente, I. I., Eiró, F., Bursztyn, M., & Rodrigues-Filho, S. (2014). Integrated assessment of smallholder farming's vulnerability to drought in the Brazilian Semi-arid: a case study in Ceará. *Climatic Change*, 127(1), 93–105. <https://doi.org/10.1007/s10584-014-1116-1>
- Liu, C., Yang, C., Yang, Q., & Wang, J. (2021). Spatiotemporal drought analysis by the standardized precipitation index (SPI) and standardized precipitation evapotranspiration index (SPEI) in Sichuan Province, China. *Scientific Reports*, 11(1), 1–24. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-80527-3>
- Lorenz, D. F. (2013). The diversity of resilience: contributions from a social science perspective. *Natural Hazards*, 67(1), 7–24. <https://doi.org/10.1007/s11069-010-9654-y>
- Mishra, A. K., Singh, V. P., & Desai, V. R. (2009). Drought characterization: a probabilistic approach. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 23(1), 41–55. <https://doi.org/10.1007/s00477-007-0194-2>
- Moss, R. H., Brenkert, A. L., & Malone, E. L. (2001). *Vulnerability to Climate Change: A Quantitative Approach* (No. Report No. PNNL-SA-33642). Washington DC.
- O'Brien, K., Leichenko, R., Kelkar, U., Venema, H., Aandahl, G., Tompkins, H., . . . West, J. (2004). Mapping vulnerability to multiple stressors: climate change and globalization in India. *Global Environmental Change*, 14(4), 303–313.
- Parry, M., Canziani, O. F., Palitukof, J., van der Linden, P., & Hanson, C. (Eds.) (2007). *Climate change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability Contribution of Working Group II to The Fourth Assessment Report of The Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge U.K., New York: Cambridge University Press.
- Patt, A. G., Schröter, D., Klein, R. J. T., & La Vega-Leinert, A. C. de (2011). Vulnerability Research and Assessment to Support Adaptation and Mitigation: Common Themes from the Diversity of Approaches. In A. G. Patt, D. Schröter, R. J. T. Klein, & A. C. de La Vega-Leinert



(Eds.), *Assessing vulnerability to global environmental change: Making research useful for adaptation decision making and policy*. London: Earthscan.

Peacock, W. G., Brody, S. D., Seitz, W. A., Merrell, W. J., Vedlitz, A., Zahran, S., . . . Stickney, R. R. (Eds.) (2010). *Advancing the Resilience of Coastal Localities: Developing, Implementing and Sustaining the Use of Coastal Resilience Indicators: A Final Report*. Texas: Texas A&M University. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.35146.80324>

Pelling, M. (2001). Natural Disasters? In N. Castree & B. Braun (Eds.), *Social nature: Theory, practice, and politics* (pp. 170–188). Malden, Mass., Oxford: Blackwell.

Pelling, M. (2003). *The vulnerability of cities: Natural disasters and social resilience*. London: Earthscan Publications.

Saaty, T. L. (1980). *The analytic hierarchy process: Planning, priority setting, resource allocation*. New York: McGraw-Hill.

Saaty, T. L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. *International Journal of Services Sciences*, 1(1), 83–98.

Saaty, T. L., & Vargas, L. G. (2012). *Models, Methods, Concepts & Applications of the Analytic Hierarchy Process* (Vol. 175). Boston, MA: Springer US.

Schilling, J., Freier, K. P., Hertig, E., & Scheffran, J. (2012). Climate change, vulnerability and adaptation in North Africa with focus on Morocco. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 156, 12–26. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2012.04.021>

Sen, B., Topcu, S., Türkeş, M., & Warner, J. F. (2012). Projecting climate change, drought conditions and crop productivity in Turkey. *Climate Research*, 52, 175–191. <https://doi.org/10.3354/cr01074>

Serkendiz, H., & Tatlı, H. (2021). Türkiye'nin Kuraklık Dirençliğinin Muhtemel Göstergeleri Üzerine Teorik Bir Bakış. 3. *Uluslararası Afet ve Dirençlilik Kongresi*. Symposium conducted at the meeting of AFAD, Ankara.

Sherrieb, K., Norris, F. H., & Galea, S. (2010). Measuring Capacities for Community Resilience. *Social Indicators Research*, 99(2), 227–247. <https://doi.org/10.1007/s11205-010-9576-9>

Tatlı, H., & Türkeş, M. (2011). Empirical Orthogonal Function analysis of the palmer drought indices. *Agricultural and Forest Meteorology*, 151(7), 981–991. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2011.03.004>

Tatlı, H. (2021). Multivariate-drought indices—case studies with observations and outputs of NCAR CCSM-4 ensemble models. *Theoretical and Applied Climatology*. <https://doi.org/10.1007/s00704-021-03736-4>

Thornthwaite, C. W. (1948). An Approach toward a Rational Classification of Climate. *Geographical Review*, 38 (1), 55–94.

Turner, B. L., Kasperson, R. E., Matson, P. A., McCarthy, J. J., Corell, R. W., Christensen, L., . . . Schiller, A. (2003). A framework for vulnerability analysis in sustainability

science. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 100(14), 8074–8079.

Turp, M. T., Öztürk, T., Türkeş, M., & Kurnaz, M. L. (2014). Regcm4.3.5 Bölgesel İklim Modelini Kullanarak Türkiye ve Çevresi Bölgelerin Yakın Gelecekteki Hava Sıcaklığı ve Yağış Klimatolojileri İçin Öngörülen Değişikliklerin İncelenmesi. *Ege Coğrafya Dergisi*, 23(1), 1–24. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/56732>

Türkeş, M. (2012). Türkiye’de gözlenen ve öngörülen iklim değişikliği, kuraklık ve çölleşme. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 4(2), 1–32. [https://doi.org/10.1501/Csaum\\_0000000063](https://doi.org/10.1501/Csaum_0000000063)

Türkeş, M., & Tatlı, H. (2009). Use of the standardized precipitation index (SPI) and a modified SPI for shaping the drought probabilities over Turkey. *International Journal of Climatology*, 29, 2270–2282. <https://doi.org/10.1002/joc.1862>

UNISDR (2004). *Living with risk: A global review of disaster reduction initiatives*. New York: United Nations.

Vicente-Serrano, S. M., Beguería, S., & López-Moreno, J. I. (2010). A Multiscalar Drought Index Sensitive to Global Warming: The Standardized Precipitation Evapotranspiration Index. *Journal of Climate*, 23(7), 1696–1718. <https://doi.org/10.1175/2009JCLI2909.1>

Walker, B., Holling, C. S., Carpenter, S. R., & Kinzig, A. P. (2004). Resilience, Adaptability and Transformability in Social-ecological Systems. *Ecology and Society*, 9(2).

White, P., Pelling, M., Sen, K., Seddon, D., Russel, S., & Few, R. (2005). *Disaster risk reduction: A development concern*. London: Department for International Development.

Wilhelmi, O. V., & Wilhite, D. A. (2002). Assessing Vulnerability to Agricultural Drought: A Nebraska Case Study. *Natural Hazards*, 25(1), 37–58.

Wilhite, D. A. (2000). Chapter 1 Drought as a Natural Hazard: Concepts and Definitions. In D. A. Wilhite (Ed.), *Routledge hazards and disasters series. Drought: A global assessment* (pp. 1–21). London: Routledge.

Wisner, B., Blaikie, P., Cannon, T., & Davis, I. (2004). *At risk: Natural hazards, people’s vulnerability, and disasters* (2nd ed.). London, New York: Routledge.

Yevjevich, V. (1967). *An Objective Approach to Definitions And Investigations of Continental Hydrologic Droughts. Hydrology Papers: Vol. 23*. Fort Collins Colorado: Colorado State University.

Yohe, G., & Tol, R. S. (2002). Indicators for social and economic coping capacity—moving toward a working definition of adaptive capacity. *Global Environmental Change*, 12(1), 25–40.

Yoon, D. K., Kang, J. E., & Brody, S. D. (2016). A measurement of community disaster resilience in Korea. *Journal of Environmental Planning and Management*, 59(3), 436–460. <https://doi.org/10.1080/09640568.2015.1016142>

Zarafshani, K., Sharafi, L., Azadi, H., & van Passel, S. (2016). Vulnerability Assessment Models to Drought: Toward a Conceptual Framework. *Sustainability*, 8(6), 1–21.



# Dirençli Toplum Yaklaşımında “Bilinç” Olgusu ve Kent Planlama ile İlişkisi

Ayşe ÖZYETGİN ALTUN<sup>1</sup>

## Öz

Dirençlilik kavramı, sistemlerin herhangi bir tehdide maruz kalmaları halinde bu tehdidin yaratacağı olumsuz etki ve değişimlere karşı durabilme, dayanabilme, etkiyi özümseyebilme, etkiye karşı uyum sağlayabilme, etki sonucu kendini toparlayabilme, iyileşme anlamlarını içerecek şekilde tanımlanmaktadır. Afetlere karşı dirençli toplum ve mekânın gelişimi afet risk azaltımı ve yönetiminin temel ilkeleri arasında yer almaktadır. Kent planlama ise kentlerin özgün toplumsal ve mekânsal özelliklerini analiz ederek ilişkiyi yorumlamak ve zarar azaltıcı mekânsal gelişme kararlar üretmek yükümlülüğündedir.

Araştırmanın amacı afetlere karşı toplumsal bilincin geliştirilmesi kapsamında kent planlamanın rolünün ne olabileceği ve nasıl gerçekleştirilebileceğinin tartışılmasıdır. Araştırma yöntemi bilgi, farkındalık ve bilinç kavramlarının afet risk azaltımı ve yönetimi literatüründeki karşılığının derinlemesine incelenmesi ile elde edilen tanımların Türkiye’deki kent planlama sistemi ve politikaları ile karşılaştırılmasıdır. Bu bağlamda kent planlamanın katılımcı süreçler ile gerçekleştirilmesi dirençli toplumlar için gerekli olan bilginin üretilmesi ve paylaşılmasında önemli rol üstlenebileceği görülmektedir. Türkiye örneğinde tarihsel süreçte kentleşme ve kent planlamaya hâkim politikaları incelenerek toplumsal afet bilincinin gelişmesi konusundaki etkisi tartışılmıştır. Türkiye örneğinde kent planlamanın etkisinde kaldığı imar affı ve kentsel dönüşüm uygulamalarının afetlere karşı toplumsal bilincin geliştirilmesi yönünde değerlendirilmeye alınması gerekliliği tanımlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Bilinç, Toplumsal Farkındalık, Dirençli Toplum, Afet Risk Azaltımı ve Yönetimi, Kent Planlama, İmar Affı, Kentsel Dönüşüm

## The “Consciousness” Phenomenon in the Resilient Community Approach and Its Relationship with Urban Planning

### Abstract

Resilience concept is defined to include the meanings of being able to stand up to, endure, absorb the effect, adapt to the effect, recover as a result of impact, and recover from the negative effects and changes for systems. The development of disaster-resilient society and space is among the basic principles of disaster risk reduction and management. Urban planning, on the other hand, is obliged to analyze the unique social and spatial characteristics of cities and to interpret the relationship and to produce loss-reducing spatial development decisions.

The aim of the study is to discuss what the role of urban planning can be and how it can be realized within the scope of developing social consciousness against disasters. The research

<sup>1</sup> Kırklareli Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, Kırklareli-Türkiye  
\*İlgili yazar/Corresponding author: ayseozyetginaltun@klu.edu.tr  
Gönderim Tarihi / Received Date: 08.11.2022  
Kabul Tarihi / Accepted Date: 18.01.2023

Bu makaleye atıf yapmak için- To cite this article  
Özyetgin Altun, A., (2023). Dirençli Toplum Yaklaşımında “Bilinç” Olgusu ve Kent Planlama ile İlişkisi. Resilience, 93-110.

method is to compare the urban planning system and policies in Turkey with the definitions which are obtained by examining the equivalent of the concepts of knowledge, awareness and consciousness in the disaster risk reduction and management literature. In this context, it is seen that the realization of urban planning through participatory processes can play an important role in producing and sharing the knowledge required for resilient societies. In the case of Turkey, urbanization and urban planning dominant policies in the historical process were examined and its effect on the development of social disaster consciousness was discussed. Consequently, in the case of Turkey, the necessity of evaluating zoning amnesty and urban transformation practices which influence the urban planning in order to develop social awareness against disasters has been defined.

**Keywords:** Consciousness, Social Awareness, Resilient Community, Disaster Risk Reduction and Management, Urban Planning, Zoning Amnesty, Urban Transformation

## 1. Giriş

Dirençlilik kavramı sistemlerin düzenli, düzensiz değişim ve stres faktörlerine, şoklara ve sürprizlere karşı anahtar bileşenlerini kaybetmemek adına geliştirdikleri kapasiteyi ifade etmektedir. Birleşmiş Milletler Afet Terimleri Sözlüğünde (UNISDR, 2009), dirençlilik kavramını, sistemlerin ya da toplumların herhangi bir tehdiye maruz kalmaları halinde bu tehdidin yaratacağı olumsuz etki ve değişimlere karşı durabilme, dayanabilme, etkiyi özümseyebilme, etkiye karşı uyum sağlayabilme, etki sonucu kendini toparlayabilme, iyileşme anlamlarını içerecek şekilde tanımlamaktadır (Chelleri, Waters, Olazabal, & Minucci, 2015; Özyetgin Altun & Ögdül, 2021). 2000'li yıllarda uluslararası kabul gören belgeler ile (Hyogo Çerçeve Eylem Planı -HFA 2005-2015, Sendai Çerçeve Eylem Planı- SFDRR 2015-2030) dirençliliğin geliştirilmesi afet risk azaltımı ve yönetiminde önemsenen bir yaklaşım haline gelmiştir (Balamir, 2018). Bunun dışında 2000'li yıllar ile dirençli kentler, dirençli toplumlar çok sayıda disiplinde olduğu gibi şehir ve bölge planlama disiplini de önemli bir tartışma alanı haline gelmiştir.

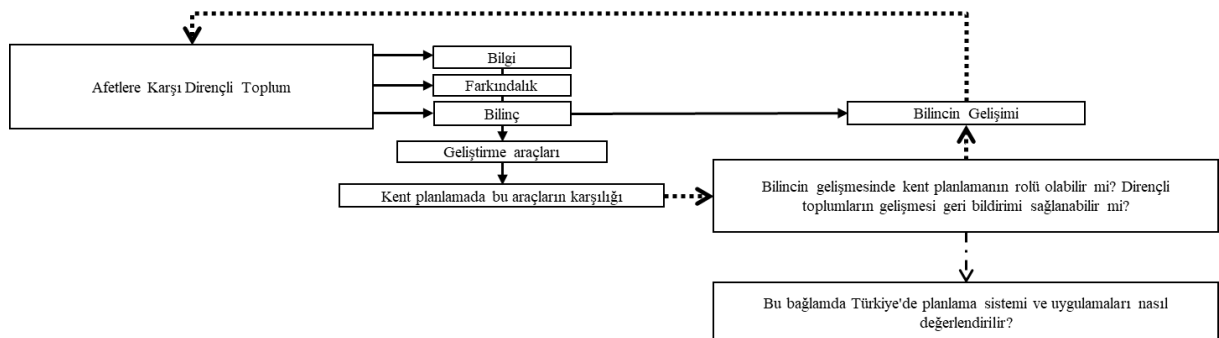
Dirençli toplumlar için afet risk azaltımı ve yönetiminin geliştirilmesi ya da afet risk azaltımı ve yönetimi için dirençli toplumların geliştirilmesi gibi kullanılan ifadeler; dirençli toplumlar ile afet risk azaltımı ve yönetimi arasındaki gelişmenin birbirine bağlı olma durumunu açıklamaktadır. Bu ilişki afet risk azaltımı ve yönetimi konusunda mekân, toplum, ekonomi, yönetim, teknoloji gibi tüm boyutlarda ve her ölçekte proaktif yaklaşımı kabul etmektedir (Pelling, 2003). Proaktif yaklaşım, afet öncesinde hazırlık ve süreçte etkin mücadeleyi ya da etkili cevap verme kapasitesinin geliştirilmesini tanımlamaktadır. Proaktif yaklaşım ya da etkili cevap verme kapasitesinin geliştirilmesi için bilginin üretimi, yaygınlaştırılması ve yerinde kullanımı büyük önem kazanmaktadır (Pelling, 2003).

Proaktif yaklaşım için yapılan bu bilgi tanımı yerel bilgi ve kurumsal bilginin bütünleşmesi ile toplumla işbirliğinin geliştirilmesini gerektirmektedir (Jha, Stanton-Giddens & Miner, 2013, s. 22; Shaw, Rahman, Surjan & Parvin, 2016). Bu nedenle toplumun bilgi akışındaki konumları, katılım konularına önemle vurgu yapılmaktadır. Jha vd. (2013, s. 22)'nin toplumsal dirençlilik açıklamasında da değişime etkili cevap verme, toplumsal dirençlilik ve yerel bilginin önemini şu şekilde açıklamaktadır; "Sosyal dirençlilik bir topluluk ya da toplumun baskı ya da değişim ile baş edebilme ya da uyum sağlayabilme kapasitesini ifade etmektedir. Bu olgu, toplulukların kendi kendine organizasyon, stresi ayarlama, öğrenme ve adaptasyon için kapasitelerinin artırılmasını kapsamaktadır. Dirençli bir toplum değişim ve strese karşı pozitif cevap vererek temel işlevlerini sürdürebilme kabiliyetindedir. İnsanlar genellikle acil duruma ilk cevap verenlerdir ve yeniden inşa sürecinde en kritik role sahip olan partnerlerdir. Bu nedenle herhangi bir dirençliliğin inşası girişimi için riskin yönetimi ve azaltımı için sosyal

faktörleri kavrayabilmeli, yerel bilgi ve ilişki ağlarını faydalı hale getirebilmelidir.” Proaktif yaklaşımın ve dirençli toplumların gelişiminin önemsendiği afet yönetimi sürecinde yerel bilgi; yaşam çevresinin fiziki mekâna dair zarar görümlükleri ile sosyal zarar görümlükleri ve geçmiş afet deneyimlerini kapsamaktadır. Bir yerleşim yerinin risk büyüklüğü tanımı yereldeki bu bilgiden bağımsız salt bir dış göz ile üretilen bilgiden oluşarak tanımlanmamalıdır. Kurumsal kapasite afetlere dair sistematik bilgiyi üretmenin yanı sıra yerel halk ile bağına güçlendirerek dirençlilik kapasitesini geliştirebilir. Bu nedenle dirençli toplumların gelişmesinde bilimsel bilgi ile yerel bilginin kaynaştığı ve yerele bu bilginin geri dönüşünün sağlandığı, dayanışmanın yönetim mekanizmasında yer ettiği bir işleyişi canlandırmak gerektiği anlaşılmaktadır. Bu işin başında bilginin üretimi ve bu bilginin toplum ile karşılıklı paylaşımı gelmektedir.

Bilginin paylaşımı farkındalığın gelişmesini sağlamaktadır. Bununla birlikte, tüm bu sürecin kültürel olarak benimsenmesi ve davranış biçimlerinde yer etmesi de bilincin gelişmesine denk gelmektedir<sup>2</sup>. Araştırmanın konusu dirençli toplumlar çerçevesinde afetlere karşı toplumsal bilincin gelişmesi ve bu süreçte kent planlamanın konumunun tanımlanmasıdır. Araştırmanın amacı ise Türkiye’de şehir planlama disiplininin ve uygulamaların afetlere karşı toplumsal bilincin gelişmesindeki rolünün ve etkinliğinin tartışılmasıdır. Yöntem olarak bilgi, farkındalık ve bilinç kavramlarının literatürde nasıl ele alındığı derinlemesine incelenmiş ve Türkiye örneğinin bu konudaki etkinliği planlama mevzuatı, imar afları ve kentsel dönüşüm uygulamaları çerçevesinde tartışılmıştır.

Araştırma dört aşamadan oluşmakta olup araştırma soruları ve kavramsal akış diyagramı Şekil-1’de verilmektedir. İlk aşamada bilgi, farkındalık ve bilinç kavramlarının kavramsal açılımları araştırılmıştır. Uluslararası belgelerde, organizasyonlarda ve akademik yayınlarda Türkçesi farkındalık olan “awareness” ve Türkçesi bilinç olarak kullanılan “consciousness” kavramlarının kullanıldığı görülmektedir. Buna göre bilinç kavramının toplumsal olarak benimsenen bilgi, tavır, davranış ve vicdan gibi kavramlar ile örtüşerek farkındalık ve bilgili olmayı kapsayan bir kavram olduğu görülmüştür. İkinci aşamada afetler, dirençli toplum ve bilgi, farkındalık ve bilinç arasındaki ilişki tanımlanmıştır. Afet risk azaltımı ve yönetimi sürecinde toplumsal farkındalığın ve bilincin geliştirilmesi söylemi hâkimdir. Literatür afet risk azaltımı ve yönetimi konusundaki uluslararası belgeler ve dirençli toplumu ölçen çalışmalar ile sınırlandırılmıştır.



Şekil 1. Kavramsal akış ve araştırma soruları.

Üçüncü aşamada bu sürecin ne tür araçlarla geliştirildiği incelenmiştir. Araçların toplumsal olarak kapsayıcılığı ve sürdürülebilir olmasının bilincin gelişmesinde etkili olabileceği yorumu getirilerek bu çerçevede kent planlamanın rolü araştırılmıştır. Afetlere karşı dirençli

<sup>2</sup> Google Scholar’da farkındalık ve doğal afetler anahtar kelimeleri ile yapılan taramada yaklaşık bir milyon iki yüz kırk bini aşkın yayın çıkmaktadır. Bilinç ve doğal afetler anahtar kelimeleri ile yapılan taramada yaklaşık yüz otuz bin rakamına ulaşılmaktadır. Bu durum literatürde farkındalık kavramının bilinç kavramına göre daha çok yaygın olduğunu göstermektedir. Ancak Türkçede de kullanırken her iki kelimenin birbirinin yerine kullanıldığı görülmüştür, kimi uluslararası çalışmalarda da bu kavramsal karışıklığın olması ve verilen bu rakamlarda da büyük ihtimal böyle bir karışıklığın doğal olarak olabileceği düşünülmektedir.



toplumların gelişmesinde kent planlamanın rolü afet zararlarının azaltılması ve iyileşme dönemlerinin hızlandırılması için güvenli yerleşim yerlerinin planlanması ve tasarlanması yanı sıra katılımcı süreçler ile toplumsal bilgi akışı ve kabulün, uyumun sağlanmasıdır. Bu durumda afet zararlarını tanımlayacak bilginin ve zarar azaltma ve iyileştirme karar üretim süreçlerinde katılımın ve paylaşımın sağlanması etkili bir faktör olarak görülmektedir (Balamir, 2018, s.182). Bu faktör doğrudan zararların azalması ile ilişkili olduğu gibi dolaylı olarak süreç içerisinde toplumsal bilincin gelişmesinde etkilidir. Dördüncü aşamada ise Türkiye örneğinde kentleşme ve kent planlamanın tarihsel süreçte geliştirdiği imar affı ve kentsel dönüşüm gibi uygulamalar afetler karşısında toplumsal bilincin geliştirilmesi çerçevesinde tartışmaya açılmıştır.

## 2. Bilgi, Farkındalık ve Bilinç Kavramları

Bilinç kelimesi bilmekten türediği için bilgi ve biliyor olmakla da doğrudan ilişkili olmakla birlikte bu kavramlardan çok daha kapsamlı bir durumu ifade etmektedir. Akarsu (1975) bilinç kelimesi açıklamasında insanın kendisine ve çevresindeki durumlara dair bilgisi, düşünme ve tanıma yeteneğine vurgu yapıldığı görülmektedir. Kendi üzerinde bilinç ve bir şey üzerinde bilinç ayrımı yapılmaktadır (Akarsu, 1975). Kendi üzerinde bilinç insanın benliği ile ilgili olan bilgi, düşünme ve tanıma yeteneğine denk gelirken; bir şey üzerine bilinç çevresindeki herhangi bir şeye yönelen düşünme, algılama, isteme gibi bir amacı olan davranışı meydana getiren kavrama denk gelmektedir (Akarsu, 1975). Hançerlioğlu (2012), bilinç kavramını, insanın çevresini ve kendisini anlamasını sağlayan anlaksal süreçlerin toplamı, olarak açıklamaktadır. Hançerlioğlu (2012) Osmanlıca “şuur” ve “bulunç” kelimelerinin etimolojik olarak “bilinç” kelimesi ile ilişkilendirmektedir. “Bilmek” mastarından türeyen bilinç kelimesi Osmanlıca “şuur” kelimesi ile örtüşmekte ama aynı zamanda “vicdan” anlamı veren “bulunç” kelimesi de “bulmak” mastarından türemektedir (Hançerlioğlu, 2012). Buna göre bilinç kelimesi köken incelendiğinde bilmek ve bulmak mastarlarından türediği ve Osmanlıca şuur ve vicdan anlamlarını da kapsadığı ortaya çıkmaktadır. Benzer şekilde kelimenin içerdiği bilinç ve bulunç anlamlarının Fransızca (Conscience), İtalyanca (Conscientia) ve İngilizcede (Consciousness) aynı Latince kökenli terim olan “conscientia”dan türediği ve bu terimin anlamının zaman içerisinde bulunç (Fr. Conscience morale) anlamından bilinç (Fr. Conscience psychologique) anlamına kaydığı açıklanmaktadır (Hançerlioğlu, 2012). Etimolojik olarak yapılan açıklamadan bilinç kavramının insanın çevresini ve kendini anlamasını sağlayan anlaksal süreçlerin toplamı, şuur ile birlikte vicdan anlamını da kapsadığı görülmektedir.

Bulunç kelimesi metafizik ve diyalektik olarak iki ayrı yaklaşım ile açıklanabilmektedir (Hançerlioğlu, 2012) Metafizik yaklaşımda bulunç tanrıdan gelen bir yetenek olarak sayılmaktadır (Hançerlioğlu, 2012). Diyalektik yaklaşımı ise Hançerlioğlu (2012) “insanın içinde bulunduğu toplumsal koşullarla belirlenmiş görgü ve bilgisinin sonucudur... pek bellidir ki insan nasıl bir toplumda yetişmişse öylesine bir bulunç edinir... Sözcüğün etimolojik anlamı bile buluncun, bir doğuş ya da Tanrı işi değil, bir bilinç işi olduğunu açıklar” olarak açıklamaktadır. Bu açıklamadan bilincin toplumsal koşullar çerçevesinde diyalektik olarak geliştiği anlaşılmaktadır. Benzer şekilde Arıkan (2022), bilinç kelimesini analiz ederken vicdan anlamının ve birlikte bilmek, idrak etmek ve eylemek durumu olduğunu ifade etmekte ve toplumsal diyalektik olarak üretimi vurgulamaktadır.

Farkındalık kelimesi ise “görülmesi ya da bilinmesi gereken şeylerden haberi olmak, kavranması gereken bir şeye dikkat etmek” anlamında kullanılmaktadır (Türkçe Sözlük, 2022). Farkındalık ve biliyor olmak, doğrudan eyleme geçmeyi işaret eden kavramlar değildir ya da daha doğru bir ifade ile farkında olmak ve biliyor olmanın davranışa, eyleme geçişi bilinç kavramı ile ilişkilidir. Ancak eylemi tek başına bilgi sahibi olmak ya da olmamak değil,

farklı tercihler de şekillendirebildiği için bilinç kavramı bir yandan da vicdan kavramı ile ilişkili olmalıdır. Biliyor olmak ve farkındalık bireysel olarak geliştirilebilir ancak bilinç toplumsal üretilir.

Bilinç kavramı vicdan, bilmek anlamlarını içermekle birlikte bireysellikten çok toplumsallığa işaret ederek farkındalık kavramından ayrılmaktadır. Bilinç bireyin toplumsal davranışlarının belirleyicisi olduğu gibi sonucudur da. Bu halde yaşama biçimi, normlar ve buna göre toplumsal davranış biçimi de bilinç kavramı dahiline girmekle birlikte toplumsal olarak var olan ve kabul gören bilgi ve bunun biçimlendirdiği eylemler; bilinçli olma durumunu tanımlamaktadır.

### 3. Afetlere Karşı Dirençli Topumlarda Bilgi, Farkındalık ve Bilinç Kavramları

Toplumun yerel tehdit türlerine dair bilgisinin olması, hazırlık eğitimleri almış olmaları dirençlilik kapasitesini artırmaktadır (Cutter, 2010). Maclean, Cuthill & Ross (2014), bilgi donanım ve öğrenmeyi toplumsal dirençliliğin sağlanmasında ön plana çıkan temel altı konu arasında saymaktadır. Birleşmiş Milletler' in (BM) uluslararası belgelerde geliştirdiği tanımlarda etkili afet risk azaltımı ve yönetimi için bilginin ve farkındalığın artırılmasını ifade ettiği, farkındalık kavramını bilinç kavramına tercih ettiği görülmektedir (UNISDR, 2007; UNISDR, 2015). BM HFA (2005-2015) ve SFDRR (2015- 2030)'da tanımlanan bilgi, bilgilenme ilgili eylem ve göstergelere dair tespitler aşağıda verilmektedir.

HFA 2005-2015 afet risk azaltımı ve yönetimi için ikinci öncelikli eyleminde afet riskinin tanımlanması, değerlendirilmesi ve izlenmesi konuları vurgulanmakta olup üçüncü öncelikli eylemde ise bilgi, inovasyon ve eğitimin her ölçekte güvenlik ve dirençlilik için kullanılması, tanımlanmıştır (UNISDR, 2007). Buna göre afet riskine dair verinin kaydedilmesi, bilginin üretimi ve paylaşımı hem toplumsal hazırlık hem de yönetsel hazırlık için öncelikli olarak gerçekleştirilmelidir. Bu eylemlerin gerçekleşmesine dair göstergeler Chakrabarti (2013) ve UNISDR (2015) de ise 5-11 numaralı göstergelerde her ölçekte anahtar tehditler ve majör afetler konularında risk değerlendirmesine bağlı olarak üretilen zarar görebilirlik bilgisinin ve sistemin izlenmesi ile elde edilen bilginin anahtar sektörler ve ilişkili toplum ile paylaşılması gerektiği ifade edilmektedir;

“5. Tehlike verilerine ve zarar görebilirlik bilgilerine dayalı ulusal ve yerel risk değerlendirmeleri erişilebilirdir ve anahtar sektörler için risk değerlendirmelerini de içermektedir.

6. Anahtar tehditler ve zarar görebilirlikler hakkında verilerin arşivlendiği ve izlendiği sistemlerin olması,

7. Tüm büyük tehlikeler için erken uyarı sistemleri kullanılmaktadır ve topluluklara erişimi sağlanmaktadır.

8. Bölgesel ve sınır ötesi risklerin risk azaltma için bölgesel iş birlikleri bakış açısına sahip olacak şekilde ulusal ve yerel risk değerlendirmelerinin hesaba katılması.

9. Afetlerle ilgili bilgilerin her düzeyde, tüm paydaşlar için mevcut ve erişilebilir olması, ağlar aracılığıyla, bilgi paylaşım sisteminin geliştirilmesi.

10. Okul müfredatı, eğitim materyali ve ilgili eğitimler, risk azaltma ve iyileşme kavramları ve uygulamalarını içermektedir.

11.Çoklu risk değerlendirmeleri ve maliyet fayda analizi için araştırma yöntemleri ve araçları geliştirilmekte ve güçlendirilmektedir.”

SFDRR (2015-2030) da ise birinci öncelikli eylemde afet risk yönetiminin öncelikle afet riskini tüm boyutları ile anlamaya ihtiyaç duyduğu ifade edilmektedir (UNISDR 2015). Aynı zamanda toplumun sahip olduğu yerel bilgi afet risk azaltımı yönetiminde riskin değerlendirilmesi ve izlenmesi konusunda önemli girdiler sunmaktadır (Jha vd., 2013). Buna

göre toplumun kendi kendine organize olabilmesi için yerel şartlara özgü toplumsal bilgi ve belleğin varlığı önemlidir. Bireyler yaşadığı doğal ve yapısal çevreyi tanıyabilmeli, önemseyebilmeli ve ne tür tehlikelerin var olduğunu bilebilmelidir. Afet anında doğru müdahale için yerel bilgiye büyük ihtiyaç duyulması nedeniyle bireylerin sosyal çevrelerini tanıyabilmeleri önemlidir. Afet risk yönetiminde bireylere düşen temel görev afet anında ne yapması gerektiğini bilmek, sonrasında yeniden yapılanma sürecinde neler olabileceğini bilebilmek ve kendi kendine organize olabilmektir. Bu bilgi ve donanım kişilerin isteyerek bireysel çabaları ile edinilebileceği gibi, yerel yönetimler ve sivil toplum kuruluşları tarafından geliştirilen eğitim programları ya da çeşitli bilgi paylaşımı ortamları ile de oluşturulabilir.

BM Afet terimleri sözlüğünde toplumsal farkındalık kavramı; “Halkın farkındalığı, etkili afet riskinin azaltılmasında önemli bir faktördür. Gelişimi, örneğin medya ve eğitim kanalları aracılığıyla bilginin geliştirilmesi ve yayılması, bilgi merkezlerinin, ağların ve topluluk veya katılım eylemlerinin kurulması ve üst düzey kamu görevlileri ve toplum liderleri tarafından savunulması yoluyla sürdürülmektedir.” olarak açıklanmaktadır (UNISDR, 2009). HFA (2005-2015) değerlendirme göstergelerinden 12. gösterge, “afetlere karşı dirençlilik kültürünü teşvik etmek için ülke çapında kentsel ve kırsal topluluklara ulaşan kamuoyu farkındalığı stratejisinin mevcut olması” olarak ifade etmektedir (Chakrabarti 2013; UNISDR, 2015). Buna bağlı olarak Birleşmiş Milletler tehdit ve risklere karşı farkındalığı tanımlamak ve oluşturmak, risk önleme, hafifletme, zarar azaltma eylemlerini tanımlamak ve sanayi, ilgili aktörler ve yerel toplum arasında koordinasyonu sağlamak amacıyla “Yerel Ölçekte Acil Durumlar İçin Farkındalık ve Hazırlık Programını” (APELL) sürdürmektedir (UNEP, 2015). Afet risk azaltımı ve yönetimi literatürüne bakıldığında bu belgelere bağlı olarak, ya da bağımsız olarak afet risklerine karşı bilgilendirme ve farkındalığın artırılması konusunda çok sayıda ve farklı disiplinlerde araştırmaların olduğu görülmektedir. Risk azaltımı ve yönetimi için bilgi ve farkındalığın artırılması gerektiği vazgeçilmez bir kabul olarak görülmektedir.

Bu açıklamalar ve örnekler bütün olarak yorumlandığında afete karşı dirençli toplumun geliştirilmesi için bilgilendirme ve farkındalığın artırılmasının önemi ve yöntemleri hakkında üç temel konu tespit edilmektedir. Birincisi afet risk bilgisinin tehdit ve zarar görülebilirlik bilgilerine bağlı olarak sistematik bir şekilde üretilmesi ve uygun şartlarda toplum ile paylaşılmasıdır. İkincisi bilgilendirme kapasitesinin artırılması için yerel afet deneyimlerinin paylaşılmasıdır. Bilgilendirme kapasitesinin artırılması, iletişim kanallarının güçlü olmasını ve çağımızın önemli bir dinamiği olan iletişim teknolojilerinin verimli kullanılmasını gerektirmektedir. Üçüncüsü afetten korunma eğitimlerinin afetlere dair bilginin artırılmasına, korkunun dağıtılmasına, güven hissinin artırılmasına yönelik olarak her nesilden yaşayanın afet anında ve sonrasında geliştirebilecekleri önlemleri, daha güvende olma durumlarının açıklanması, konularını kapsamaktadır. Neslin devamlılığını sağlayacakları için özellikle çocuk ve gençlerin afetler konusunda farkındalıklarının geliştirilmesi, belleğin saklı tutulması önemli bir girdi olarak kabul edilmektedir.

Bu araştırma kapsamında özellikle bilinç kavramını kullanan afet risk azaltımı ve yönetimi çalışmaları incelemiştir. Motoyoshi (2006) sel riski araştırması, Guo ve Li (2016) Büyük Doğu Japonya depremi öncesi ve sonrası yerel halkın bilgi seviyesi, risk algısı ve politika tercihi konularını analiz ederek geliştirdiği çalışma, Goodman & West-Olatunji (2009)'nin afet ile etkili mücadelenin afet bilincini kültürel gelişmenin merkezine koyarak gerçekleştirilebileceğini tanımladığı çalışma ve Filipinler “Afet Bilinci Ayı” örnek olarak verilebilir. Psikoloji disiplininde bir çalışma olan Motoyoshi (2006) bilinçli olmayı, deneklerin sel riskini kabulü ve toplum tabanlı afet hazırlığı etkinliklerine katılım konusundaki niyetlerini ölçerek tanımlamıştır. Filipinler’de temmuz ayı “Ulusal Afet Bilinci Ayı” olarak tanımlanmakta ve İnsani Liderlik Akademisi farkındalığın artırılması için yerel girişimciliği destekleyen etkinlikler organize etmektedir (Humanitarian Leadership Academy, 2022). Afet riskleri karşısında etkili

cevap verebilen toplumların gelişimine ilişkin yapılan bu tür araştırmalarda veya organizasyonlarda “bilinç” kavramının toplumun afetler karşısında tutum ve davranışlarını tanımlamak amacıyla kullanıldığı görülmektedir.

Bu okuma ile bilgi, farkındalık ve bilinç kavramları arasında yapılan kavramsal anlam ve etimolojik araştırmada elde edilen sonuçlarla örtüştüğü görülmektedir. Bilgi ve farkındalık ile bilinç gelişebilir, bilinç toplumsal olarak gelişmiş davranışları kapsamaktadır. Dolayısıyla bilinç davranış ile ölçülmektedir. Afet risk azaltımı ve yönetimi kabullerinde yerel halkın ve politika üreticilerinin afetlere karşı etkili cevap verebilmeleri için bilgi, farkındalık ve bilinçlerinin gelişmiş olması gerekmektedir. Çalışmalarda çoğunlukla toplumsal bilgi ve farkındalığın artırılması ifade edilmektedir. Aslında bir toplumda bilinçli davranışın geliştirilebilmesi için geri planda yaygın olarak politika üreticilerin de bilinçli olarak davranması gerektiğini düşündürmektedir. Toplumunu yönlendiren kararların bu bilinç ile üretilmesi gerekmektedir.

Sonuç olarak afet risklerini önlemek, zararların azaltılmasını sağlayabilmek amacıyla toplumla iş birliği içerisinde afet risklerine karşı sistematik olarak bilginin üretimi temel girdiyi sağlamaktadır. Toplum ile bu bilginin uygun yöntemler ile paylaşılması, toplumun eylemlerini olumlu yönde geliştirecek bilgi paylaşımı çalışmaları ile farkındalık artırılmaktadır. Bilginin toplumsal olarak içselleştirilmesi ve eylemleri biçimlendirmesi ise bilinç kavramı ile eşleşmektedir. Farkındalık ve bilinç kavramları arasında ilk bakışta büyük bir fark olmadığı düşünülmektedir. Ancak bilinç zamanla gelişecektir. Toplumsal olarak kabul gören eylemsellik, davranış kalıpları bilinci ayırt etmektedir. Bilincin, farkındalık ve bilgi edinmeyi kapsayıcı bir kavram olarak kullanılması gerektiği düşünülmektedir.

Türkiye örneğinde dirençli toplumu tanımlayan ve ölçen araştırmalarda kullanılan kavramlar ve göstergeler incelendiğinde, öncelikle Balamir (2019) kaderci toplum tanımı dikkat çekmektedir. Balamir (1999), sorumluluk ve önlem almayan kaderci toplum yaklaşımının dirençliliği olumsuz yönde etkilediğini ifade etmektedir. Oyanık ve Cengiz (2020) Türkiye, Gümüşhane İli özelinde afet konusunda bilgi ve bilinç düzeyleri ile kader inançları ve afet hazırlıkları arasındaki ilişkiyi tanımladıkları nicel çalışmalarında; kader inancının olduğu ama aynı zamanda insan iradesinin de önemli olduğu bilinç varlığının çoğunlukta olduğu ancak önlem almak ve afet bilgi ve bilinci konularında zayıf kaldığı tespit edilmiştir.

Özceylan (2010) afetlere karşı dirençli toplumların bilinç durumunu eğitim seviyesinin yüksek olması, afetlerle ilgili sivil toplum kuruluşlarındaki gönüllü sayısının yüksek olması, zorunlu deprem sigortası poliçesi sahipliğinin yüksek olması sınıflandırması ile ölçmektedir. Sivil toplum kuruluşu gönüllülüğü ve deprem sigortası poliçesi sahipliği davranış kalıbını tanımladığı için doğrudan bilincin ölçülmesi için fikir vermektedir. Taşkın (2012) ise bilinçliliği okuryazar olmayan nüfus oranı, lisans ve üstü eğitim almış nüfusun oranı göstergeleri ile ölçmektedir. Eğitim seviyesinin yüksek olması ile afet bilincinin yüksek olacağı kabul edilmektedir. İstanbul Büyükşehir Belediyesi (İBB) (2018)'de İstanbul Metropolü için geliştirilmiş sosyo-ekonomik hasar görülebilirlik çalışmasında toplumun riski nasıl algıladıklarını, hangi iletişim kaynaklarından bilgi aldıklarını, afetler ilgili ne kadar sorumluluk aldıklarını ya da hangi paydaşları sorumlu gördükleri değerlendirilmiştir. Sorumluluk ve önlem almayan, bilimsel kaynaklardan bilgi almayan toplumsal gruplar daha çok zarar görebilir gruplar olarak değerlendirilmiştir (İBB, 2018). Sonuç olarak Türkiye örneğinde geliştirilmiş afet riskleri kapsamında toplumsal bilinci ölçen çalışmalar incelendiğinde bilinç ana kriterinin altında eğitim, sorumluluk alma, gönüllülük, sigortalanma gibi alt kriterlerin incelendiği ya da bu kavramlara odaklanıldığı görülmektedir.

#### **4. Şehir ve Bölge Planlamanın Afetlere Karşı Dirençli Toplulukların Geliştirilmesinde Bilgi, Farkındalık ve Bilincin Geliştirilmesi İçin Kullanılan Araçlar Arasındaki Yeri**

Toplumun afetler konusunda bilgilendirme sistemlerine katılımı bazı durumlarda teşvik ile bazı durumlarda ise yaptırımlar ile gerçekleştirilmektedir. Bu nedenle sistematik olarak risk azaltımı için toplumların bilgi, öğrenme, önlem alma ve organize olabilme kapasitelerinin geliştirilmesi önemlidir. Tran, Kaneko, Shaw, Lorna ve Hidetomi (2009), bu kapasitenin geliştirilmesi için toplumsal yapıyı oluşturan alt grupların kendi kendine, dışarıdan bazı destekler alarak ve sadece uzmanlık gerektiren konularda çalışan kurumlar tarafından olmak üzere üç ayrı yöntemle uygulayabileceğini açıklamaktadır. Kurumsal kapasite afet yönetiminin zarar azaltma ve hazırlık aşamalarında toplumun hassasiyetlerini tanımlamak ve bu hassasiyetleri iyileştirmek için önlemler almak durumundadır. Bu önlemlerin başında alt sosyal grupların tespit edilerek, bu grupların kendine has özellikleri göz önünde bulundurularak afetler konusunda eğitimi ön plana çıkmaktadır. Her yaş ölçeğinde ve sosyal profile göre biçimlendirilmiş afet eğitim programları, Tran vd. 2009'da bahsedilen, dışarıdan destek ve uzmanlık gerektiren kurumlar alt başlığına denk gelmektedir. Bu konunun gerçekleştirilmesinde bilgi ve farkındalık artırıcı eğitim programları ve materyallerinin ulusal ve yerel olarak yaygınlaştırılması öncelikli araçlar olmaktadır. Bunların dışında hatırlatma amaçlı anma günlerinin ve etkinlik dönemlerinin olması ya da yaygın iletişim araçları ile kamu bilgilendirme videolarının yaygınlaştırılması gibi araçların da kullanıldığı görülmektedir. Toplumun bilgilendirmek ve farkındalığı artırmak amacıyla kısa süreli eğitimler seminer, panel, mesleki eğitim gibi; medya araçları ile eğitim ve bilgilendirme, özellikle görsel yönü etkileyici olan basılı yayın ile bilgilendirmeler yapılarak basılı ve görsel medya sıklıkla kullanılmaktadır. Türkiye örneğinde ise ulusal düzeyde Türkiye Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD)'ın faaliyetleri incelendiğinde eğitim programları (AFAD, 2022a), yayınları (AFAD, 2022b), bilgi erişim portal uygulamaları (AFAD, 2022c) bu konudaki donanım ve pratiğin zamanla büyük gelişme gösterdiği görülmektedir. Bunun dışında yerel düzeyde geliştirilen il afet risk azaltma çalışmaları kapsamında toplumsal bilgi ve farkındalığı artırıcı faaliyetler gerçekleştirilmektedir.

Bu tür faaliyetlerin etkisini artırmak için belli periyotlarda tekrarlanması, toplumsal katılımın aktif olmasının sağlanmasının, konunun belleklerde yer etmesi amacıyla önemli olduğu düşünülmektedir. Elbette en önemli deneyim, afetin yaşanmasıdır ancak zamanla, travmatik olaylar dışında, etkinin sönümlendiği görülmektedir. Afet farkındalığının artırmak için bilgilendirme ve eğitim konusunda yapılan çalışmalara Türkiye'den örnek verilecek olursa, 1999 depreminden son derece etkilenen Kocaeli ilinde yapılan iki araştırma konu ile tam olarak ilişkili bulunmaktadır. Özdemir ve Şahinöz (2022), Kocaeli'nde afet uzmanları ile yaptıkları nitel görüşmeler bağlamında basılı yayınlar, internet, medya gibi yayın araçları ve panel, seminer gibi kısa süreli eğitim araçlarının etkili olma düzeylerini tartıştıkları çalışmada, basılı yayınların ve seminer gibi organizasyonların yeterli ilgiyi görmediği, sosyal medya, internet gibi yayın araçlarının daha etkili kullanılabileceği sonucuna varılmıştır. Gerdan ve Özdemir (2017)'in yerleşme ünitesi analizi yöntemine dayanarak, mahalle sakinlerinin yaşam çevrelerinde yer alan tehlike ve riskleri gözlemsel olarak deneyimledikleri çalışmada, halk ve yöneticiler sahada, diyalog ve eylem ile bir araya getirilmiştir. Çalışmanın sonucunda sorunları ortak olarak tanımlayıp, çözüm ve sorumluluk almada ortak karar alma ortamının sağlandığı; bu ortamın katılımcılar tarafından büyük çoğunlukla memnuniyet ile karşılandığı ve olumlu geri bildirim alındığı, ifade edilmektedir. Eğitim, seminer, bilgilendirme gerçekleştirilen faaliyet ne olursa olsun etkin katılımın sağlanması önemli bulunmaktadır (Gerdan & Özdemir, 2017). Bu nedenle etkin katılım mekanizmalarını işler hale getiren tüm araçlar, dirençli toplumun inşası için kullanılabilecek araçlar arasında sayılabilir.

HFA (2005-2015) birincil eylemde toplumsal katılımı vurgulamaktadır; toplumun katılımının, toplumun özellikli politikalara adaptasyonun sağlanması konusunda önemi vurgulanmaktadır (UNISDR, 2007). Bunun için toplumun ilişki ağlarının desteklenmesi, gönüllü kaynakların stratejik yönetimi, bireylere görev ve sorumlulukların yüklenmesi, önemli insan kaynaklarının ve yetkililerinin adaylık sistemine göre seçimi ile afet riski yönetiminde teşvik edilebileceği ifade edilmektedir (UNISDR, 2007).

Afet risklerinin mekânsal, ekonomik, sosyal ve kurumsal boyutları bulunmaktadır. Kent planlama bir yerleşimin mekânsal gelişme kararlarını sosyal, ekonomik ve ekolojik faktörleri göz önünde bulundurarak üretmesi nedeniyle afet riskleri ile de doğrudan ilişkilidir (Balamir, 2018; Şenol Balaban, 2017). Kent planlama afet risklerinin mekâna bağlı olarak değişen ekonomik ve sosyal kayıplarını inceleyerek risk büyüklüğünü değerlendirmekte, risk azaltma ve iyileşme kararlarını üretmekte ve mekânsal gelişme kararları ile bütüncül olarak değerlendirmektedir (Balamir, 2018; Şenol Balaban, 2017). Katılımcı süreç ile kent planlamanın gerçekleştirilmesi planlamanın özelleşmiş bir konusu olmakla birlikte, afet riskleri konusunda kent planlama çalışmalarının katılımcı süreçler ile yönetiliyor olması önemlidir (Balamir, 2018).

Kent planlamanın katılımcı süreçlerle sürdürülmesi, özellikle yerel ölçekteki çalışmalarda, Jha vd. (2013)' de belirtilen yerel düzeyde afetlere dair toplumsal bilgi ve belleğin afet risk azaltımı ve yönetimi konusunda kullanılması, kent planlamanın risk büyüklüğünü değerlendirmesi konusunda önemli girdi sağlayacaktır. Benzer şekilde HFA (2005-2015) birincil eylemde vurgulanan toplumun özellikli politikalara uyumu konusunda da etkili olabilecektir.

Kent planlama risk büyüklüğünü tanımlamanın ardından, risk büyüklüğünü azaltacak mekânsal düzenlemeleri tanımlamakta ve uygulama sürecini programlamaktadır. Düzenlemenin gerçekleştirilmesi için ise yerel toplumsal ve kurumsal iş birliğine ihtiyaç duymaktadır. İşbirliğinin sağlanabilmesi için plan kararlarının katılımcı süreçler ile yönetiliyor olması gerekmektedir.

Dolayısıyla kent planlamanın toplumsal katılım ile gerçekleştirilebiliyor olmasının afet bilgi ve bilincinin gelişmesinde aşağıda sıralanan konularda katkılarının ya da çıktılarının olabileceği düşünülmektedir;

- Bireylerin yaşadıkları çevreye dair risk bilgisinin aktarımı,
- Bireylerden yaşadıkları çevreye dair deneyimsel, belleklerde yer eden tehlike ve risk bilgisinin temini,
- Bireylere yaşadıkları çevrenin sahip olduğu risk konularına dair ne tür mekânsal önlemler alması gerektiği bilgisinin aktarımı,
- Bu önlemlerin kısa, orta, uzun vadede nasıl geliştirilebileceğinin tartışılması,
- Bireyler ile tartışılarak üretilen kararların, kabulünde ve uygulamaya geçilmesinde kararların sahiplenilmesinin sağlanmasıdır.

Burada ifade edilen birey, hane halkı olabileceği gibi, iş insanı, yatırımcı ya da kamu çalışanı gibi o çevrede yaşayan ya da o çevreden etkilenme ihtimali olan sosyal alt grupları ya da paydaşları ifade etmektedir. Dolayısıyla planlama ölçeğine ve alanına göre tanımlanacak sosyal alt grupların, paydaşların niceliği ve niteliğinin değişkenlik gösterecek olması, yukarıda tanımlanan çıktılarının kitlesel olarak etkili olma ihtimali olduğunu da göstermektedir. Ancak ideal olarak tanımlanan bu bilgi paylaşımı sürecinin gerçekleşme ihtimali zorlayıcı, zaman alıcı, yıpratıcı süreçler olabilmektedir. Çünkü insanların bireysel talepleri karmaşık bir yapıyı oluşturmaktadır. Burada bilinç kavramı önemini korumaktadır. Çünkü afetler



konusunda bireysel gereklilikler yerine toplumsal olarak düşünebilmek gerekmektedir. Bu da doğrudan kültür ile ilişkilidir.

Planlama kamu yararı kabulü ile, toplumsal olarak fayda sağlayan kararları üretmek durumunda olduğundan, artan şiddetteki afetlere karşı dirençli toplumların geliştirilmesi ilkesi ve sürdürülebilirlik ilkeleri bağlamında afetlere karşı toplumsal bilincin gelişmesinde rol alabilmelidir. Ancak çağımız politikalar çerçevesinde şekillenen planlama kararlarının bu çerçevede ele alınmaması, katılımcı süreçlerde zayıf kalınması afetlere karşı toplumsal bilincin gelişmesinde önemli engellerden biri olarak durmaktadır.

## **5. Türkiye Örneğinde Afet- Toplumsal Bilinç- Kent Planlama İlişkisinin Tartışılması**

Türkiye’de kentleşmeye tarihsel süreçten bakıldığında, plansızlık ve hızlı kentleşmenin sonucu olarak doğal afet risklerine karşı yüksek düzeyde fiziksel zarar görülebilirlik durumu söz konusudur. Bununla birlikte yüksek deprem ve sel doğal tehditlerinin hâkim olduğu bir coğrafyaya sahiptir. Bu tehditlerin risk şiddetlerinin artması yapıları çevrenin fiziksel zarar görülebilirliği ile doğru orantılı olarak artmaktadır.

Afetlere karşı dirençli toplum çerçevesinde bilgi, farkındalık ve bilinç kavramlarına dair yapılan derinlemesine incelemede risk bilgisinin üretimi ve paylaşılmasında kent planlamanın katılımcı süreçlerle rol alarak toplumsal bilincin gelişmesinde etkili olabileceği tespit edilmiştir. Bu bölümde Türkiye örneğinde üzerinden geliştirilen tartışma öncelikli olarak Türkiye kent planlama sistemi risk bilgisi üretimi ve katılımcı süreçlerin yönetimi konusundadır. Ardından Türkiye kentleşme ve planlama tarihindeki temel politikalar tanımlanarak, afetlere karşı toplumsal bilincin gelişmesinde nasıl etkili olabileceği tartışılmaktadır.

### **5.1. Kent Planlama Sistemi Bağlamında**

Kent planlama ve afet riskleri ilişkisine bakıldığında, mekânsal planlar en az riskli yerlerde ve çevre şartlarına uygun yerleşimin sağlanmasında bir kılavuz, yönlendirici ve denetleyici bir belgedir (Jha vd., 2013; Balamir, 2016). Türkiye planlama literatüründe sakinlik planlaması olarak tanımlanan bu plan türünün tek örneği İstanbul Deprem Master Planıdır (2003). (Balamir, 2016). Bunun dışında 2010’lu yıllar itibariyle afet risklerini azaltmak amacıyla kentsel dönüşüm ve yenileme konularında hazırlanan imar planları ön plana çıkmaktadır. Kentsel dönüşüm ve yenileme konuları 3194, 5366, 5393, 6306 sayılı kanun ile ilişkilidir (Orhan, 2022).

Türkiye’de kent planlarını ve bölge planlarını yönlendiren 3194 İmar Kanunu ve Mekânsal Plan Yapım Yönetmeliği’ne göre plan türlerini tanımlanmaktadır. Ülke bölge ölçeğinden mahalle ölçeğine inen dört ana sınıflandırma bulunmaktadır. Planların ölçeği küçüldükçe kapsamı genişlemekte ancak indiği detay azalmaktadır. Yönetmeliğe göre her bir plan türünde afet risk değerlendirmesi yapması gerekmekte, gerekli görülürse sakinlik planı yapılması ana esaslarda belirtilmektedir (Md. 8, bend 10).

Alt ölçekli planlarda doğal afet tehlikesini tanımlayan çalışmaların yapılması şart koşulmaktadır. Aynı zamanda planlama sürecinin katılımcı yollar ile gerçekleştirilmesi de şart olarak tanımlanmaktadır. Bu duruma bakıldığında üst ölçekli planların soyutluk derecesi daha yüksek olduğu için algılanabilirliği daha düşüktür. Şekil 2’de mekânsal plan türlerinin kapsamına göre toplumsal algılanabilirliğini tanımlayan soyutluk dereceleri tanımlanmaktadır. Şekil 2’de makro ölçek üst ölçekli planlara, mezo ölçek orta ölçekli planlara, mikro ölçek alt ölçekli planlara denk gelmektedir. Alt ölçekli planlar daha somut, daha deneyimlenebilir olduğu için özellikle yerel halk tarafından daha algılanabilmelidir (Şekil 2). Bu nedenle afet risk

azatımı ve yönetiminde özellikle nazım ve uygulama imar planlarının katılımcı süreçler ile gerçekleştirilmesi bir üst bölümde açıklanan afet-toplum bilinci- kent planlama çıktılarının sağlanması konusunda önemi büyük olacaktır.

KAPSAM	PLAN TÜRÜ VE ÖLÇEĞİ	SOYUTLUK / TOPLUMSAL OLARAK KAVRANMA DÜZEYİ
a) Ülke bütünü ile karasuları ve münhasır ekonomik bölgeleri kapsayacak şekilde ülke düzeyinde, b) Metropoliten bölgeler, gelişme odakları, yeni kentler, gelişme koridorları, üretim, arz ve tüketim akımları ve ilişkileri, kentsel ve bölgesel ağlar, yerleşmelerin yoğunluğu, ulaşım ilişkileri ve fiziksel eşikler gibi etkenler dikkate alınarak Bakanlık tarafından belirlenen havza ya da bölgeleri kapsayacak şekilde bölge düzeyinde,	Mekânsal strateji planı	SOYUT
Coğrafi, sosyal, ekonomik, idari, mekânsal ve fonksiyonel nitelikleri açısından benzerlik gösteren bölge, havza veya en az il düzeyinde yapılır.	Çevre düzeni planı 1/100.000, 1/50.000	mezo
Belediyeler, ilçeler, mahalleler	Nazım imar planı 1/25.000 1/5000	SOMUT
İlçeler, mahaller	Uygulama imar planı 1/1000	

Şekil 2. Türkiye’de şehir ve bölge planlama plan türleri kapsamı ve toplumsal olarak algılanma düzeyi.

Mekânsal planlar, özellikle mezo ve mikro mekânsal plan belgesi tehlike ya da risk değerlendirmesinin aynı zamanda görselini de oluşturmaktadır. Yani inceleyen kişilerin riski mekânsal olarak algılamaları konusunda tanımlar getirebilmektedir. Özellikle mikro ölçekteki plan yerel halkın doğrudan yaşadığı çevreyi tanımladığı için algılanabilirliği artmaktadır. Bu nedenle kent planlama çoklu mekânsal risk bilgisinin üretilmesi sürecinde katılımın sağlanması avantajlıdır. Burada kastedilen katılım kamu kurumları, çeşitli uzmanlık alanlarından uzamanlar, sivil toplum, yatırımcılar ve yerel halkın bütününe kapsamaktadır.

5366 Sayılı Yasa ve Yönetmeliği, kültürel ve doğal miras alanlarının korunması ve yenilenmesi amacıyla doğal olarak doğal afet risklerini de konu edinmektedir. Bu yasa çerçevesinde hazırlanan planlar mikro ölçekli planlardır. Yasanın yönetmeliğinde katılım konusu, yetkili ve uzmanları kapsayan danışma toplantıları ve mülk sahipleri ve bölge halkını ilgilendiren bilgilendirme ve görüş alma toplantılarının yetkili idare tarafından düzenlenebileceğini söylemektedir (Md. 7). Bu toplantıların afet-bilinç ilişkisinin kurulmasında bir araç olabileceği düşünülmektedir.

5393 Sayılı Belediye Yasası kapsamında afet risklerine karşı önlem almak amacıyla belediyelerin kentsel dönüşüm ve gelişme projeleri uygulayabilmektedir (Md. 73). Bu kapsamda da mikro ölçekte imar planına ihtiyaç duyulmaktadır. Projenin uygulanabilmesi için belediyelerin hak sahipleri anlaşması gerekmektedir. Bu anlaşma sürecinin de afet-bilinç ilişkisinin kurulmasında bir araç olabileceği düşünülmektedir.

6306 sayılı kısaca afet yasası olarak adlandırılan yasa ve ilgili yönetmelik, riskli alan ve binaların dönüştürülmesi sürecini tanımlamaktadır. Bu kapsamda da riskli alan ilan edilen yerlerin kentsel dönüşüm projelerini tanımlayan mikro ölçekte imar planına ihtiyaç duyulmaktadır. Riskli alan ilan edilen bölgelerde mülk sahipleri ve kısmi hakka sahip

yaşayanlar ile genel olarak anlaşma sağlanması ile (Md. 13) uygulamaya geçilmektedir. Bu yasa ile önce riskli alanlar ilan edilmekte, dönüşüm projesi hazırlanmakta ve dönüşüm projesi ile hak sahiplerine konut, işyeri gibi yönetmelik usulünce hakları karşılığında yeni projeden verilmektedir. Riskli alan ilanı sürecinde genel olarak zemin yapısı ve üzerindeki yapılaşmanın zarar görmeye yatkın, risk büyüklüğünü artıracak şekilde olması durumunu kanıtlayan analizlere ve bilgilere dayanmaktadır. Bu bilgilerin sosyal ve ekonomik zarar görülebilirlik tanımlarıyla da geliştirilerek sürecin başlangıcında toplum ile iletişim halinde geliştirilmesi durumunda, afet-bilinç ilişkisinin kurulmasında bir araç olabileceği düşünülmektedir.

## **5.2. Tarihsel Süreçte Kentleşme ve Planlama Politikaları Bağlamında**

Kent planlama bakış açısıyla Türkiye’de kentleşme olgusunun gelişimi dört döneme ayrılmaktadır. 1923-1950 arasında kırsalda yaşanan çözülme, sanayileşme ile çarpık kentleşme ve gecekondu olgusunun geliştiği dönem. 1950 sonrasında çarpık ve düzensiz kentleşmenin önüne geçilmesi amaçlı planlama çalışmalarının önemli olduğu ve aynı zamanda imar aflarının hâkim olduğu, sanayileşme ile kentsel sermayenin biriktiği ve tarihi kent merkezlerinde yol ve meydan çalışmaları nedeniyle yıkımların yapıldığı dönem. 1980 sonrası ise liberal politikalar ve küreselleşme dinamikleri ile kentlerin hem kaçak olarak hem de planlama çalışmaları ile büyüdüğü ve ekolojik eşikleri zorladığı, aynı zamanda çok katlı yapılaşmanın benimsenmeye başlandığı dönem. 1990’lı yıllar ile dönüşüm projelerinin ön plana çıktığı 2000 sonrasında ise küreselleşme dinamiği ve neo-liberal ekonomi politiği ile parçacıl dönüşüm ve yenileme projeleri yanı sıra mega-projelerin hâkim olduğu dönem olarak özetlenebilir (Karaibrahimoğlu, 2022).

Türkiye’de kentleşmenin mekânsal gelişme sorunları tarihsel süreçte incelendiğinde 1940’lı yıllarda başlayan kentlere göç akışı ve hızlı kentleşme (Keleş, 2015, ss. 64-66) ile gecekondulaşma olgusunun ardından gelen popülist yaklaşımlar ile kaçak yapılaşma olgusunun, imar afları ile desteklendiği ve şeffaf olmayan planlama süreçlerinin günümüze kadar hâkim olduğu görülmektedir (Tezcan & Çelik, 2020; Tercan, 2018). İmar afları gecekondu, imar mevzuatına uygun olmayan yapıları zaman süreç içerisinde yasallaşmasını sağlamıştır, imar barışı adı altında 2018 yılında yürürlüğe giren son imar affı ise hiçbir afet sakınımlarını göz önüne almadan, sorumluluğu bireylere bırakarak, geniş kapsamlı yapısal affın gerçekleşmesine neden olmuştur (Tercan, 2018; Erbaş, 2018). Bu süreç tüm doğal tehditleri, doğal çevreye verilen tahribatı, sosyal yapının yaşam hakkını ve yaşam kalitesini göz ardı ederek gelişen bir süreçtir. Aynı zamanda bu sürecin mekânsal planlamayı değersizleştirdiği de düşünülmektedir. Nasıl olsa af çıkar zihniyetinin 1950’li yıllardan günümüze kadar belli periyotlarda çıkan imar afları ile yerleştiği düşünülecek olursa (Tercan, 2018; Erbaş, 2018) imar planlarını önemsizleştiren bir bilincin gelişmiş olma ihtimali çok yüksektir. Erbaş (2018, s. 30) toplumun yapısal zarar görülebilirlikler konusunda ne kadar bilgi ve bilinç sahibi olduklarının sorgulanması gerektiği, bu bilince sahip olmalarını düşünmenin mümkün görünmediği vurgulanmaktadır. Toplumsal olarak bu bilginin üretimi ve paylaşımının katılımcı süreçler ile üretilen planlama kararları ile geliştirilebileceği düşünülmektedir.

Geri planda çarpık kentleşme ile gelişen kentlerde aynı zamanda 2000’li yıllar ile birlikte sağıklaştırma, yenileme, afetlere karşı önlem alabilme amacıyla dönüşüm uygulamaları yaygınlaşmıştır. Dönüşüm uygulamaları 5393 sayılı yasa 73. Maddesi ve 6306 sayılı yasaya dayanmaktadır. Her iki yasa da imar mevzuatına kısmen veya tamamen uygun olmadan gelişmiş, çarpık kentleşme ürünü olan ancak aynı zamanda bir şekilde imar ve mülkiyet haklarına sahip olan yerleşim alanlarının dönüştürülmesine odaklanmaktadır. Tezcan ve Çelik (2020) her iki yasa ile ilan edilen dönüşüm alanlarının izini takip ettikleri araştırmada yasaların afet risklerini azaltmak amacını güdüyor olsa da odaklandıkları alanların göçle oluşmuş yerleşim alanları olduklarını göstermektedir. Her iki yasa da dönüşüm alanı ilan

edilen yerler yerel belediyenin talebi üzerine gerçekleşmekte, ancak afet riskinin detaylı analizi beklenmemektedir (Tezcan & Çelik, 2020; Özyetgin Altun & Ögdül, 2021). Aynı zamanda bu yasalar ile tanımlanan dönüşüm alanları kenti parçaları ile ilgilendiği için bütüncül planlama ilkesini bozmaktadırlar (Tezcan & Çelik, 2020; Özyetgin Altun & Ögdül, 2021; Karaibrahimoğlu, 2022).

Öte yandan projeler hak sahipleri ile müzakere edilerek anlaşma sağlanmaktadır. Bu müzakereler katılımcı planlama konusu kapsamına girmektedir. Ancak bu müzakerelerin afet bilincinin gelişmesi konusunda etkili olabileceği düşünülmektedir. Çünkü kent parçaları ile ilgilenen kentsel dönüşüm projelerinin kent bütününde taşınan afet riskleri, dolayısıyla yakın yaşam çevreleri ile bireyleri etkisine alabilecek riskler hakkında bilgi ve bilinç gelişmemektedir. Öte yandan müzakerenin odağında geliştirilen projenin pazarlanması yer almaktadır. Dolayısıyla kent bütününde taşınan afet riskleri göz ardı edilmekte, sadece yaşanan binanın riskleri azaltılırsa güvenli olunacağı bilinci hâkim olmaktadır. Elbette yaşanan binanın güvenliği toplumsal dirençliliğin bir parçasıdır ancak kentsel risklerin tanımı tek başına binadan ibaret değildir (Kundak & Türkoğlu, 2007; Başaran Uysal, Serzen, Süha & Karaca, 2014; Aydın, Erdin, & Kahraman, 2017; Shyannejad & Angerabi, 2014; Reja & Shaajan, 2011; Ghajari, Alesheilch, Modiri, Hosnovi & Abbasi, 2017). Bu süreçte planlama sadece yasaların gerektirdiği, mimari projeyi gerçekleştirmek için kullanılan bir yasal araç olmanın ötesine geçememektedir.

Tartışmayı sonlandırırken esasında bu araştırmanın başlangıcı olan medyada benzerlerinin çoğunlukla yer bulduğu bir haber ile kent bütününde planlamanın ve doğru bilgi aktarımının ne kadar önemli olduğu örneklendirilecektir. Medyada 2017 yılı Ocak Ayı'nda yapılan bir haber (Hürriyet, 2017) dönemin Çevre ve Şehircilik Bakanı'nın yaptığı deprem tehdidi ile mücadele edebilmek amacıyla kentsel dönüşümün önemini ve gerekliliğini anlatmaya çalışan, özellikle İstanbul'da tehlikenin tanımını yapan, bir açıklama ya da açıklamanın habere dönüşmüş halidir.

“Türkiye topraklarının yüzde 42'si deprem riski altında olduğunu belirten Özhaseki, '1999 sonrası yapılan binaların biraz sağlam olduğunu kabul ediyoruz. 1999'da yönetmelik değişikliği var. Yeni binalar biraz sağlam. 5 milyon civarında. 1999 öncesi 15 milyon stok var. Bunların en az yarısı riskli. Yani 6-7 milyon binanın yenilenmesi, sağlam hale gelmesi gerekli. Özellikle en büyük risk İstanbul'da. 4 Fay kırığı var. Dördününde zamanı dolmuş. Fay kırıklarının hepsi her an patlayabilir. Bilim adamlarının görüşü şu 2030'a kadar İstanbul'da büyük ihtimalle deprem olur. 2050 diyenler azınlıkta. Büyük çoğunluğu 2030'u işaret ediyor. Deprem kesin. 7 ile 7.5 arasında şiddeti olacak' dedi.” (Hürriyet, 2017).

Haberin devamında yerel belediyeleri zarar azaltma projeleri üretmeleri için teşvik ettikleri de ifade edilmektedir. İlk okumada bu açıklamanın amacı toplumu bilgilendirmek, bilinçlendirmek olarak görülmektedir. Ancak bu konulara dair yüzeysel bilgisi olan birey ile empati kurarsak “fayın patlaması” ifadesi fazlasıyla ürkütücü görünmektedir.

Türkiye çok uzun zamandır terör tehdidi ile mücadele eden bir ülkedir. Dönem dönem bu terör faaliyetleri kent meydanlarına iner, dönem dönem kaybolur. Gündelik hayatta bazen bunlar unutulur ama toplumda güvensizlik ve korku hissi vardır. Terör eylemleri bu haber yapılmadan onsekiz ay öncesinde yeniden şiddetlenmiş, Ekim ayı 2015 tarihinde Ankara'da ilki gerçekleştirilen ve 17 Aralık 2016'da Kayseri'de onuncusu gerçekleştirilen bombalı terör eylemlerinde 500 kişi hayatını kaybetmiştir (Köker, 2016). Böyle bir korku ve kederin yoğun olarak kümeleniği, biriktiği bir döneme çok yakın bir tarihte yapılan bu “fay kırıklarının patlayacağı” depremin 7-7.5 şiddetin olacağı ve 1999'dan önce yapılan yapıların en az yarısının yıkılacağı açıklamasının, bilgi vermekten ziyade toplumu korkutarak ya da tedirgin

ederek kentsel dönüşüme teşvik etmek amacıyla tasarlandığı düşünülmektedir. Kent Planlama bu tür yanlış bilgi aktarımının kesinlikle aracı olmamalıdır.

Sonuç olarak bakıldığında Tran ve diğ. 2009’da belirtildiği gibi kent planlama uzmanlık alanı olarak uygulamaları yönlendirmekte ve toplumsal yapıyı oluşturan farklı alt gruplar arasında iletişim ve bilgi akışı konularında rol almaktadır. Türkiye planlama sistemine göre bu çok katmanlı iletişimin mikro ölçekli planlama süreçlerinde kurulması daha makul görülmektedir. Detaylı ve sağlıklı bilgi üretimi ve bunun şeffaf olarak paylaşımı önemli bulunmaktadır. Kentsel dönüşüm projelerinin muhakkak kent bütününde üretilen risk analizi, zarar azaltma ve iyileşme kararlarını tanımlayan sakınım planları ardından üretilmeli ve bütüncüllüğü sağlayabilmek için sakınım planlarının muhakkak ki her konuda üretilen nazım ve uygulama imar planları ile entegre olması gerektiği düşünülmektedir. Böylelikle katılımcı süreç çok katmanlı ancak aynı düzleme indirgenmiş bir platform üzerinden geliştirilebilir.

## 6. Sonuç

Bu araştırma afet risk azaltımı ve yönetiminde toplumsal bilincin gelişmesi için planlamanın rolünü tanımlamaktadır. Afet risk azaltımı ve yönetiminde önem kazanan dirençlilik yaklaşımı, afetlere karşı proaktif davranış kapasitesini işaret etmekte ve afet bilgi üretimi ve paylaşımını temel girdi olarak tanımlamaktadır. Katılım ve afet yönetimi çözümlerinin yanı sıra çeşitli yöntemlerle geliştirilmiş bilgi paylaşım platformlarını araç olarak kabul etmektedir. Afetlere karşı toplumsal kapasitenin geliştirilmesi için akılda kalıcı deneyim kazandıran görsel yazılı materyallerin üretilmesi, etkinliklerin düzenlenmesi, toplumsal farkındalığın artmasını sağlayacak araçlar olarak tanımlanmaktadır. Bilginin artması ile farkındalığın artacağı düşünülmektedir. Farkındalık ve bilinç kavramları kimi zaman birbirlerinin yerine kullanılmaktadır ancak bilinç kavramı toplumsal ve kültürel olarak üretilen davranış biçimlerini işaret etmektedir.

Toplumsal bilincin ölçülmesinde çeşitli ölçeklerde geliştirilen ulusal ve uluslararası endekslerde eğitim seviyesi, sigortalılık, sorumluluk alma, gönüllülük gibi göstergeler kullanılmaktadır. Ancak kent planlama söz konusu olduğunda toplumların afetler karşısında bilinçli davranış göstermeleri nasıl ölçülebilir diye konuya bakacak olunursa; burada önemli olan kriter toplumun afet risklerini gözeterek üretilmiş mekânsal kararları benimseyen davranış biçimleri gösterebilmeleridir. Karar üreticiler, yatırımcılar ve bireyler gibi toplumun her kesiminde mekânsal kullanım taleplerini afet risklerini gözeterek geliştirmeler, ya da bu öncelik ile verilen kararları benimsemeleri beklenir.

Bu nasıl olabilir sorusu yine toplumsal dirençlilik için tanımlanan katılım ve yönetim araçlarına yönlendirmektedir. Mekânın fiziksel, sosyal, ekonomik şartları bağlamında risk değerlendirmesini yapan kent planlamanın toplumun her kesimini kapsayan katılımcı süreçler ile süreci yönetmesi gerekli görülmektedir.

Birey afet riski yüksek bölgede yaşadığını biliyor, kendini nasıl güvende tutacağını biliyor ancak yaşadığı çevreden göreceği zararların azaltılması konusunda eyleme geçmiyorsa ya da tam aksi olarak hareket ediyorsa bilincin varlığından söz etmek mümkün değildir. Afet risklerine karşı bilgi birikimi ve yüklemesi yapmak yeterli olmadığı, buna karşı mücadeleyi yaşam biçimi haline getirmek ve çok yönlü düşünmek gerekmektedir. Kent planlamanın da bu işin mekânsal zararları azaltmak konusunda önemli bir boyut olduğu, toplum ile iletişim kurmak için ise önemli bir araç olduğunu görebilmek gerekmektedir.

Türkiye örneğinde kentler çarpık kentleşme, gecekondulaşma, imar afları gibi olgular ile pekişmiş, afetler konusunda çok karmaşık ve derin sorunlara sahiptir. Kent planlama afetlere

karşı bütüncül risk azaltma ve iyileşme dönemlerini yürütecek içeriğe ve uygulama örneklerine sahip değildir. Toplumsal bilincin gelişmesinde önemli bir konumdayken, aktif rol üstlenememektedir. Ancak kentsel risklerin tanımlanması bağlamında kurumsal kapasitenin geliştirilmesi, sakinim planları ile bütüncül planlama çalışmalarının yaygınlaşması ve toplumun aktif katılımını sağlayan katılımcı mekanizmaların geliştirilmesi ile kent planlamanın afetlere karşı bilinçli, dirençli toplumların geliştirilmesinde etkili olabileceği düşünülmektedir.

Türkiye şehir ve bölge planlama sistemi incelendiğinde daha algılanabilir olması nedeniyle bireyler ile mikro ölçekli planlarda buluşması daha önemli bulunmaktadır. Çok sayıda özel konulu ve planlamayı bağlayan yasa ve yönetmelikte katılım konusuna yer açılmıştır. Katılım aracının afet risk bilgisinin üretimi ve paylaşımı konusunda faydalı olabilecek şartlarda kullanılması sağlanabilmelidir. Planlama politikalarına bakıldığında imar affı politikasının bilincin gelişmesinde engelleyici bir politika olduğu düşünülmekte olup kentsel dönüşüm politikasının ise afet bilgi paylaşımına uygun söylemde ve içerikte ele alınması halinde katılımcı ve bütüncül planlama politikası çerçevesinde bu amaca hizmet edebileceği düşünülmektedir.

### Kaynaklar

Akarsu, B. (1975). *Felsefe Terimleri Sözlüğü*. Ankara: Türk Dil Kurumu.

Arıkan, K. (2022). Bilinç ve bilinçli olmak nedir? <https://www.kemalarikan.com/bilinc-ve-bilincli-olmak-nedir.html> adresinden erişildi.

Aydın, M. B. S., Erdin, H. E., & Kahraman, E.D. (2017). Mekânsal Yapı Özellikleri Açısından İklim Değişikliğine Karşı Risk Taşıyan Bölgelerin Saptanması. *Planlama Dergisi*, 27 (3), 274-285.

Balamir, M. (2019). Afet, Siyaset ve Dirayet (1999). Murat Balamir (Ed.), *Plancının Cassandra Yazgısı: Afetler, Kentler, Yasal ve Kurumsal Yapılanma* içinde (s. 1-5). Ankara: TMMOB Şehir Plancıları Odası.

Balamir, M. (2018). *Afetler, Risk Yönetimi ve Sakınım Planlaması Açıklamalı Kavram ve Terimler Dizini*, Ankara: TMMOB Şehir Plancıları Odası.

Başaran Uysal, A. B., Serzen, F., Süha, Ö., & Karaca, Ö. (2014). Classification of residential areas according to physical vulnerability to natural hazards: a case study of Çanakkale, Turkey. *Disasters*, 38(1), 202–226.

Cevizci, A. (1999). *Felsefe Sözlüğü*. İstanbul:Paradigma.

Chakrabarti, P.G.D. (2013). *Developing Indicators for Measuring Progress of Disaster Risk Reduction*. United Nations International Strategy for Disaster Reduction. <https://www.undrr.org/publication/developing-indicators-measuring-progress-disaster-risk-reduction> adresinden erişildi.

Chelleri, L., Waters, J.J., Olazabal, M., & Minucci, G. (2015). Resilience trade-offs: Addressing multiple scales and temporal aspects of urban resilience. *Environment and Urbanization*, 27(1), 181– 198.

Cutter, S., Emrich, C., & Burton C. G. (2010). Disaster resilience indicators for benchmarking baseline conditions. *Journal of homeland security and emergency management*, 7(1), Article 51.



Erbaş, İ. (2018). Kimileri için bir fırsat, kent için ise bir tehdit: İmar barışı. *Mimarlık*, 403, 27-26.

Gerdan, S., & Özdemir, A. (2017). Afet zararlarının azaltılmasında toplum tabanlı gözlemsel mahalle tehlike analizi eğitimi: Kocaeli örneği. *Journal of Resilience* 1(1), 11-19.

Ghajari, Y. E., Alesheilch, A. A., Modiri, M. Hosnovi, R. & Abbasi, M. (2017). Spatial modelling of urban physical vulnerability to explosion hazards using GIS and fuzzy MCDA. *Sustainability*, 9(7), 1274, <https://doi.org/10.3390/su9071274>.

Goodman R. D., & West-Olatunji C.A. (2009). Applying critical consciousness: culturally component disaster response outcomes. *Journal of counselling & development*, Volume 87.

Guo, Y., & Li, Y. (2016). Getting ready for mega disasters: the role of past experience in changing disaster consciousness. *Disaster Prevention and Management*, 25 (4), 492-505, <https://doi.org/10.1108/DPM-01-2016-0008>.

Hançerlioğlu, O. (2012). *Felsefe Ansiklopedisi*. İstanbul: Remzi Kitapevi.

Humanitarian Leadership Academy. (2017). <https://www.humanitarianleadershipacademy.org/national-disaster-consciousness-month-philippines/> adresinden erişildi

Hürriyet. (26 Ocak, 2017). *Bakan'dan İstanbul'a kritik deprem uyarısı*. <http://www.hurriyet.com.tr/bakandan-istanbula-kritik-deprem-uyarisi-40346714> adresinden erişildi.

İstanbul Büyükşehir Belediyesi. (2018). *Sosyal hasar görülebilirlik analizi*. <https://depremezmin.ibb.istanbul/calismalarimiz/tamamlanmis-calismalar/istanbul-ili-genelinde-afetler-karsisinda-sosyal-hasar-gorebilirlik-arastirmasi/> adresinden erişildi.

Jha, A. K., Stanton-Geddes, Z., & Miner, T. W. (2013). *Building Urban Resilience: Principles, Tools, and Practice*. Washington, D.C.: World Bank

Karabrahimoğlu, S. (2022). Türkiye'de 2003-2019 yılları arasında fiziki planlamanın kapsamı: Planlama Dergisi üzerinden bir değerlendirme. *Planlama*, 32(2):191–204, doi: 10.14744/planlama.2021.02411

Keleş, R. (2015). *Kentleşme Politikası*. Ankara: İmge Kitabevi.

Köker, İ. (21 Aralık 2016). Türkiye'de Haziran 2015-Aralık 2016 arası düzenlenen saldırılarda 500'e yakın kişi hayatını kaybetti. *BBC NEWS Türkçe*. <https://www.bbc.com/turkce/haberler-turkiye-38365351> adresinden erişildi.

Kundak, S., & Türkoğlu, H. (2007). İstanbul'da deprem risk analizi. *İtuderjisi/a Architecture, Planning, Design*, 6(2), 37-46.

Maclean, K., Cuthill, M., & Ross, H. (2014). Six attributes of social resilience. *Journal of environmental planning and management*, 57:1, 144-156.

Motoyoshi, T. (2006). Public Perception of Flood Risk and Community-Based Disaster Preparedness. S. Ikeda, T. Fukuzono, & T. Sato (Ed.), *A Better Integrated Management of*

*Disaster Risks: Toward Resilient Society to Emerging Disaster Risks in Mega-Cities* (ss. 121-134). Tokyo: TERRAPUB.

Orhan, E. (2022). 1999 depremlerinin ardından planlama mevzuatı üzerine bir değerlendirme. *Planlama*, 32(1), 47–56, doi: 10.14744/planlama.2021.48569.

Oyanık M., & Cengiz E. (2020). Afet bilinci ve kader ilişkisi: Gümüşhane örneği. *The Journal of International Scientific Researches*, 5(A1), 87-101.

Özceylan, D. (2010). *Afetler için sosyal ve ekonomik zarar görülebilirlik endeksi geliştirilmesi: Türkiye'deki iller üzerine bir uygulama* (Doktora Tezi). Sakarya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sakarya, Türkiye.

Özdemir A., & Şahinöz T. (2022). Toplumda afet farkındalığı oluşturmaya yönelik kullanılan araçlar: nitel bir çalışma. *Afet ve Risk Dergisi*, 5(1), 78-93.

Özyetgin Altun, A., & Ögdül, H. G. (2021). Afet riski yönetimi kapsamında kent planlama; İstanbul planları ve uygulamalar. *METU JFA*, 2 (38:2), 145-172.

Pelling, M. (2003). *The Vulnerability of Cities: Natural Disasters and Social Resilience*. London; Sterling, VA: Routledge.

Reja, M. Y., & Shajahan, A. (2011). Analysing the earthquake vulnerabilities for urban areas: In the context of Chittagong City. Disaster, Risk and Vulnerability Conference (ss. 48-54). Mahatma Gandhi University, Hindistan.

Shaw, R., Rahman, A., Surjan, S., & Parvin, A. G. (2016). *Urban Disasters and Resilience in Asia*. Elsevier.

Shayannejad, A., & Angerabi, B. A. (2014). Earthquake vulnerability assessment in urban areas using MCDM. *International Review for Spatial Planning and Sustainable Development*, 2(2), 39-51.

Şenol Balaban, M. (Ed). (2017). Kent, Planlama ve Afet Risk Yönetimi. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi.

Taşkın, K. (2012). Mahalle ölçekli depremsel zarar görülebilirlik endeksi: Sakarya örneği (Doktora Tezi). Sakarya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sakarya, Türkiye.

Tercan, B. (2018). 1948'den bugüne imar afları. *Mimarlık*, 403,19-26.

Tezcan, S., & Çelik, H. Z. (2020). Türkiye'de göçle oluşmuş yaşama bölgelerine yönelik yasal müdahaleler ve kentsel dönüşüm uygulamaları. *Planlama*, 30(3), 361–373, doi: 10.14744/planlama.2020.71677.

Tran, P., Kaneko, F., Shaw, R., Lorna P. V., & Hidetomi, O. (2009). Urban Disaster Risk Analysis, Action Planning, and Implementation Management. R. Shaw, H. Srinivas, & A. Sharma (Ed.), *Urban Risk Reduction: An Asian Perspective* (ss.13-36), Emerald Group Publishing Limited.

Türk Dil Kurumu. (2021). *Farkındalık*. <https://sozluk.gov.tr/> adresinden erişildi.

Türkiye Afet ve Acil Durum Müdürlüğü. (2022a). *Afet eğitim ile zihinsel dönüşüm*. <https://afad.gov.tr/afet-egitim-ile-zihinsel-donusum> adresinden erişildi.

Türkiye Afet ve Acil Durum Müdürlüğü (2022b). *Kitaplar*. <https://afad.gov.tr/kitaplar> adresinden erişildi.

Türkiye Afet ve Acil Durum Müdürlüğü (2022c). *Türkiye afet bilgi bankası*. <https://afad.gov.tr/tab-turkiye-afet-bilgi-bankasi> adresinden erişildi.

United Nations International Strategy for Disaster Reduction. (2007). Hyogo framework for action 2005–2015: Building the resilience of nations and communities to disasters. [https://www.unisdr.org/files/1037\\_hyogoframeworkforactionenglish.pdf](https://www.unisdr.org/files/1037_hyogoframeworkforactionenglish.pdf) adresinden erişildi.

United Nations International Strategy for Disaster Reduction. (2009) Terminology on Disaster Risk Education. <https://www.unisdr.org/we/inform/terminology> adresinden erişildi.

United Nations International Strategy for Disaster Reduction. (2015). Sendai framework for disaster risk reduction 2015–2030. [https://www.preventionweb.net/files/43291\\_sendaiframeworkfordrren.pdf](https://www.preventionweb.net/files/43291_sendaiframeworkfordrren.pdf) adresinden erişildi.

## 2002-2021 Yılları Arasında Hastane Afet Planı Alanında Yapılan Çalışmaların Bibliyometrik Analizi

Tuncay PALTEKİ<sup>1</sup>, Emre AYDIN<sup>2</sup>, Betül Zeynep SARAL<sup>2</sup>

### Öz

Afet, etkilenen insanların normal yaşamını durduran ya da sekteye uğratan, fiziksel, ekonomik ve sosyal kayıplar doğuran, yerel yönetimlerin baş edemediği olaylara verilen genel bir isimdir. Afetlerin doğurduğu sonuçlara bakıldığında çok fazla can ve mal kaybına sebep olmaktadır. Bundan dolayı oluşacak hasarları en aza indirmek için her ülkede etkin bir afet yönetimine ihtiyaç vardır. Hastaneler için etkin afet yönetimleri ise hastane afet planıdır. Hastane afet planı, hastanenin kaynaklarını, personelini ve yapılarını farklı afetlerde etkin bir performansla sahip olması için hazırlanmaktadır. Bu çalışmanın amacı hastane afet planı ile ilgili 2002-2021 yıllarında yayınlanan 609 makaleyi yıllara, ülkelere, yazarlara, Web Of Science kategorileri ve anahtar kelimelerin analizlerini sunmaktır. Bu çalışmanın analizleri VOSviewer uygulaması kullanılarak görselleştirilmiştir. Bu bağlamda hastane afet planı konusunda bibliyometrik analiz yapılarak ilgili alana katkıda bulunmak ve fikir oluşturmak amacıyla hazırlanmıştır. Yapılan çalışma ile son yıllarda hastane afet planı ile ilgili çalışmaların artış gösterdiği belirlenmiş, analizler sonucunda elde edilen veriler tablolar ve şekiller ile açıklanmıştır. Analiz sonuçlarına göre genel olarak her geçen yıl yapılan çalışmaların sayıca arttığı sonucu çıkarılmıştır. En fazla yayın yapan ülkenin Amerika Birleşik Devletleri olduğu, en çok yayın yapılan yılın 2021 olduğu ve en fazla yayın yapan yazarın Christian M.D. olduğu ve en çok kullanılan anahtar kelimenin afet olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Genel olarak Türkiye ise listede yayın sayısı ve yoğunluğu olarak üst sıralarda yer almamıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Hastane afet planı, hastane afet yönetimi, afete hazırlık, bibliyometrik analiz

## Bibliometric Analysis of Studies Conducted in the Field of Hospital Disaster Plan Between 2002-2021

### Abstract

Disaster is the general name given to events that stop or disrupt the normal life of the affected people, cause physical, economic and social losses and that local governments cannot cope. Considering the consequences of disasters, they cause a lot of loss of life and property. For this reason, an effective disaster management is needed in every country in order to minimize the damage. Effective disaster management for hospitals is a hospital disaster plan. The hospital disaster plan prepares the hospital's resources, staff and structures to perform effectively in different disasters. The aim of this study is to present the analyzes of 609 articles on hospital disaster plan published between 2002-2021 by years, countries, authors, Web of Science categories and keywords. The analysis of this study was visualized using the

<sup>1</sup> Mülkiyet Koruma ve Güvenlik Bölümü, Biruni Üniversitesi, İstanbul

<sup>2</sup> Acil Yardım ve Afet Yönetimi, Biruni Üniversitesi, İstanbul

\*İlgili yazar/Corresponding author: 180501005@st.biruni.edu.tr

Gönderim Tarihi / Received Date: 16.11.2022

Kabul Tarihi / Accepted Date: 27.04.2023

Bu makaleye atf yapmak için- To cite this article

Palteki, T., Aydın, E., Saral, B. Z., (2023). 2002-2021 Yılları Arasında Hastane Afet Planı Alanında Yapılan Çalışmaların Bibliyometrik Analizi. Resilience, 111-122.

VOSviewer application. In this context, bibliometric analyzes were made on the hospital disaster plan, and it was prepared to contribute to the relevant field and to create ideas. With the study, it has been determined that studies on hospital disaster plan have increased in recent years, and the data obtained as a result of the analyzes are explained with tables and figures. According to the results of the analysis, it was concluded that the number of studies conducted in general increases every year. It was concluded that the country with the most publications is the United States, the year with the most publications is 2021, the author with the most publications is Christian M.D. and the most used keyword is disaster. In general, Turkey was not at the top of the list in terms of the number and density of publications.

**Keywords:** Hospital disaster plan, hospital disaster management, disaster preparedness, bibliometric analysis

## 1. Giriş

Dünya sağlık örgütünün tanımına göre afet, normal yaşam şartlarını bozarak toplumun kapasitesini aşan düzeyde acıya neden olan bir olaydır (World Health Organization, 2002). Afetlerin oluşum nedenleri: doğa kaynaklı, teknolojik ve insan kaynaklı etmenler olarak ayrılmaktadır (Erkal ve Değerliyurt, 2009). Afetlerin öncesi, gerçekleştiği anda ve sonrasında daha fazla kişinin hayatını kurtarmak için afet öncesinde etkin bir planlama ve hazırlığın yapılması afet sonrasında zarar görülebilirlik ile doğrudan bağlantılıdır (Yılmaz, 2012). Kısaca afet: beklenmeyen, önceden öğrenilmeyen, kurumların kapasitesini aşan ve ani gelişen çevresel ya da insan yapımı olgudur (Sofuoğlu, 2008). Afet yönetimi aşamaları ise bir afet olayından diğer bir afet olayına kadar afete müdahale, iyileştirme, zarar azaltma ve hazırlık aşamalarının tümü olarak tanımlanmaktadır (AFAD, 2022) “Hastane afet ve acil durum planı” ise afet yönetiminin evrelerini içeren, afet öncesi fiziksel ve işlevsel yönden afete hazırlıklı olmayı ve afet halinde; zamanında etkili müdahaleyi sağlamak, afet anı ve sonrası için hastanelerin kriz yönetimini geliştirmek amacıyla ulusal sağlık sisteminin merkez ve il düzeyinde Sağlık Bakanlığı tarafından geliştirilen, standart ve kılavuza sahip planlar şeklinde tanımlanmaktadır (T.C. Resmi Gazete, 2020). Hastane Afet ve Acil Durum Planı (HAP), hastanelerin kolayca uygulayabileceği, personellerin standart eğitimler ve belli bir disiplin sonucunda kurumları afetlere hazır hale getirebilecekleri bir örnek sunmaktadır (Rodoplu ve Ersoy, 2002). HAP iş kaybını önler, ölüm ve yaralanmaları önler, zararın oluşmasını engelleyerek gelirin sürekliliğini sağlar, yıkım sonucu gelecek olan üretimdeki giderlerin azaltılmasına olanak verir, ek vergiler konmasını önler, zarar vermeksizin bütün hasta ve yaralıların medikal bakımını sağlar (Güleç, 2008). Tüm hastanelerin altyapı özellikleri, imkân ve kaynakları birbirinden farklılık gösterdiğinden dolayı, her hastanenin herhangi bir afet anında vereceği yanıtlar birbirinden farklıdır ve bundan dolayı her hastanenin kendisine göre hazırlanmış bir afet planı olmalıdır (French, Sole ve Byers, 2002). HAP’ın genel özellikleri şöyle sıralanabilir: Güvenilir olan, afet anında oluşabilecek kaosu önleyen, ortak dil ve iletişime sahip, görev ve önceliklerin belirlendiği bir kayıt sistemidir (Özüçelik, 2008). HAP’ın avantajları ise soruna odaklanmayı sağlar, emir komuta zinciri oluşturur, ortak bir dilin olmasını sağlar ve kurumların birbirleriyle daha çabuk entegrasyonunu sağlar (Oktay, 2009). Afetlerden sonra ilk 3-5 gün içinden acil tıp hizmetlerine ihtiyaç duymakta, olası senaryolar için hazırlanmış afet planları ile yapılan risk analizleri ve tatbikatlar sayesinde hastane hizmetleri afet öncesi düzeye dönebilmektedir (Demirhan, 2003).

Bu çalışma; tüm hastanelerin, afet anında ve sonrasında sunulacak sağlık hizmetleri konusunda gerekli hazırlıkları önceden yapması yönetmelik gereği zorunlu olduğundan dolayı hastane afet ve acil durum planları alanında yapılan çalışmalar hakkında bilgiler içermektedir. 2002-2021 yılları içerisindeki Web of Science veri tabanında yayımlanan hastane afet planı ile ilgili çalışmaların bibliyometrik analizi yapılmıştır. Çalışmada, hastane afet ve acil durum planı

ile ilgili genel bilgiler açıklanmış, bibliyometrik analiz kavramına ve bu analizle ilgili literatüre yer verilmiştir. Daha sonra çalışmanın yöntemi ve analiz sonucunda ortaya çıkan bulgular tablolar ve şekiller ile açıklanarak sonuçlara yer verilmiştir.

## 2.Yöntem

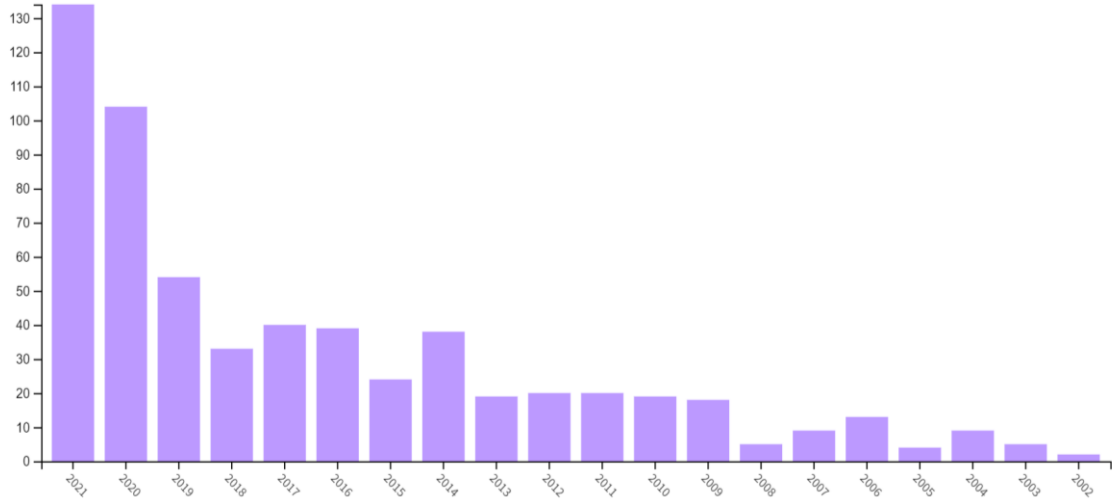
Bibliyometrik çalışmaların oldukça geniş ve uzun zamandır bulunan bir kullanım alanı mevcuttur ve birçok disiplin tarafından kullanılmaktadır (Savrun ve Mutlu, 2019). Bibliyometrinin tanımı kurumlar tarafından üretilmiş belirli bir alanda, dönemde ve bölgede yayınlanmış yayınların ve bu yayınlar arasındaki ilişkilerin sayısal olarak analizidir (TUBİTAK, 2022). Başka bir tanımda ise bibliyometri bilginin ve metinlerin ölçüsü olarak ifade edilmiştir (Norton, 2001).

Günümüzde veri elde etmedeki kolaylıkla birlikte bibliyometrik araştırmalar için kullanılabilir çok veri tabanı bulunmaktadır. Çalışmamızda detaylı arama imkanı olan ve çok sayıda yayına ulaşabileceğimizden dolayı WOS veri tabanı kullanılmıştır. Görseller ise VOSviewer yazılımı sonuçlarına göre analiz edilmiştir.

Bu çalışma “hastane afet planı” üzerinde yapılan çalışmaların zaman içerisindeki gelişimini değerlendirmek için gerçekleştirilmiştir. Araştırmada analiz edilen yayınlar Web of Science (WOS ) Core Collection veri tabanından indirilmiştir. Amacımız konu ile ilişkili çalışmaların hangi yıllarda yoğunlaştığını belirlemek, bu alanda önde gelen ülke, yıl, anahtar kelimeler ve yazarların sıralamasını ortaya çıkarmaktır. Çalışma kapsamında 2002-2021 yılları arasında Web of Science veri tabanında konu ile ilgili yayınlar analize dâhil edilmiştir. Makale seçiminde “hospital disaster plan”, “hospital disaster planning”, “hospital emergency and disaster plan” anahtar kelimeleri kullanılmıştır. Web of Science’da bu anahtar kelimeler ile yapılan aramada 2098 yayına ulaşılmış daha sonra “makale” kısıtlaması konularak yayın sayısı 1739’a düşürülmüştür. Daha sonra “açık erişim” kısıtlaması konularak 633’e düşürülmüştür. Son olarak da “Türkçe ve İngilizce” dil kısıtlaması seçilerek ulaşılan makale sayısı 609 olmuştur. Analizde dönemsel bazda gelişimi görebilmek için 609 yayın, 2002-2011 ve 2012-2021 dönemlerine ayrılmıştır. Analizde ilk dönemde 104, ikinci dönemde ise 505 yayın yer almıştır.

## 3. Bulgular

Bulguları şu şekilde değerlendirmek mümkündür: Öncelik sırası ile yıllara göre yayın sayısı, ülkelere göre yayın sayısı, en üretken yazarlar, WOS kategorilere göre en çok kullanılanların sayısı ve araştırmada en fazla kullanılan anahtar kelimeler genel bulgular başlığı altında verilmiştir. Genel bulgular kısmı VOSviewer uygulaması ve WOS ile analiz edilmiştir. Genel bulgular; WOS veri tabanından yukarıda açıkladığımız yöntem sonucunda elde edilen kaynaklardan analiz edilmiştir. Yapılan analizler sonucunda Şekil 1’de 2002-2021 yılları arasında en çok yayın sayısı 2021 yılına ( 133 yayın) ait olduğu görülmektedir. En az yayın ise 2002 yılında (2 yayın) olduğu görülmektedir. 2019 yılı sonrasında yapılan yayınların genel olarak sayıca artış gösterdiği görülmektedir.



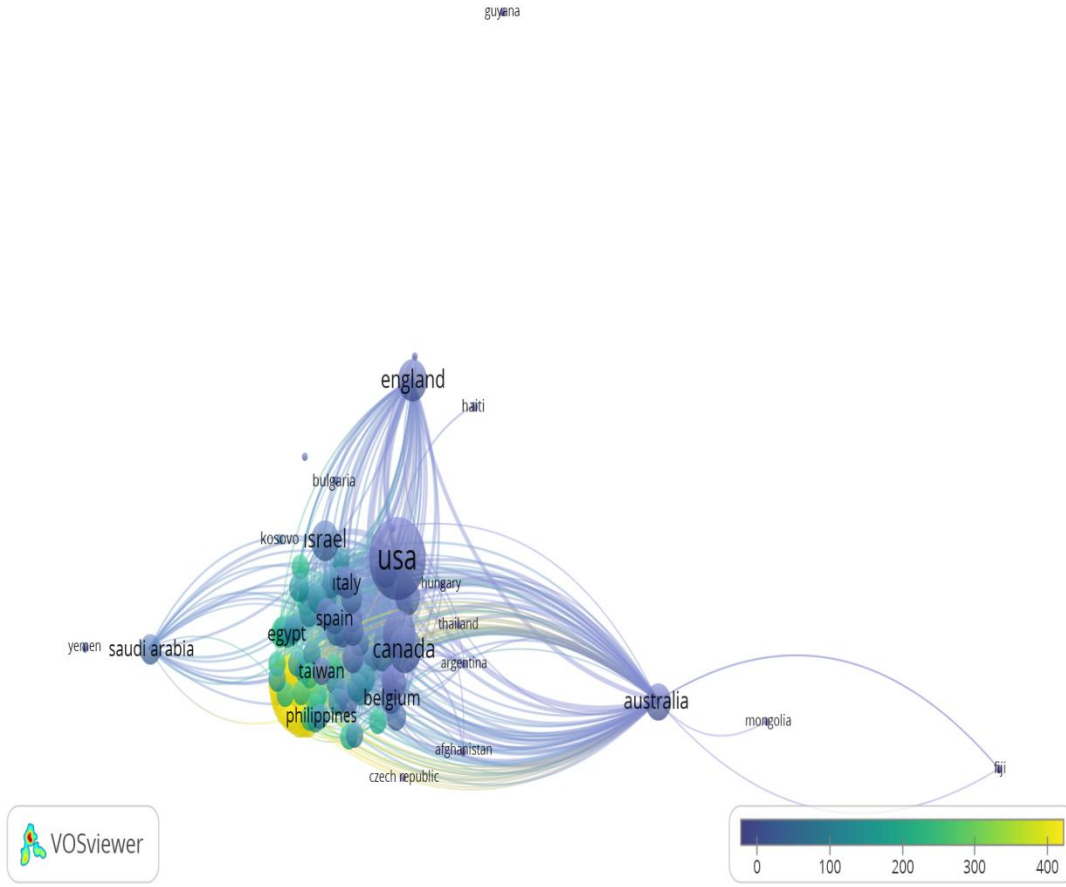
Şekil 1: Yıllara Ait Yayın Sayısı

Yapılan analiz sonucunda ilk 25 ülkenin yayın sayısı Tablo 1’de sunulmuştur. Ülkelerin bilimsel yayın analizleri incelendiğinde Amerika Birleşik Devletleri ve Çin Halk Cumhuriyeti diğerlerinden belirgin bir şekilde ayrılarak ilk iki sırada yer almaktadır. Hastane afet planı ile ilgili bilimsel yayın performansına bakıldığında Amerika Birleşik Devletleri’nin oldukça yüksek bir yüzdeye (% 39.63) sahip olduğu görülmektedir. Bilimsel yayın performanslarının en düşük olduğu ülkeler ise Singapur ve Güney Kore’dir. Türkiye’nin bilimsel yayın performansına baktığımızda % 3,28 (20 yayın) ile on dördüncü sırada yer almaktadır.

Tablo 1: Ülkelere Ait Yayın Sayısı (İlk 25 Ülke)

Ülkeler	Yayın Sayısı	%
Amerika Birleşik Devletleri	241	39.63
Çin Halk Cumhuriyeti	74	12.17
İngiltere	52	8.55
Kanada	50	8.22
Japonya	49	8.05
Avustralya	48	7.73
İsviçre	30	4.93
İran	28	4.60
İsrail	26	4.27
İtalya	26	4.27
Hindistan	25	4.11
İsveç	20	3.28
Tayvan	20	3.28
Türkiye	20	3.28
Almanya	18	2.96
Belçika	17	2.79
Fransa	14	2.30
Norveç	14	2.30
Güney Afrika	14	2.30
Hollanda	13	2.13
Pakistan	13	2.13
Suudi Arabistan	13	2.13
Nepal	12	1.97
Singapur	11	1.80
Güney Kore	11	1.80





Şekil 2: Ülkelerin Alıntılama Yoğunluğu

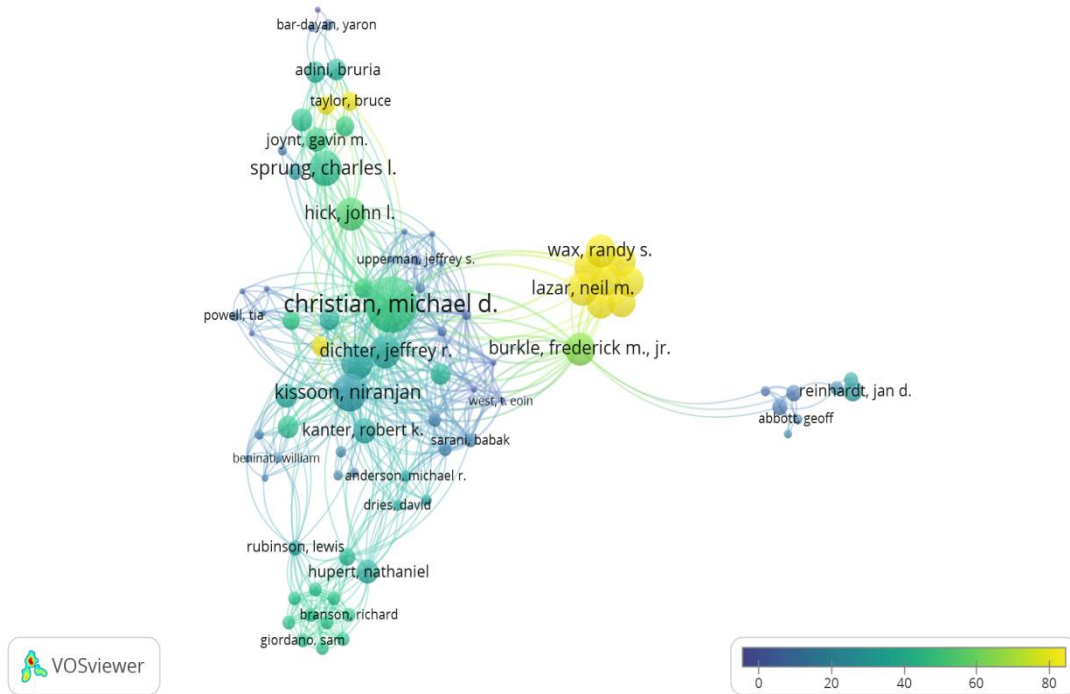
VOSviewer uygulamasından en az bir belge ve en az bir kez alıntılama seçenekleri seçilerek ülkelerin alıntılama yoğunluğu Şekil 2'de sunulmuştur. Amerika Birleşik Devletleri en çok alıntılama (4456) ile yoğun olarak gösterilmiştir. Toplam bağlantı gücü ise 337 olarak sunulmuştur. Çin Halk Cumhuriyeti 1142 alıntılama ve 184 toplam bağlantı gücü ile sunulmuştur. İngiltere ise 1148 alıntılama, 253 toplam bağlantı gücü ile diğer yoğun olarak gösterilen ülkelerdendir.

Tablo 2: Yazarlara Ait Yayın Sayısı (İlk 25 Yazar)

Yazarlar	Yayın Sayısı	%
Christian M.D.	15	2.46
Kissoon N.	13	2.30
Devereaux A.V.	9	1.48
Dichter J.R.	8	1.31
Tsubokura M.	8	1.31
Sprung C.L.	7	1.15
Amatya B.	6	0.98
Hick J.L.	6	0.98
Khan F.	6	0.98
Zhang L.	6	0.98
Burkle F.M.	5	0.82
Einav S.	5	0.82
Guha-sapir D.	5	0.82
Kanter R.K.	5	0.82
Reinhardt J.D.	5	0.82

Chen X.M.	4	0.65
Chung S.	4	0.65
De Almeida M.M.	4	0.65
Hupert N.	4	0.65
Kessler R.C.	4	0.65
Khorrman-manesh A.	4	0.65
Krug S.E.	4	0.65
Nomura S.	4	0.65
Ozaki A.	4	0.65
Suzuki Y.	4	0.65

HAP ile ilgili çalışmış yazarların analiz sonucunda ise ilk 25 yazarın yayın sayısı Tablo 2’de sunulmuştur. Bilimsel yayın performansına bakıldığında 15 yayın sayısı ile Christian M.D. ilk sırada yer almaktadır. Arkasından ise Kissoon N. 14 yayın ile ikinci sırada yer almaktadır.



Şekil 3: Yazarların birbirlerine en az bir kez alıntılama bağlantılarının görseli

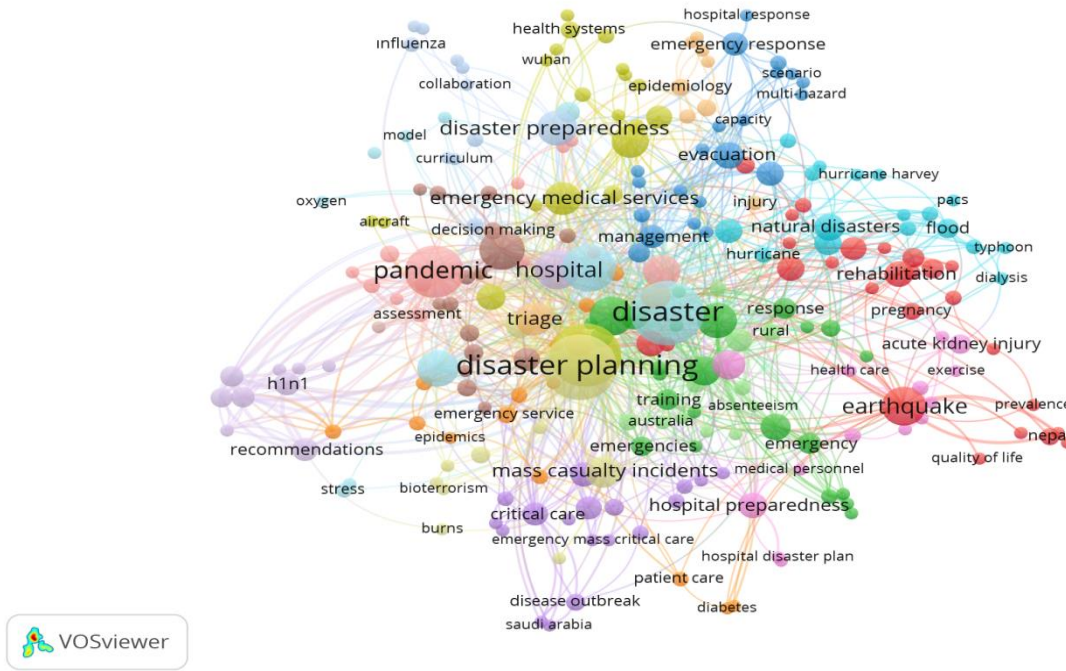
Yazarların birbirlerine en az bir kez alıntılama bağlantılarının görseli Şekil 3’de sunulmuştur. Bu görsel 718 alıntılama ve 121 toplam bağlantı gücü ile Christian M. D.’nin merkezde yoğun olarak gösterilmiştir.

Tablo 3: WOS Kategorilere Göre İlk 25 Kategori

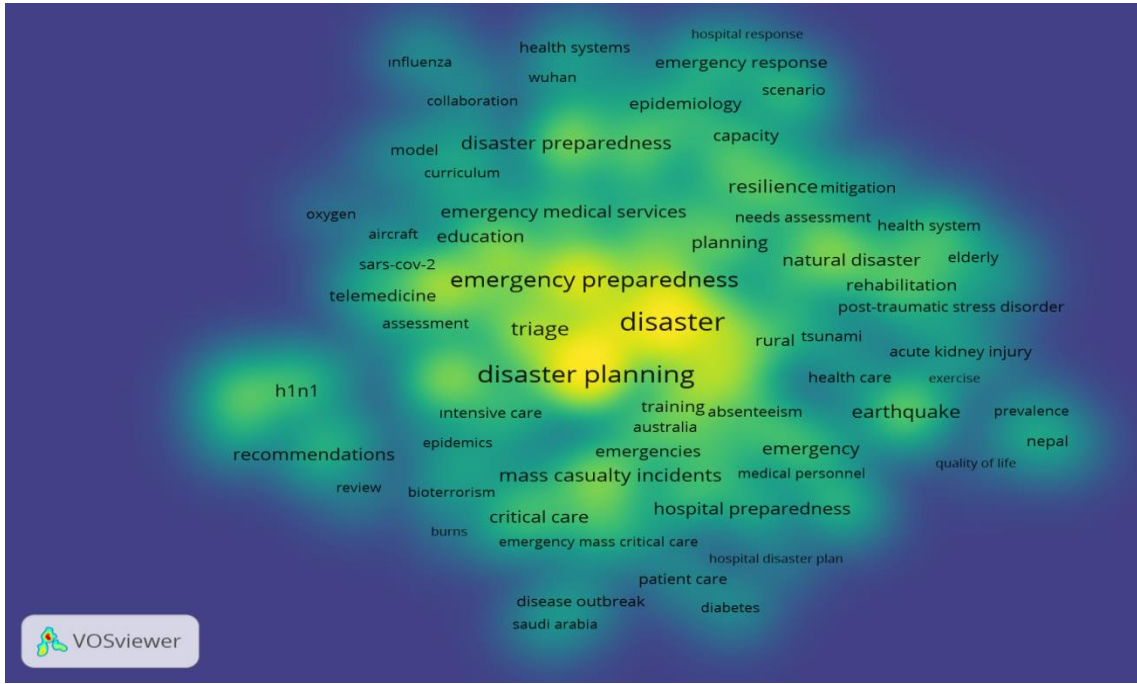
WOS Kategoriler	Yayın Sayısı	%
Kamu Çevre İş Sağlığı	148	24.34
Acil Tıp	86	14.14
Tıp Genel Dâhiliye	66	10.85
Kritik Bakım İlaçları	46	7.56
Sağlık Bilimleri Hizmetleri	34	5.59
Cerrahi	29	4.77
Çevre Bilimleri	27	4.44
Multidisipliner Bilimler	26	4.27
Hemşirelik	25	4.11

Sağlık Politikası Hizmetleri	24	3.94
Multidisipliner Yerbilimleri	20	3.28
Su Kaynakları	18	2.96
Psikiyatri	17	2.79
Solunum Sistemi	16	2.63
Meteoroloji Atmosfer Bilimleri	15	2.46
Bulaşıcı Hastalıklar	13	2.13
Radyoloji Nükleer Tıp Medikal Görüntüleme	13	2.13
Spor Bilimleri	13	2.13
Pediatri	12	1.97
Rehabilitasyon	11	1.80
İmmünoloji	8	1.31
Tıp Bilişimi	8	1.31
DeneySEL Tıp Araştırması	7	1.15
Onkoloji	7	1.15
Dermatoloji	6	0.98

Tablo 3’de ise makalelerin WOS kategorilerine göre sınıflandırılması gösterilmektedir. Bu tabloda ilk 25 kategori ele alınmaktadır. İlk sırada kamu çevre iş sağlığı 148 yayın sayısı ile bulunmaktadır. İkinci sırada ise acil tıp 86 yayın ile bulunmaktadır. Tıp genel dâhiliye kategorisi ise 46 yayın ile üçüncü sırada yer almaktadır.

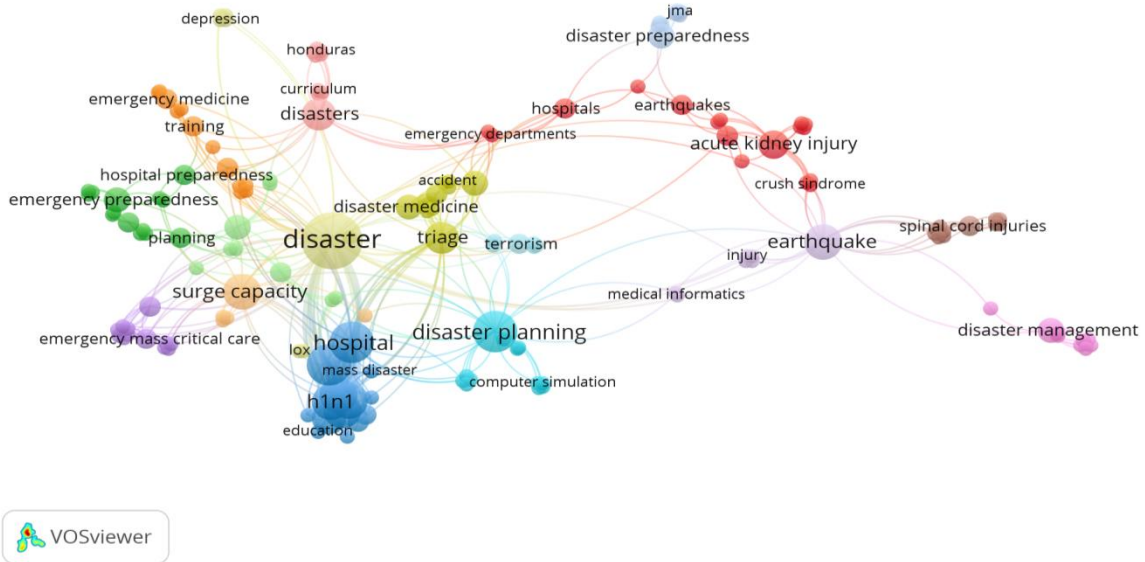


Şekil 4: En Az İki Anahtar Kelimenin Ortak Kullanıldığı Bağlantılar



Şekil 5: Anahtar kelimelerin yoğunluk görseli

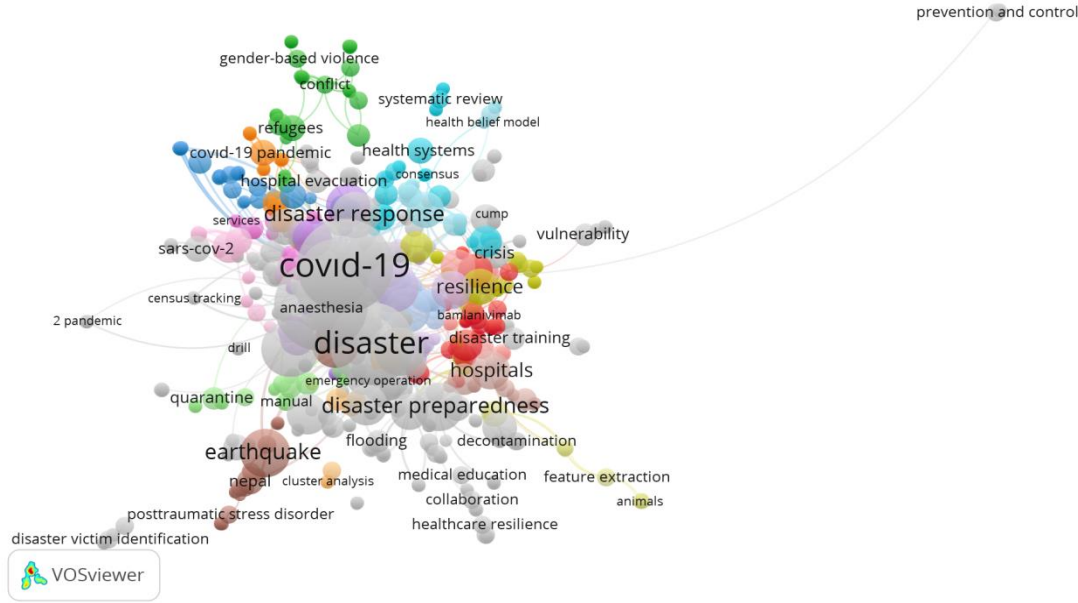
Anahtar kelimelerin yoğunluğunu gösteren görsel Şekil 4’de gösterilmiştir. Afet anahtar kelimesi 15 kümeye ayrılmıştır. Afet Planı ise 13 kümeye ayrılmıştır. Şekil 5’de ise anahtar kelimelerin yoğunluğu gösterilmiştir. Disaster (Afet) kelimesi toplam bağlantı gücü 172 olduğu için en yoğun şekilde sunulmuştur. Disaster planning (Afet planı) kelimesi ise toplam bağlantı gücü 139 ile ikinci en yoğun şekilde sunulmuştur.



Şekil 6: 2002-2011 dönemine ilişkin kümeler

Yapılan analizler sonucunda 2002-2011 dönemine ilişkin kümeler Şekil 6’da yer almaktadır. Bu dönemde 166 öge ortaya çıkmıştır. Ögeler toplamda 16 kümeye ayrılmıştır. Bu ögelerden 17 tanesi küme 1 de (“acute kidney injury”, “apoptosis”, “crush syndrome”, “crush syndrome”, “dialysis”, “earthquakes”, “emergency departments”, “emergency response”, “fasudil”,

“hospitals”, “kashmir”, “l'aquila”, “Marmara”, “referral patterns”, “rhabdomyolysis”, “rock”, “temporary dialysis unit”), 14 tanesi ise küme 2 de (“ahecs”, “community clinics”, “cyclones typhoon nari”, “disaster response”, “ emergency preparedness”, “hospital preparedness”, “infection control”, “infection prevention”, “land-use”, “mitigation”, “natural hazards”, “planning”, “table top exercises”, “zonation”) yer almaktadır.



Şekil 7: 2012-2021 dönemine ilişkin kümeler

Yapılan analizler sonucunda 2012-2021 dönemine ilişkin kümeler Şekil 7’de yer almaktadır. Bu dönemde 866 öge ortaya çıkmıştır. Ögeler toplamda 47 kümeye ayrılmıştır. Bu ögelerden 36 tanesi küme 1 de (“capacity”, “covid”, “disaster nursing”, “disaster planning and response”, “distribution network”, “education”, “emergency care systems”, “emergency department”, “expectations”, “first responders”, “flexible”, “garph matching”, “guidelines”, “h1n1”, “hospital demand estimation”, “hr management”, “hurricanes”, “incident command”, “infectious diseases”, “load modeling”, “major incident”, “major incidents”, “major trauma management”, “management”, “microgrids”, “multi-objective mixed-integer”, “network reconfiguration”, “operations”, “optimization”, “planning”, “resiliency”, “resources”, “supply chain”, “surge”, “transportation of patients”, “viral”), 36 tanesi küme 2 de (“aging”, “arima modeling”, “colombia”, “community assessment”, “conflict”, “crises intervention”, “culturally sensitive research”, “disaster response resources”, “epidemiology”, “ethiopia”, “fall”, “football events”, “gender-based violence”, “global surgery”, “humanitarian setting”, “integrated healthcare”, “disaster”, “internally displaced person”, “interpreters”, intimate partner violence and”, “iraq”, “mass gathering”, “mobile healthcare facilities”, “national healthcare plans”, “natural disasters and violence”, “needs assessment”, “overcrowding”, “psychometric analysis”, “public health risks”, “refugees”, “resilient”, “risk assessment”, “screening”, “telemedicine and drones”, “war”, “women’s health”) yer almaktadır.

#### 4. Tartışma

Hastane afet planları; hastanelerin afet, acil durum ve olağan olmayan durumlara doğru, zamanında ve etkin bir şekilde cevap oluşturabilmesi için hazırlıklı olmalarını sağlamak üzere, önceden hazırlanmış planlar şeklinde tanımlanmaktadır (AFAD, 2022). Hastane afet planının gerekliliği afet anında daha net anlaşılmaktadır. Yapılan bu çalışmada; literatür incelenmiş ve hastane afet planları konusunda çalışmalar olduğu görülmüş ancak bibliyometrik analiz



yöntemlerinin kullanılmadığı göze çarpmıştır. Hastane afet planları konusunda en fazla sayıda çalışma yapan yazarlara bakıldığında ilk sırada Christian M. D. bulunmaktadır. Christian M.D.'nin 15 yayınına bakıldığında ise 13 tanesinin travma ve acil cerrahi konusu üzerine , 1 tanesinin viroloji ve diğerinin ise ventilasyon konusu üzerine olduğu görülmüştür . Yayın sayısı ile ikinci sırada yer alan Kisson N. ise 13 çalışmasında da Christian M.D. ile aynı konular üzerinde yoğunlaşmaktadır. İki yazar da en çok travma ve acil cerrahi konusu nu hastane afet planı yönünden değerlendirmiştir. Aynı şekilde 9 yayın sayısı ile Devereaux A.V. de 6 yayınında travma ve acil cerrahi konusunu ele almıştır . Dichter J.R. 8 yayınının 5'i travma ve acil cerrahi konusu üzerine yoğunlaşmaktadır. İlk dört yazarın en çok yayın yaptıkları yıl ise 2014 yılıdır. Tsubokura M. ise 6 çalışmasında nükleer jeoloji konusu üzerinde çalışmıştır. Sprung C.L. 4 çalışmasında travma ve acil cerrahi konusu üzerine çalışmıştır. Amatya B. 6 yayınının 3'ünde yöntem ve durum üzerine çalışmış, 2'sinde ise travma ve acil cerrahi üzerine çalışmıştır. Hick J.L. ise 6 çalışmasının tamamında travma ve acil cerrahi üzerine yoğunlaşmıştır. Khan F. 6 yayının yarısında yöntem ve durum üzerine çalışmıştır. Amatya B. ve Khan F. yöntem ve durum üzerinde 2017 yılında birlikte çalışma yapmıştır. Zhang L. İse 2015 yılında travma ve acil cerrahi üzerinde çalışmıştır. Genel olarak yapılan çalışmaların konusu travma ve acil cerrahi üzerine olduğu sonucu çıkarılmıştır. Literatürden edindiğimiz bilgiye göre hastane afet planlarının dünyada 1995 yılında tartışılmaya başlandığı ve en çok yayın yapan yazarların oldukça geç bir dönemde bu konu üzerinde yoğunlaş tığı anlaşılmaktadır.

## 5. Sınırlılık

Bu çalışmada WOS veri tabanı kullanılmıştır. Diğer veri tabanlarının analize dahil edilmemesi bir sınırlılık olarak kabul edilebilir. Çalışmada uluslararası yayınların yayın dilinin İngilizce olması sebebiyle İngilizce dil sınırlılığı ve ülkemizde ki çalışmaların yoğunluğunu da görebilmek için Türkçe dil sınırlılığı getirilmiştir. Bu çalışmada analize dahil edilen yayınlar için 2002-2021 yılları arası baz alınmıştır. Son olarak makale ve açık erişim kısıtlaması getirilmiştir. Bu çalışmanın özgün değere sahip olması, bu konuda hiç bibliyometrik analiz yapılmamış olması ve bu yüzden benzer çalışmalarla ilişkilendirilmemesi de bir sınırlılık olarak görülebilir. Bu nedenlerle araştırmanın tüm veri tabanları, dilleri ve çalışma türlerini kapsamaması çalışmanın bir sınırlılığı olarak değerlendirilebilir.

## 6. Sonuç ve Öneriler

Dünyanın çeşitli bölgelerinde son yıllarda yaşanan doğa veya insan kaynaklı afetler çeşitli yıkımlara, zararlara, insanların ve diğer canlıların hayatını kaybetmesine neden olmuştur. Bu nedenle afetlerde büyük sorumluluk taşıyan hastanelerin öncesinde hazırlanmış olduğu hastane afet planına ihtiyaçları vardır. Hastane afet planı kaynaklarının amacı afet yönetiminin tüm evrelerini kapsayan, hastaneleri afete hazırlıklı olmayı ve dayanıklı olmayı, afet anında hızlı müdahaleyi sağlayan kılavuzdur. Bu kapsamda hastane afet planı konusunda yapılan bibliyometrik analizler olmadığından dolayı çalışmamız ile hastane afet planı ile ilgili yapılmış olan makalelerin bibliyometrik analizinin yapılması, ilgili literatüre katkıda bulunulması sağlanmıştır.

Hastane afet planı bağlamında yapılan VOSviewer programı yoluyla yapılan bibliyometrik analiz sonuçları, son yıllarda (2019-2021) yapılan çalışmalarda bir yükseliş yaşandığını göstermektedir. 2019 yılında 54 yayın, 2020 yılında 104 yayın ve 2021 yılında ise 133 yayın bulunmaktadır. Yapılan çalışmaların en fazla Amerika Birleşik Devletlerinde yayımlandığı (241 yayın) verisine ulaşılmıştır. E lde edilen bulgular; en fazla kullanılan kelime “afet” (disaster) , “afet planı” (disaster planning) ve “acil durum hazırlığı” (emergency preparedness) olarak belirlenmiştir. En fazla yayın yapan yazarın ise Christian M.D. olduğu belirlenmiştir.

Elde edilen bulgular kümelerin 2002’li yıllarda “disaster” ve “disaster planning” üzerinde yoğunlaşırken, 2012’li yıllarda ise aynı şekilde “disaster” ve “disaster preparedness” üzerine yoğunlaştığını göstermektedir . 2002-2011 dönemi 166 öge ve ögelerde 16 kümeye ayrılmıştır. Bu ögeler yoğun olarak “acute kidney injury”, “apoptosis”, “crush syndrome”, “crush syndrome”, “dialysis”, “earthquakes”, “emergency departments”, “emergency response”, “fasudil”, “hospitals”, “kashmir”, “laquila”, “Marmara”, “referral patterns”, “rhabdomyolysis”, “rock”, “temporary dialysis unit” şeklinde kendini göstermiştir. 2012-2021 döneminde ise 866 öge ve 47 küme ortaya çıkmıştır. Bu ögeler yoğun olarak “capacity”, “covid”, “disaster nursing”, “disaster planning and response”, “distribution network”, “education”, “emergency care systems”, “emergency department”, “expectations”, “first responders”, “flexible”, “graph matching”, “guidelines”, “h1n1”, “hospital demand estimation”, “hr management”, “hurricanes”, “incident command”, “infectious diseases”, “load modeling”, “major incident”, “major incidents”, “major trauma management”, “management”, “microgrids”, “multi-objective mixed-integer”, “network reconfiguration”, “operations”, “optimization”, “planning”, “resiliency”, “resources”, “supply chain”, “surge”, “transportation of patients”, “viral” olarak sunulmuştur. 2002-2011 yılları arasında ögelerin daha çok deprem üzerine konularda çalışıldığı anlaşılmaktadır. 2012-2021 yılları arasında ise daha çok salgın hastalıklar üzerinde çalışıldığı anlaşılmaktadır. Bunun en büyük sebeplerinden biride h1n1 virüsünün 2010 yıllarında başlaması ve kovid-19 virüsünün ise 2019 yılında başlaması ile dünyada pandemiye sebep olması gösterilebilir. 2002-2011 yılları arasındaki yayın sayısına göre bu yıllar arasında yayın sayılarının artmış olduğu sonucu çıkarılmıştır. En çok yayın sayısına 2021 yılında ulaşılmıştır. Bu bağlamda son zamanlarda hastane afet planı konusuna daha fazla yoğunlaştığı söylenebilir. En az yayın sayısına ise 2002 yılında ulaşılmıştır . Türkiye de bu konuya en çok 2019 yılında yoğunlaştığı söylenebilir. Anahtar kelimelerin yoğunluğunu gösteren görsel sonucunda en çok “afet” anahtar kelimesinin kullanıldığı gösterilmektedir.

Yukarıdaki analiz, afetlerin her zaman olmasına rağmen, hastane afet planının nispeten yeni bir araştırma alanı olduğunu ortaya koymaktadır. Bibliyometrik analiz, yalnızca hastane afet planı alanında yapılan çalışmaların betimlenmesi, karşılaştırılması ve görselleştirilmesi için değil; aynı zamanda gelecekteki araştırmalar için olası hedefleri belirlemek için de kullanılabilir.

Sonuç olarak, bibliyometrik veriler kullanılarak çok sayıda literatür analiz edilebilir. Bu verilerin VOSviewer gibi araçlar kullanılarak görselleştirilmesi ile ilgili konuda genel bir bakış elde etmemizi sağlar.

## Kaynaklar

AFAD, Afet ve Acil Durum Yönetim Başkanlığı, (Erişim Tarihi: 07.03.2022), <http://www.afad.gov.tr>.

Christian M.D., Kissoon N., Deveraux A.V., Dichter J.R., Einav S., Hick J.L., Kanter R.K.,(2014). Surge capacity logistics: care of the critically ill and injured during pandemics and disasters: CHEST consensus statement.

Demirhan, N. (2003). Türkiye’de 112: İlk ve acil Yardım Hizmetleri ve Afetlerdeki Rolü. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevi.

Erkal, T., Değerliyurt, M. (2009). Türkiye’de afet yönetimi. Doğu Coğrafya Dergisi, 14(22), 149.

French, E.D., Sole M.L., Byers, J.F. (2002). A comparison of nurses’needs/concerns and hospital disaster plans following Florida’s Hurricane Floyd. Journal of Emergency Nursing, 28(2), 111.



Güleç, M. A. (2008). Hastane Afet Planı Neden Gereklidir Sunu Metni. Hastane Afet Planları Eğitim Paneli, Ankara.

Khan F., Amatya B., Sayed T.M., Butt A.W., Jamil K., Iqbal W., Elmalık A.,...(2017). World Health Organization Global Disability Action Plan 2014-2021: Challenges And Perspectives For Physical Medicine And Rehabilitation In Pakistan.

Norton, M. J. (2001). Introductory concepts in information science. Medford, NJ: Information Today, Inc.

Oktay, C. (2009). Hastanelerde Afet ve Acil Durum Yönetimi, HAMER Acil ve Afet Durumlarında Sağlık Yönetimi Kursu, Ankara.

Özüçelik, D. (2008). HAP Nedir? HAP İçeriği ve Avantajları Sunumu, Hastane Afet Planları Eğitim Panelleri, Ankara.

Rodoplu, Ü., Ersoy, G. (2002). Acil Tıp Derneği Ve Hastane Afet Planı. 11(9), 331. Savrun, B., Mutlu, H.M. (2019). Kent Lojistiği Üzerine Bibliyometrik Analiz, Kent Akademisi, 12(2), 364-386.

Sofuoğlu, M.T. (2008), Hastane Afet Planlamasına Giriş. TATD Hastane Afet Planlaması Eğitimi kurs kitabı. İzmir. Sprung C.L., Zimmerman J.L., Joynt G.M., Taylor B., Sandrock C., Cohen R., Adini B.,...(2010). Recommendations for intensive care unit and hospital preparations for an influenza epidemic or mass disaster: summary report of the European Society of Intensive Care Medicine's Task Force for intensive care unit triage during an influenza epidemic or mass disaster.

T.C. Resmi Gazete. Hastane Afet Ve Acil Durum Planları (Hap) Uygulama Yönetmeliği. 18.03.2020. Sayı:31072, Başbakanlık Basımevi, Ankara.

TUBİTAK, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (Erişim Tarihi: 20.04.2022), <https://cabim.ulakbim.gov.tr/bibliyometrik-analiz/bibliyometrik-analiz-sikca-sorulan-sorular>

Yılmaz, A. (2012). Türkiye'de afetlerde karşılaşılan sorunlar. Manas Sosyal Araştırmalar Dergisi, 1(1), 62.

Zhang L., Kang P., Tang .B.H., Liu Y., Liu X. ve Liu Z.P. (2015). Medical Efforts and Injury Patterns of Military Hospital Patients Following the 2013 Lushan Earthquake in China: A Retrospective Study.

WHO, World Health Organization, (Erişim Tarihi: 07.03.2022), <https://www.who.int>.

## 9 Ağustos 1912 Mürefte-Şarköy Depremi'nin Afet Yönetimi Açısından İncelenmesi

Bekir LAZ<sup>1</sup>, Murat UTKUCU<sup>2</sup>

### Öz

9 Ağustos 1912 Mürefte-Şarköy depremi ( $M_S$  7.4), Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) boyunca meydana gelmiştir. Son yıllardaki yerbilim çalışmaları, deprem fay kırılmasının daha önce sanıldığı gibi sadece Ganos Fay Segmentini değil, aynı zamanda Marmara Denizi'nin Orta Havzasına kadar uzandığını ortaya koymuştur. Bu çalışmada, depremin etkileri Sadi (1912), ve Ambraseys ve Finkel'in (1987) çalışmalarından ve Mürefte Kazası Kaymakamı raporundan derlenmiştir. Hasarlı binalar, can kaybı ve yaralılar üzerinden bildirilen etkiler karşılaştırılmıştır. Bu kaynaklar farklı rakamlar vermekle birlikte, Mürefte ve Şarköy ilçelerinin en çok etkilenen yerleşim yerleri olduğu, Tekirdağ ve Çanakkale illerinin merkez yerleşimlerinde ise etkilerin görece ılımlı olduğu konusunda hemfikir oldukları sonucuna varılmıştır. Gelibolu ilçesinde etki ise ağır ve orta arasında sınıflandırılmıştır. Fay kırılması boyunca uzun fakat dar bir alan olarak gözlenen ağır etkilerin mekansal dağılımı, tehlikenin kayıplardaki rolünü yansıtan KAFZ'nin faylanma özelliği ile ilişkilendirilmiştir. Fay boyunca yer almasına rağmen Gelibolu ilçesinde fay boyunca yer alan Mürefte ve Şarköy ilçelerine göre daha az etki, tehlikeye veya faya olan mesafenin ve zemin koşullarının etkisi olarak yorumlanmıştır ki bu da fiziksel maruziyet ve incinirliğin toplam kayıplar üzerindeki rolünü düşündürmektedir. Depremlerden hemen sonra bildirilen yangınlar, ikincil deprem tehlikelerinin önemini göstermiştir. Deprem sonrası yapılan yardım ve iyileştirme çalışmalarının ayrıntılı incelenmesi, Osmanlı Donanması unsurlarının özellikle nakliye ve deniz suyu arıtmada kullanıldığını ve Sivil Toplum Kuruluşlarının, özellikle Hilal-ı Ahmer'in (şimdiki Kızılay'ın sefeli) ve gönüllülerin çeşitli afet yardımlarında kullanıldığını göstermiştir ki müteakip felaketin yönetiminde yapıcı bir şekilde destekleyici bulunmuştur. Bununla birlikte, 1912 Balkan Savaşı'nın olumsuz etkileri ve depremin olduğu bölgede azınlıkların varlığının yabancı ülkeler tarafından manipüle edilmesinin afet yönetimini yıkıcı bir şekilde etkilediği görülmüştür. Ayrıca, çökmekte olan Osmanlı Devleti'nin böyle bir felakete hazır olmamasına rağmen siyasi ve ekonomik durumu itibariyle oldukça iyi tepki verdiği sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** 1912 Mürefte-Şarköy Depremi, Kuzey Anadolu Fay Zonu, Afet Yönetimi, Fiziksel Maruziyet.

## Investigation of the August 9, 1912 Mürefte-Şarköy Earthquake ( $M_S$ 7.4) in terms of Disaster Management

### Abstract

The August 9, 1912 Mürefte-Şarköy earthquake ( $M_S$  7.4) occurred along the North Anatolian Fault Zone (NAFZ). The recent earth science studies have revealed that the earthquake fault rupture comprises not only the Ganos Fault Segment as previously believed but also extended

<sup>1</sup> Kocaeli İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü

<sup>2</sup> Sakarya Üniversitesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü, Serdivan SAKARYA

\*İlgili yazar/Corresponding author: bekir.laz@ogr.sakarya.edu.tr

Gönderim Tarihi / Received Date: 14.01.2023

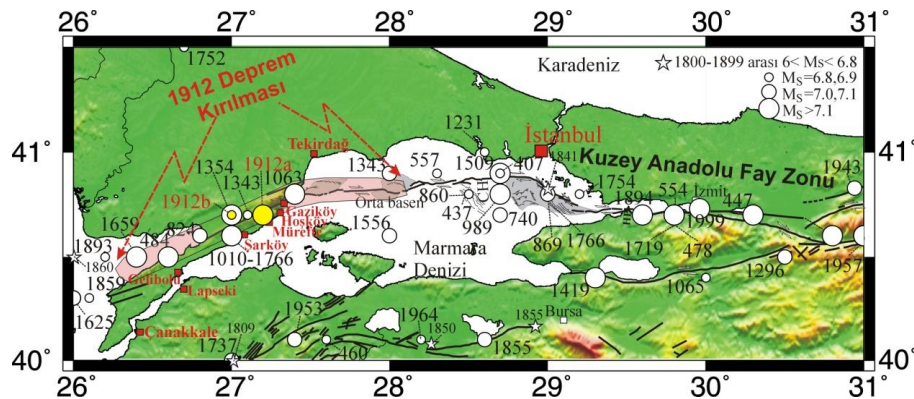
Kabul Tarihi / Accepted Date: 16.05.2023

to Central Basin of the Marmara Sea. In the present study, the effects of the earthquake have been compiled from studies of Sadi (1912), Ambraseys and Finkel (1987) and report of Qaimakam of Mürefte town as well. The reported effects by means of damaged buildings, loss of life and injured people have been compared. Though these sources indicated different numbers, it has been concluded that they agreed on the fact that Mürefte and Şarköy towns were the most heavily effected settlements while the effects were relatively moderate at central settlements of Tekirdağ and Çanakkale provinces. The effect at Gelibolu town has been classified between the heavy and the moderate. Spatial distribution of the observed heavy effects, a long but narrow area along the fault rupture, has been related to faulting characteristic of the NAFZ, reflecting role of the hazard in the losses. Though it is located along the fault lesser effects in Gelibolu town as compared to Mürefte and Şarköy towns along the fault have been interpreted as the effect of distance to the hazard or the fault and ground conditions, suggesting role of physical exposure and vulnerability on overall losses. Reported fires just after the earthquakes have indicated significance of secondary earthquake hazards. Detailed examination of the relief and rehabilitation efforts following the earthquake has shown that usage of Ottoman Navy units, especially in transports and sea water distillation and various disaster aids by NonGovernmental Organisations, particularly Hilal-ı Ahmer (predecessor of present Kızılay) and volunteered peoples were found to be constructively supporting in management of the ensuing disaster. Nevertheless, negative effects of the 1912 Balkan War and manipulation of presence of minorities by the foreign countries in the earthquake struck area found to be destructively effecting the disaster management. It is further concluded that fading Ottoman Empire was not ready to such a disaster but responded fairly well regarding its political and economic condition.

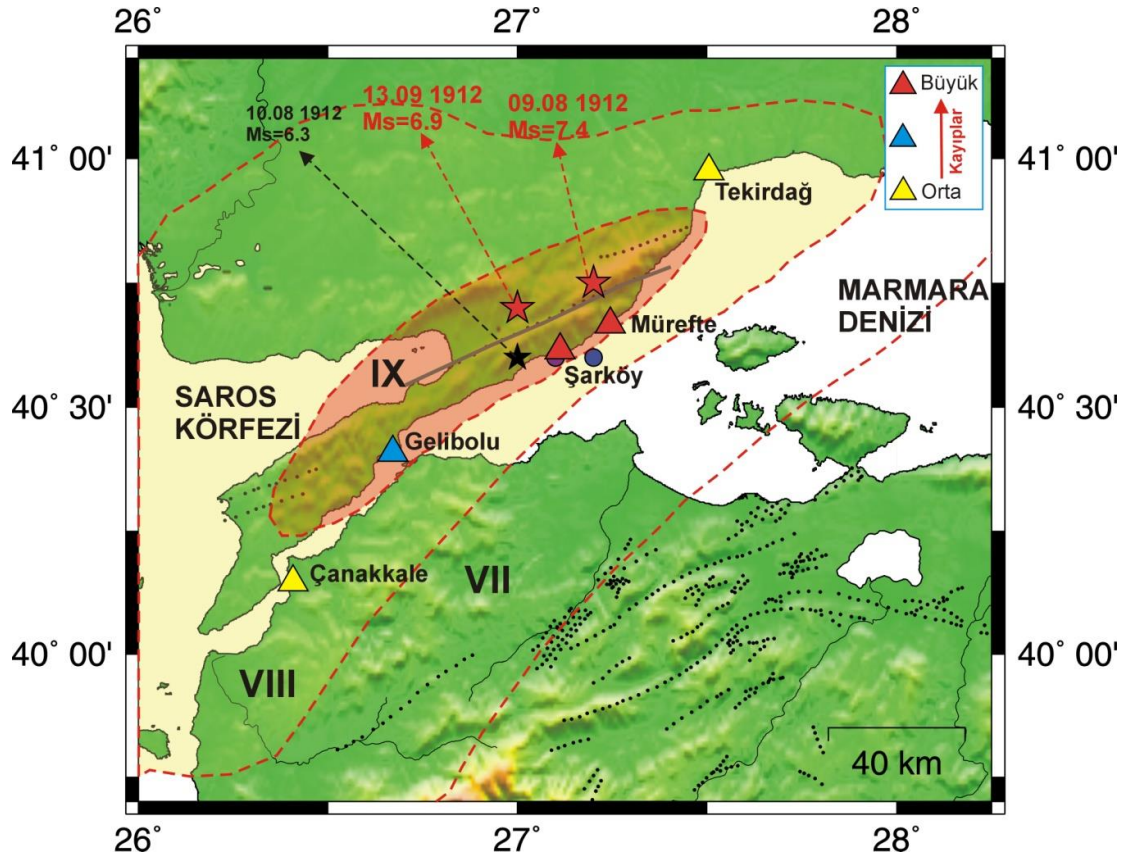
**Keywords:** 1912 Mürefte-Şarköy Earthquake, North Anatolian Fault Zone, Disaster management, Physical Exposure.

## 1. Giriş

9 Ağustos 1912 Mürefte-Şarköy depremi Marmara Bölgesi'nde önemli kayıplara neden olmuş depremlerin 20. Yüzyıldaki ilk örneğini oluşturmuştur (Şekil 1). Depremin fay kırılması Kuzey Anadolu Fay Zonu üzerinde Saroz Körfezi ile Marmara Denizi'ndeki Orta Basen olarak biline çukurluk arasında uzanmaktadır (Şekil 1) (Ambraseys ve Finkel 1987; Armijo vd., 2005).



Şekil 1. Marmara bölgesinde MS 400 yılından sonra meydana gelen ve büyüklüğü MS  $\geq$  6.8 olan depremler ile 19. yüzyılda meydana gelmiş büyüklüğü  $6.0 \leq MS < 6.8$  olan depremlerin dağılımı. Ambraseys (2000, 2002) ve Utkucu vd. (2011)'den derlenmiştir.



Şekil 2. 1912 Mürefte Şarköy depreminin Ambroseys ve Finkel (1987) tarafından verilen eş şiddet eğrileri ve belirtilen yerleşim yerleri için çalışmada yorumlanan hasar dağılımlarının karşılaştırılmasını gösteren harita. Mavi daireler büyüklükleri  $M_s$  5-5.9 arası olan artçı depremleri göstermektedir. Depremlerin dış merkezleri Ambroseys ve Finkel (1987) ve Ayhan vd (1984) den alınmıştır.

Deprem özellikle Gelibolu, Tekirdağ ile Mürefte ve Şarköy'ü ve Lapseki ile Çanakkale'yi içine alan geniş bir alanda yıkıcı bir etkiye sebep olmuştur. Hatta Yunanistan, Güney Macaristan, Hırvatistan'ın Adriyatik kıyıları ve Marsilya'da da hissedilmiştir (Ambraseys ve Finkel 1987; Altınok vd. 2003; Sancaklı, 2012). Depremin çeşitli deprem kataloglarında verilen ve bu çalışmada derlenen odak parametreleri Tablo 1'de verilmiştir.

Kuzey Anadolu Fay Hattının üzerinden kurulu olan Marmara Bölgesi'nde, tarih boyunca çok sayıda büyük ve yıkıcı depremler meydana gelmiştir. Marmara Denizi ve yakın çevresinde son 1600 yıl içerisinde büyüklüğü  $M=6.8$  ve daha büyük olan yıkıcı depremler Şekil 1'de 19. Yüzyıl içinde meydana gelmiş büyüklüğü  $6.0 \leq M_s < 6.8$  olan 6 deprem ile birlikte gösterilmiştir (Ambraseys 2000; Ambraseys 2002; Utkucu vd. 2011).

Tablo 1. 9 Ağustos 1912 Mürefte Şarköy Depremi'nin değişik kaynaklardan alınmış odak parametreleri.

Kaynak	Tarih			Zaman (GMT)			Coğrafik Koordinat		Magnitüd	
	Gün	Ay	Yıl	Saat	Dak.	San.	En. (°K)	Boy. (°D)	$M_s$	$M_w$
Ambroseys ve Finkel (1987)	09	Ağu.	1912	01	29		40.75	27.20	7,4	
KRDAE (2007)	09	Ağu.	1912	01	29		40.6	27.20	7,3	6,9
Ergin vd. (1967)	09	Ağu.	1912	01	29		40.65	27.20	7,3	
Ayhan vd. (1984)	09	Ağu.	1912	01	29		40.60	27.20	7,3	

1912 Mürefte-Şarköy depremi ile ilgili araştırma yapmak için bölgeye gelerek, 1912-1917 tarihleri arası araştırma yapan Mihailovic (1927) çalışmasının Sırpça yazılması ve Türkçe'ye çevrilmemesi ve konu üzerinde çalışma yapanların genelde deprem bilimci olmaları nedeniyle daha çok depremin sismolojik özelliklerine ağırlık vermeleri bu deprem hakkında genel bilgilere ulaşılmasını zorlaştırdığı ifade edilmiştir (Sancaklı, 2012, Terekli, 2011).

Bu çalışmada 9 Ağustos 1912 Mürefte-Şarköy depremi ve oluşturduğu afet yönetimi açısından incelenmesi amaçlanmaktadır. Bu depremin ne kadar alanı etkilediği, bu etkilerin mekânsal dağılımı yaşanan somut ya da soyut kayıplar, yapılan afet müdahalesi ve iyileştirme çalışmaları, yapılan afet yardımları ve karşılaşılan zorluklar, ilgili kaynaklardan derlenecektir. Değişik kaynaklardan derlenen bilgilerin karşılaştırılmaları yapılacak ve yeri geldiğinde bu bilgiler grafiklerle görselleştirilecektir.

## **2. 9 Ağustos 1912 Mürefte Şarköy Depremi İle İlgili Önemli Kaynaklar**

9 Ağustos 1912 Mürefte Şarköy Depremi Anadolu coğrafyasında 20. yüzyılın en önemli afetlerinden birisi olarak bilinmektedir (Ambraseys ve Finkel 1987). Bu çalışmadaki derlemenin ve yapılan tartışmanın asıl materyalini oluşturan bilgilerin alındığı kaynaklara aşağıda kısaca değinilmiştir.

### **2.1 Sadi (1912)**

9 Ağustos 1912 Mürefte Şarköy Depremi ile ilgili en önemli eser olarak karşımıza çıkmaktadır. Dr. Yüzbaşı Sadi Bey deprem bölgesine giderek oluşan afetle ilgili gözlemlerini aktardığı bu eserde depremin etki alanı Tekirdağ, Hora (bugünkü Hoşköy), Ganos (bugünkü Gaziköy), Mürefte, Şarköy, Gelibolu ve Çanakkale yerleşimlerinin ve bunlara bağlı birçok köyü içine alan geniş bir alandır (Şekil 2.). Sadi (1912), Mürefte, Şarköy ve Ganos'un merkez olarak algılanmasında bu yerlerdeki hasarın etkili olmasından kaynaklandığını ileri sürmüştür ayrıca buralardaki hasarın depremden çok yangınlardan ileri geldiğini belirtmiştir. Ayrıca, Sadi üç farklı deprem şeklinde meydana geldiğini belirtmiş, olayı şu şekilde tarif etmiştir; depremin ilki hafif, ikincisi şiddetli ve üçüncüsünün en şiddetli şeklinde olduğunu belirtmiştir. Bundan dolayı halkın bu üçünü de birleştirip, süresini 50-60 saniyeye kadar çıkardığını hâlbuki depremin bütün süresinin 25-30 saniyeyi geçmediğini söylemiştir.

### **2.2 Ambraseys ve Finkel (1987):**

Ambraseys ve Finkel (1987),  $M_S = 7.4$  büyüklüğündeki depremin 300 köy ve kasabadan fazla yerleşimi yıktığını, 2000'den fazla insanın ölümüne neden olduğunu ve 50 km uzunluğunda bir yüzey kırılmasına neden olduğunu belirtmiştir. Ayrıca, dış merkeze 200 km uzak yerlere kadar nehir çökellerinde sıvılaşmalar, heyelanlar ve yangınların meydana geldiğini aktarmıştır. Şarköy, Mürefte, Gelibolu ve Çanakkale'de büyük can ve mal kaybı meydana geldiğini ve depremin etkisinin İzmit körfezinden Kavala'ya, Ayvalık'tan Yanbolu'ya kadar geniş bir alanda hissedildiğini belirtmişlerdir. Yazarlara göre ana şok 3 m kadar yerdeğiştirmelere neden olan düşey atımlı normal faylanma bileşeni olan sağ-yanal faylanma oluşmuştur. Ayrıca, artçı deprem etkinliği yüzey dalgası büyüklükleri 6.0'dan büyük 2 deprem içerdiğini yazmışlardır ki bunlardan biri 10 Ağustos 1912 tarihinde ( $M_S=6.3$ ) ve diğeri 13 Eylül 1912 tarihinde ( $M_S=6.9$ ) oluşmuştur (Tablo 2.)

Tablo 2. Ambraseys ve Finkel (1987) tarafından verilen 9 Ağustos 1912 Mürefte Şarköy Depremi'nin anaşok ve büyük artçı depremlerinin odak parametreleri.

Kaynak	Tarih			Zaman (GMT)			Coğrafik Koordinat		Magnitüd	
	Gün	Ay	Yıl	Saat	Dak.	San.	En. (°K)	Boy. (°D)	Ms	Mw
Ambraseys ve Finkel (1987)	09	Ağu.	1912	01	29		40.75	27.20	7.4	
	09	Ağu	1912	04	27		40.75	27.20	5	
	10	Ağu	1912	09	22				6.3	
	10	Ağu	1912	18	31				5.4	
	13	Eyl.	1912	23	32		40.70	27.00	6.9	
	16	Eyl.	1912	21	05				5.3	

### 2.3 McCarthy, (1995)

McCarthy (1995), 19. yüzyıl sonu ile 20. yüzyıl başlarında Balkanlarda, Ortadoğu'da ve Asya'da milyonlarca Müslümanın öldürülmesi ve tehcir edilmesinden bahsetmiş ve 1912 Mürefte-Şarköy depreminin hemen sonrasında Balkan Savaşları'nın başladığını, savaşta Trakya'da 200.000'in üzerinde Müslüman katledildiğine ve Balkanlardan deprem bölgesine 400.000'in üzerinde Müslümanın sürgün edildiğine değinmiştir.

### 2.4 Ürekli, (1999)

Bu çalışma her ne kadar 1894 İstanbul depremini ve o dönemde insanlar ve binalar üzerinde yapmış olduğu tahribatlar, yardım komisyonlarının kurulması ve toplanan yardımların afetzedelere dağıtılması için yapılan organizasyonlarını konu almış olsa da 1912 Mürefte-Şarköy depremine de değinmiştir. Özellikle 1912 Mürefte-Şarköy depremi sonrasında çıkan yangınlar üzerinde durmuştur.

### 2.5 Gurulkan, (2000)

Gurulkan (2000), Sadi (1912)'nin çalışmasını günümüz Türçesine çevrilmesini ve Osmanlı Arşiv araştırmasını yaparak bizlere ulaşmasını sağlamıştır.

### 2.6 Altınok vd. (2003)

Altınok vd. (2003), 1912 Mürefte-Şarköy depremi ile ilişkili faylanmanın ayrıntısını vermenin yanı sıra Marmara Denizi'nde bir tsunami de oluşturduğunu da belirtmiş ve ayrıca deprem kaynak alanı ve civarının tarihsel ve aletsel dönem depremlerinden bahsetmişlerdir. Depremin Kuzey Anadolu Fay Zonu üzerindeki Ganos Fay'ı boyunca gelişen 56 km'lik bir kırılma ile oluştuğunu ve en doğu ucunun Tekirdağ Baseni'nde (Batı Marmara Çukuru) olduğunu belirtmişlerdir (Şekil 1). İncelenen tarihsel veriler kütüphane ve arşiv belgeleri, jeolojik saha araştırmaları ve açık deniz jeofizik araştırmalarının 1912 Mürefte-Şarköy depreminin bir tsunami ürettiğini gösterdiğini yazmışlardır.

### 2.7 Sancaklı (2004)

Bu çalışmada; 1912 Ağustos 09, Saat: 02.32 Şarköy-Mürefte depreminin gerek öncü gerekse artçı depremleri ve ana şok ile ardından oluşan büyük artçıların tetikledikleri Marmara bölgesindeki diğer tüm depremlerin, mikro sismik verilerini, bazı aletsel verilerini o yıllarda bu bölgede çalışmış olan bilim adamlarının kaynaklarından bir araya getirilmesi amaçlanmıştır.

### 2.8 Armijo vd. (2005)

Armijo vd. (2005) tarafından yapılan jeolojik ve jeofizik çalışmaların bu tez çalışmasını ilgilendiren en önemli sonucu insansız denizaltı gözlemleri ve ayrıntılı batimetri haritalarından 1912 Mürefte-Şarköy depreminin fay kırılmasının Orta Marmara Baseni'ne yani Orta Marmara Çukurluğu'na kadar uzandığını belirlemeleridir.

## **2.9 Atabay, (2012)**

Atabay (2012) çalışmasında 1912 Mürefte-Şarköy depreminin Çanakkale ve Gelibolu'da önemli hasarlara neden olduğunu Gelibolu'daki binaların üçte ikisi yıkıldığını belirtmiştir. Özellikle deprem bölgesindeki kamu binalarının ve saat kulelerinin büyük hasar gördüğünden bahsetmiştir. Depremden etkilenen halkın yardıma muhtaç durumu ve bu durumun kısa bir süre sonra başlayan Balkan Savaşları nedeniyle daha da kötüleşmesi üzerinde durmuştur.

## **2.10 ÇOMÜ (2012)**

1912 Mürefte-Şarköy depreminin 100. yıl dönümünde Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi (ÇOMÜ) tarafından düzenlenen sempozyumda 9 adet makalesi yayınlanan (Sancaklı (2012), Başarı vd (2012), Bekler vd. (2012), Yalçınkaya vd. (2012), Kartal vd. (2012), Sayıl (2012), Utkucu vd. (2012), Yalçın vd. (2012), Şimşek (2012)) bildiride bu deprem başta olmak üzere Marmara Bölgesinin ve Ülkemizin Depremselliği ve olası tehlikeleri ele alınmıştır.

## **3. 9 Ağustos 1912 Mürefte-Şarköy Depremi**

9 Ağustos 1912 Mürefte-Şarköy Depremi Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun (KAFZ) Kuzey Kolu üzerinde meydana gelmiştir (Şekil 1) (Ambraseys ve Finkel, 1987; Altınok vd. 2003). Son yapılan yer bilimleri çalışmalarından depremi oluşturan fay kırığının Marmara Denizi altındaki Orta basen ya da çukurluğu ile Saros Körfezi arasında uzandığı belirlenmiştir (Ambraseys ve Finkel, 1987; Altınok vd. 2003; Armijo vd. 2005). Ambraseys ve Finkel (1987), depremin 50 km uzunluğunda bir yüzey kırılmasına neden olduğunu belirtmiş ve bu yüzey kırığı boyunca 3 m kadar yerdeğıştirmelere neden olan düşey atımlı normal faylanma bileşeni olan sağ-yanal faylanmaları rapor etmiştir. Altunel vd. (2004) Gaziköy (Marmara Denizi kıyısı) ile Saros Körfezi arasında depremde kırılan Ganos Fayı boyunca ortalama 3.5-4.0 m sağ-yanal yerdeğıştirmeler ölçmüştür. Ayrıca en büyük 5.5 m'yi bulan yerdeğıştirmeleri de ortaya koymuştur. Gerek Ambraseys ve Finkel (1987) gerekse Altunel vd. (2004) deprem kırılmasının Batı Marmara Denizi Çukurluğu ya da Tekirdağ Baseni'nden daha doğuya ilerlemediğini ifade etmişlerdir. Ancak Armijo vd. (2005), deprem kırılmasının Marmara Denizi Orta Baseni'ne ya da çukurluğuna kadar uzandığını belirterek denizaltında fay kırılması boyunca 5-6 m arasında yerdeğıştirme belgelenmişlerdir.

1912 Mürefte-Şarköy depremi özellikle Şarköy, Mürefte, Gelibolu, Tekirdağ ve Çanakkale'de yıkım ve hasar oluşturarak kayıplara neden olmuştur (Ambraseys ve Finkel 1987; Sancaklı 2012). Deprem İstanbul, Kocaeli ve Adapazarı civarında da görece az hasar oluşturacak şekilde hissedilmiştir. Deprem Ambraseys ve Finkel (1987) tarafından MSK şiddet ölçeğine göre hazırlanan şiddet haritasına göre depremin maksimum şiddetin IX'dur (Şekil 2). MSK şiddet ölçeğine göre IX şiddet değerinin karşılığında "Genel panik yaşandığı, insanların zorla yere düşmeye zorlandığı, yumuşak zeminde dalgalar görüldüğü, standart altı yapıların çöktüğü, iyi inşa edilmiş yapılarda önemli hasar oluştuğu, yeraltı boru hatlarının patladığı, zeminde yarıklar oluştuğu ve yaygın heyelan gözlemlendiği" belirtilmiştir.

Deprem önemli bir artçı deprem etkinliğine de neden olmuştur. Deprem büyük artçı depremlerin çeşitli deprem kataloglarından derlenen odak parametreleri Tablo 2'de verilmiş ve episantr konumları Şekil 2'de gösterilmiştir. En büyük artçı deprem 13 Eylül 1912 tarihinde meydana gelmiştir ve  $M_s=6.9$  büyüklüğündedir. Ayrıca büyüklüğü  $M_s=6.3$  olan bir artçı deprem daha oluşmuştur.

## **4. TARTIŞMA: 1912 Mürefte-Şarköy Depremi'nin Afet Yönetimi açısından değerlendirilmesi**

9 Ağustos 1912 Şarköy-Mürefte depremi çok geniş bir alanda hissedilmesine rağmen en büyük yıkım ve can kayıpları Şarköy, Mürefte, Gelibolu, Tekirdağ ve Çanakkale yerleşimlerinde



gerçekleşmiştir (Sadi 1912; Ambraseys ve Finkel 1987; Altınok vd., 2003). Bu bilgiden hareketle bu çalışmada yorumlanan kayıp miktarlarının Ambraseys ve Finkel (1987) tarafından verilen eş şiddet haritası ile karşılaştırması Şekil 2'de gösterilmiştir. Bu yerleşimler depremi oluşturan fay kırılması boyunca ve yakında konumlanmışlardır. Bu durum faya yakın yerleşimlerin oluşturdukları fiziksel maruziyet ile büyük bir riske sahip olduklarını kanıtlar bir gözlemdir. Ayrıca, kayıplar KAFZ'nun genel faylanma karakteristiği ile uyumludur. Çünkü, KAFZ'nu gibi doğrudan atımlı bir fayda yıkım genellikle fay boyunca ve fayın iki tarafında kabaca simetrik uzanan ince bir şerit üzerinde gerçekleşir. Bu durum Şekil 2'den açıkça görülebilir.

Deprem bölgesindeki yapı envanterine bakıldığında evlerin alt katları kargir üst katlarının ise ahşaptan yapıldığı görülmektedir (Terekli 2011). Depremi gerek birincil tehlikesi yer sarsıntısı gerekse toprak kayması, zemin sıvılaşması gibi ikincil tehlikelerinin etkisiyle yıkımların yanı sıra (Ambraseys and Finkel 1987) aydınlatma lambalarının neden olduğu yangınlar da çıkmış, ahşap bölümlerde yaşayan onlarca kişi bu yangınlarda hayatını kaybetmiştir (Sadi 1912; Terekli 2011). Depremde ve sonrasında çıkan yangınlardan yaklaşık olarak 9000 bina hasar görmüştür (Karacakaya 2000). Bu hasarların çoğu ikincil deprem tehlikesi diye adlandırdığımız yangınlardan kaynaklanmıştır. 1906 yılında meydana gelen San Francisco depreminde de asıl yıkım depremden değil de ikincil afetlerden, yangınlardan meydana geldiği bilinmektedir (Westfall ve Koerper 2006). Bu nedenle 9 Ağustos 1912 yılında meydana gelen Mürefte Şarköy depremi ile 1906 San Francisco (Kaliforniya, ABD) depremi ikincil deprem tehlikesi olarak yangının birincil tehlike olan yer sarsıntısına baskın olması bağlamında benzerlik göstermektedir.

Osmanlı Devleti'nde Afet yönetimine etki eden teknolojik ve kurumsal gelişme 1868 yılında Rasadhane-i Amire'nin açılması olmuştur (Aydüz, 2001). 1868 yılında Osmanlı Devleti'nin ilk resmi rasathanesi olan Rasadhane-i Amire (Rasathane-i Amire-i Alaimü'l-cev) açılmış ve çalışmalarına başlamıştır. Ancak sözü edilen rasathane, ilk yıllarında meteorolojik değişimleri ve saat ayarları ile ilgili çalışmalar sürdürmüştür; gök cisimlerinin hareketleri, gökyüzü ile ilgili gözlemler ve sismografik işlemler yapmamıştır (Aydüz, 2001). Belgelerden elde edilen bilgilerden anlaşıldığı üzere Rasadhane-i Amire 1895 yılından sonra depremlere dair bilgilerin gönderildiği bir kurum olmuştur ki bu tarih 1894 İstanbul depreminin hemen sonrasında rastlar. Adı geçen bu Rasadhane-i Amire ilk çekirdeği olduğu ve zamanla evrildiği günümüzdeki Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü'ne dönüşmüştür. Dolayısıyla, Osmanlı Devleti'nde kısıtlı da olsa deprem tehlikesi izlenmesinin 1912 Mürefte-Şarköy depremi öncesinde başlamış olduğu görülmektedir (Özçep vd. 2000). Bununla birlikte 12 Nisan 1909'da meydana gelen Otuz Bir Mart Vakası'nda Rasathane-i Amire'nin bulunduğu Maçka'da çıkan çatışmalarda rasathanenin hem binası hem de aletleri tahrip edilmiştir (Fettahoğlu 2012). Bu durum rasathanenin faaliyetlerinin sona ermesine yol açmıştır. Bu hadisede Rasathane'nin yıllar boyunca biriktirdiği kayıtların ve aletlerin birçoğu yok olmuştur. Bu çalışmada 1912 Mürefte-Şarköy depremi ile ilgili hiç bir Rasathane-i Amire kaydına rastlanmaması bu hadise ile ilişkilendirilmiştir (İrkin 2022). Ancak bu deprem dünyadaki bir çok rasadhanedeki sismograf tarafından kaydedilmiştir (Sancaklı 2012, Aksoy vd. 2010). Bu bağlamda tehlikenin izlenmesinin afet yönetiminin ilk basamağı olduğu hatırlatmakta yarar vardır.

Deprem sonrası haberleşmeyi sağlayacak telgraf hatlarının hasar görmesinden dolayı gerekli yerlere yeterli bilgi akışı sağlanamamıştır. Osmanlı Devleti idarecileri aksaklıklar olmasına rağmen ulaşan bilgiler ışığında afet sürecinin yönetimi için büyük çaba göstermiştir. Bölgedeki yetkililerin afet alanlarını gezerek durumun ciddiyetini sınırlı sayıdaki haberleşme araçları ile merkeze iletmeye ve yardım talebinde bulunulmuştur. Bilgi akışındaki bu aksama afet sonrası kesintisiz bir iletişim sisteminin önemini de göstermektedir. 1939 Erzincan depremi sonrasında da afet bölgesinden bir süre haber alınamamıştır (Dinç, 2016). Ayrıca, 1999 İzmit depreminin hemen sonrasında da afet bölgesi ile iletişim de meydana gelen kopukluk afet sürecinin yönetilmesinde zorluklara neden olmuştur (Özmen, 2000). Bu örnekler nerdeyse bir asır

geçmesine rağmen deprem afetlerinin hemen sonrasında halen afet bölgeleri ile iletişim kesikliği olaylarının devam ettiğini göstermelerinin yanısıra gelecekteki benzer büyüklükteki depremlere afet hazırlık çalışmalarında kesintisiz iletişim unsurunun üzerinde önemle durulması gerektiğini de önermektedir.

İletişimin sağlanmasından sonra öncelik verilen konu depremzedelerin barınması ve beslenme ihtiyaçlarının giderilmesi olmuştur (Sezer 2019). Depremi ilk gününden itibaren devlet memurları ve devletin imkanları afet bölgesine gönderilmeye başlansa da yapılan yardımlar ihtiyacı karşılayacak ölçüde olmamıştır.

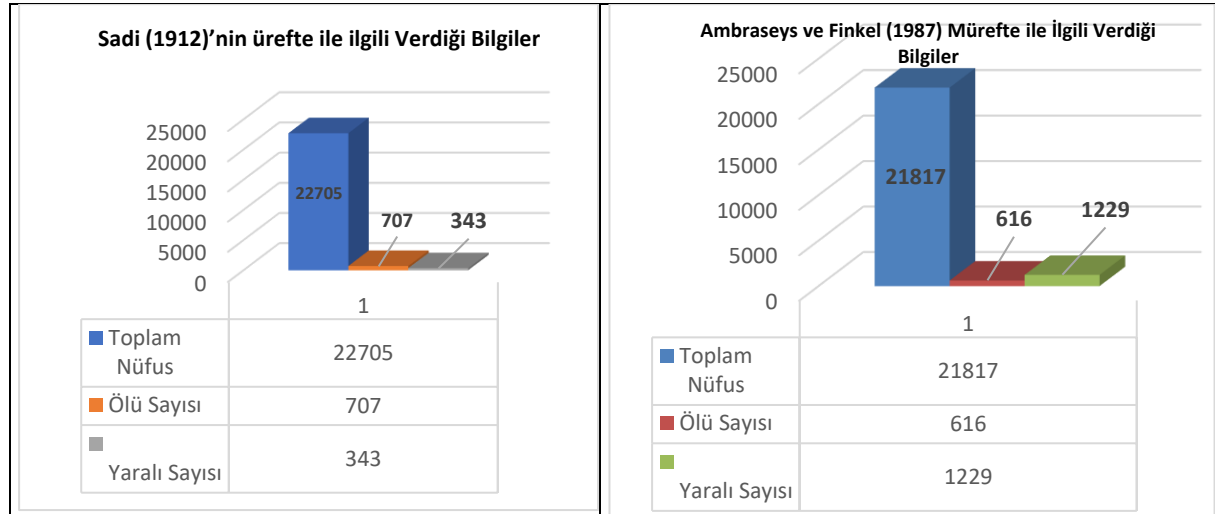
Özellikle depremin etkisiyle ve deprem sonrası çıkan yangınlarda evleri yıkılan vatandaşların barınma sorunu ortaya çıkmıştır (Terekli 2011). Kalıcı evlerin yapılması istenilmiş ancak yapımın uzun süre alacağı ve devletin bunu karşılamaya bütçesinin yeterli olmadığı için yapılamamıştır. Ayrıca depremin olduğu dönemde alanında yetişmiş yeteri kadar mühendis, doktor ve kalifiye eleman bulunmaması (Terekli, 2011) başatma kapasitesinin (coping capacity) bu bağlamda düşük olması şeklinde değerlendirilebilir. Bu durum yetişmiş personel eksikliğinin afet sonrası esnekliğine (disaster resilience) dolayısıyla incinirliğe nasıl etki ettiğinin de bir göstergesidir.

Bu nedenle devlet imkanlarıyla ilk olarak barınma sorunu çadır kurularak giderilmeye çalışılsa da afet bölgesine yeteri kadar çadır ulaştırılamamıştır. Çadır sorununun çözülememesinin başka bir nedeni de devletin Balkan Savaşları başlamasıyla savaşa hazırlık yapması nedeniyle bölgeye çadır gönderememiştir (Karacakaya 2000; Terekli 2011; Sezer 2019). Bu yaşananlar afete müdahale ve iyileşme-toparlanma evreleri faaliyetlerinin yürütülmesinde zorluklar yaşandığını göstermektedir. Afet hazırlık çalışmaları kapsamında yeterince çadır depolanmasının önemi görülmektedir. Kimi kaynaklara göre savaş da teknolojik afetler içinde yer verildiğinden (Meyers, 1991) Balkan Savaşları meselesi birden fazla afete hazır olmanın da düşünülmesi gereken bir olasılık olduğuna işaret etmektedir. Nitekim Bulgarların savaşın başlamasından kısa bir süre sonra afet bölgesini işgal altına almasıyla ve Balkanlardan binlerce Müslüman vatandaşın afet bölgesine sığınmacı olarak sürülmesiyle barınma sorununu kat be kat artırmıştır (Terekli 2011; McCarty, 1998).

Depremzedelerin beslenme ihtiyacını karşılaması ise yapılan maddi yardımlar veya hububat yardımları üzerinden giderilmeye çalışılmıştır. Depremden etkilenen binalar arasında un fabrikaları da bulunmaktadır. Bu nedenle ekmek yapımında un tedariki içinde yardım talebinde bulunmuş çevre vilayetlerden ve İstanbul'dan afet bölgesindeki kazalara vapurlar ile ekmek, un ve peksimet gönderilmiştir (Karacakaya 2000; Terekli 2011; Sezer 2019). Temel gıdanın yanı sıra altyapı ve su kaynaklarının yok olması sebebiyle de su sıkıntısı çekilmiştir. Su sıkıntısı ise başta romorklar ile taşınarak çözülmeye çalışılmış daha sonrasında ise dönemin donanmasında bulunan askeri bir gemide deniz suyunu arıtılarak afetzedelerin ihtiyacı giderilmiştir (Sezer, 2019). Bu faaliyetler afete müdahale ya da ulusal afet yardımı bağlamında ele alınabilir. Depremzedelere ekonomik destekte bulunmak amacıyla yardım komisyonları veya yardım amaçlı sosyal organizasyonlar düzenlenmiştir. Edirne Valisi Halil Bey tarafından afetin boyutu ve devletin bütçe durumu göz önünde bulundurularak İane (Yardım) Komisyonlarının kururması afet yönetimi açısından başarılı bir faaliyet olarak değerlendirilebilir.

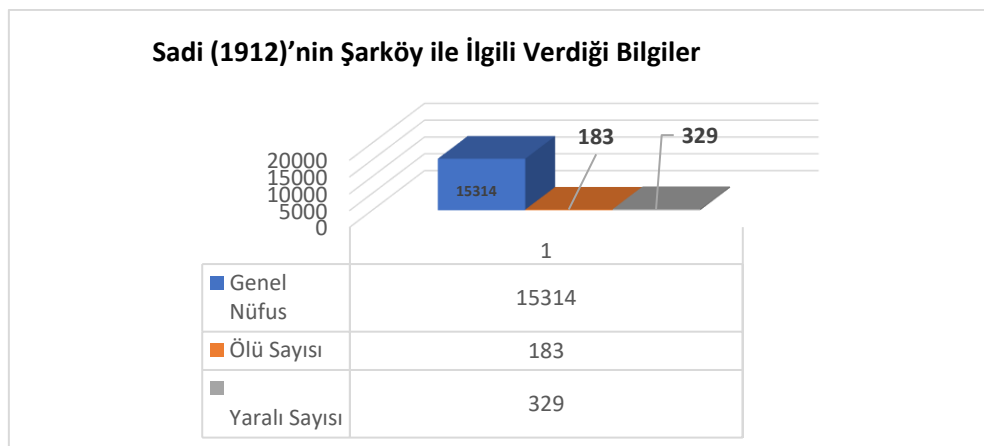
Osmanlı Devleti almış olduğu kararlarla vergi muafiyeti getirerek depremzedelerin ekonomik kaygılarını azaltmayı amaçlamıştır. Bu faaliyetler Osmanlı Devleti'nin kurumsal olarak yaşanan afete kriz yönetimi bağlamında etkin bir tepki geliştirdiği şeklinde yorumlanabilir. Vergi indirimi meselesi doğrudan afet kazancının (Smith ve Petley, 2009) tipik bir örneğidir.

Ambraseys ve Finkel (1987) tarafından hazırlanan şiddet haritası Sadi (1912)'de sunulan deprem etkilerinin bu çalışmadaki yorumlanması uyum sergilemektedir. Bununla birlikte kaynaklarda sunulan verilerde farklılıklar da göze çarpmaktadır. Burada Ambraseys ve Finkel (1987), Sadi (1912) ve Mürefte Kaymakamı'nın (Terekli, 2011) sunduğu depremin etkilerine dair veriler grafiksel olarak karşılaştırılacaktır. 1912 Mürefte Şarköy depreminin Mürefte, Şarköy, Gelibolu, Çanakkale ve Tekirdağ oluşturduğu can kayıpları ve yaralanmalar sırasıyla Şekil 3-7 de ve bina hasarları sırasıyla Mürefte, Şarköy, Gelibolu, Çanakkale ve Tekirdağ Şekil 8-12'de gösterilmiştir.



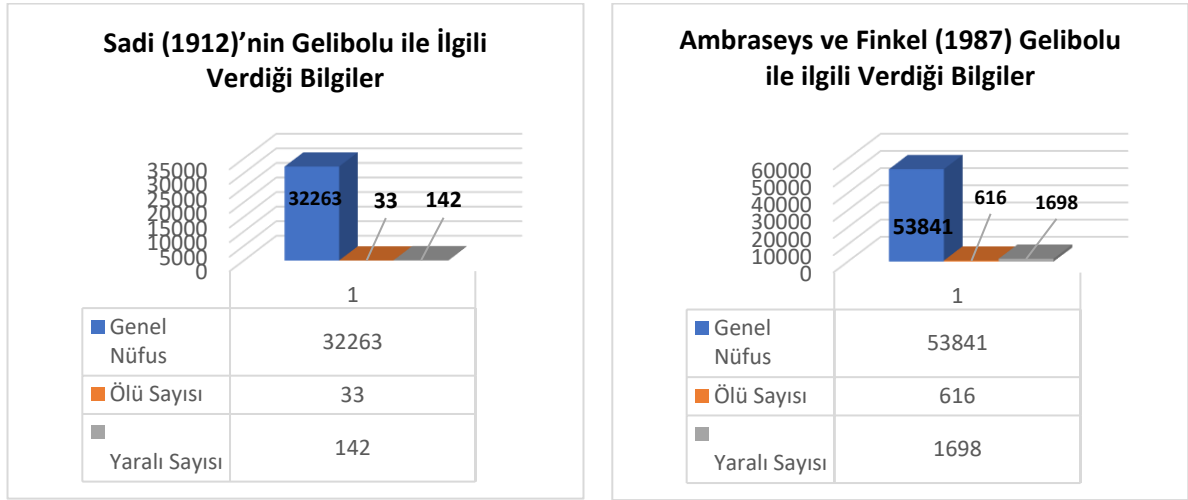
Şekil 3. Mürefte İlçesi ile ilgili (Solda) Sadi (1912) ve (Sağda) Ambraseys ve Finkel (1987)'in toplam nüfus sayısının ölüm ve yaralanma sayılarına oranı

Mürefte ilçesinde 1912 Mürefte-Şarköy depremi sonrasında Sadi (1912) ve Ambraseys ve Finkel (1987)'nin çalışmalarında verilen toplam nüfusun sayısının; ölüm sayısına dağılımına bakıldığında her iki çalışma da toplam nüfusun %3 ünün hayatını kaybettiğini ifade etmektedir (Şekil 3.). Ancak yaralanma sayılarına bakıldığında Ambraseys ve Finkel (1987) nüfus sayısını yaklaşık %5 az vermesine rağmen Sadi (1912)'nin verdiği yaralanma sayısından yaklaşık 3 Kat daha fazla yaralanma sayısı vermektedir.



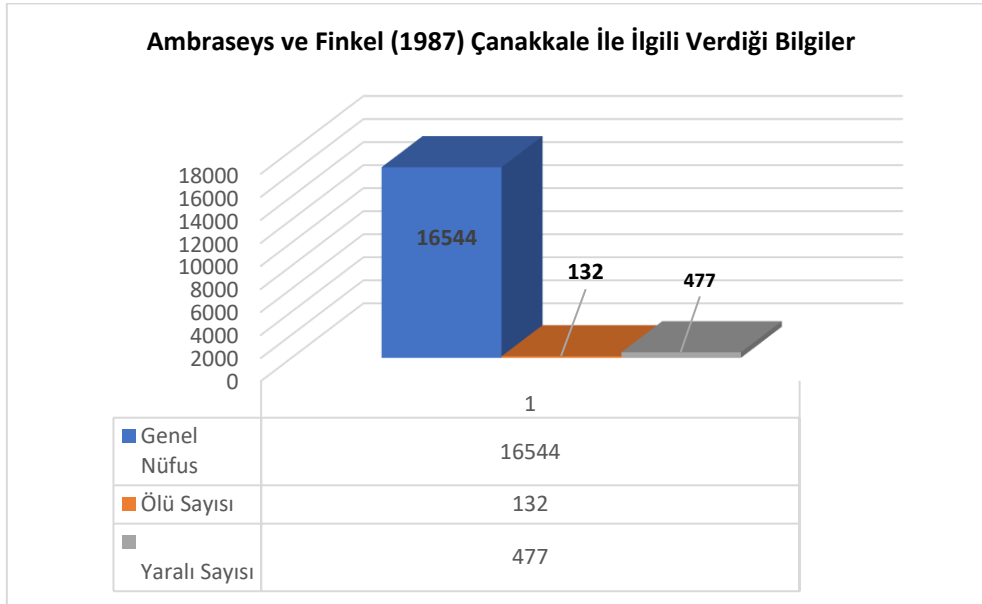
Şekil 4. Sadi (1912) Şarköy İlçesi ile ilgili toplam nüfus sayısının ölüm ve yaralanma sayılarına oranı

1912 Mürefte-Şarköy depremi sonrasında Şarköy için yalnızca Sadi (1912)'de bilgi bulunduğu görülmüştür. Bu kaynağın vermiş olduğu bilgiye göre toplam nüfusun yaklaşık %1'inin hayatını kaybettiği ve %2'sinin de yaralandığı anlaşılmaktadır (Şekil 4.).



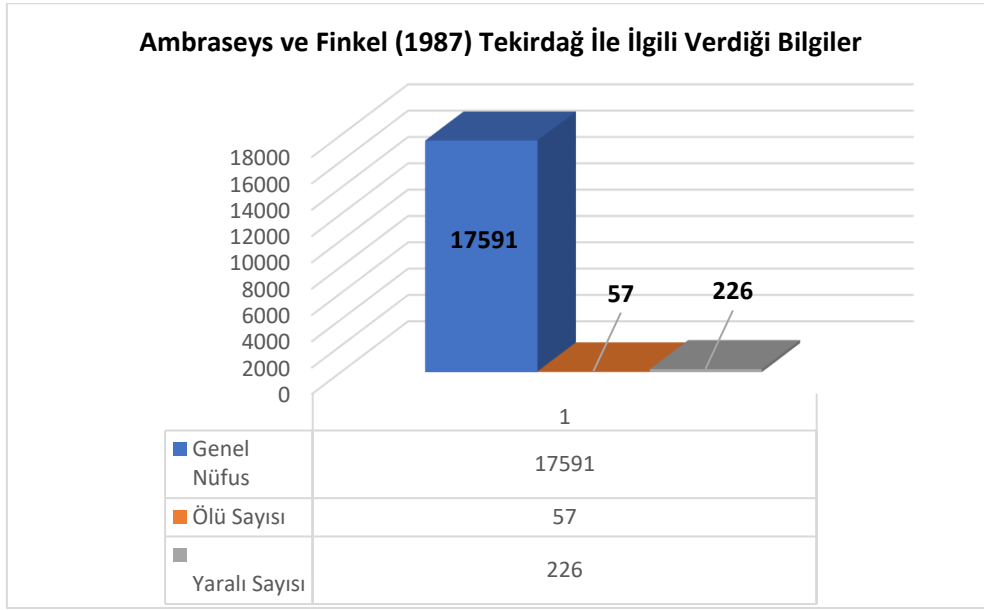
Şekil 5. Gelibolu İlçesi ile ilgili (Solda) Sadi (1912) ile (Sağda) Ambreseys ve Finkel (1987)'in toplam nüfus sayısının ölüm ve yaralanma sayılarına oranı.

Gelibolu ilçesinde 1912 Mürefte-Şarköy depremi sonrasında Sadi (1912) ile Ambreseys ve Finkel (1987)'in çalışmalarında toplam nüfus, ölüm ve yaralanma sayıları verilmiştir. Ambreseys ve Finkel (1987)'in toplam nüfus sayısının Sadi (1912)'nin toplam nüfus sayısından yaklaşık olarak 1,5 kat daha fazla olduğu göze çarpmaktadır (Şekil 5.). Sadi (1912)'ye göre toplam nüfusun %0,1'i ve Ambreseys ve Finkel (1987)'ye göre ise toplam yaklaşık %1,2'si hayatını kaybetmiştir. Yaralı sayısına gelince Ambreseys ve Finkel (1987), Sadi (1912)'nin rakamına göre yaklaşık dokuz kat fazla bir rakam vermektedir.



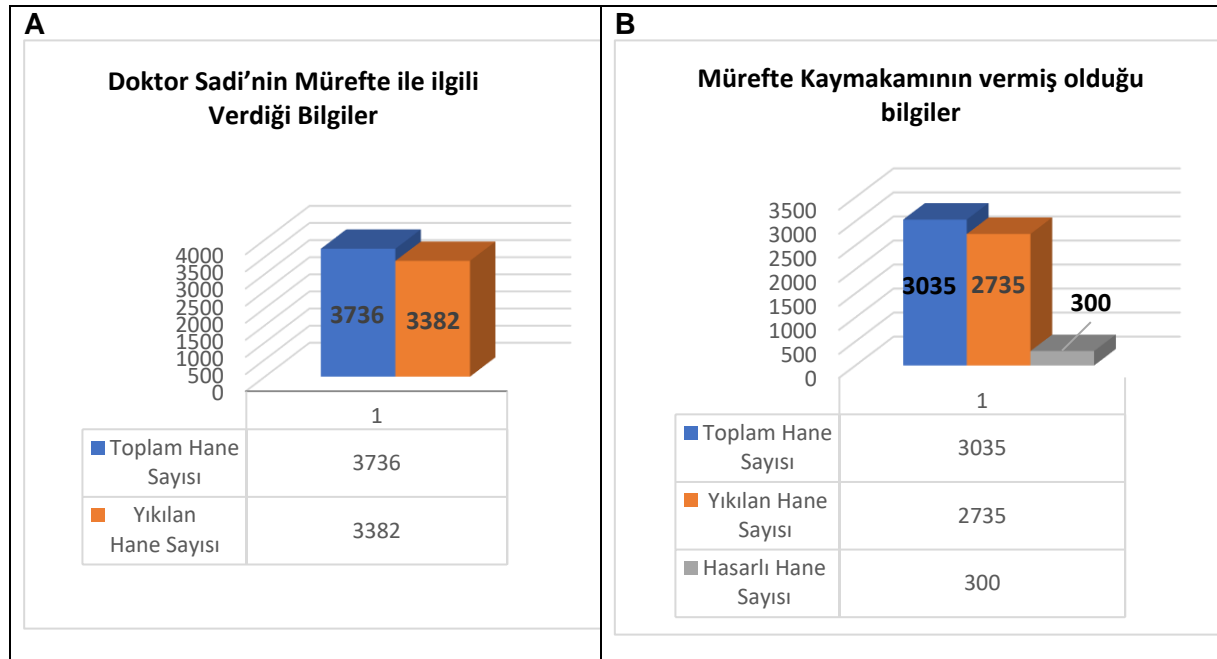
Şekil 6. Ambreseys ve Finkel (1987)'in Çanakkale ile ilgili toplam nüfus sayısının ölüm ve yaralanma sayılarına oranı

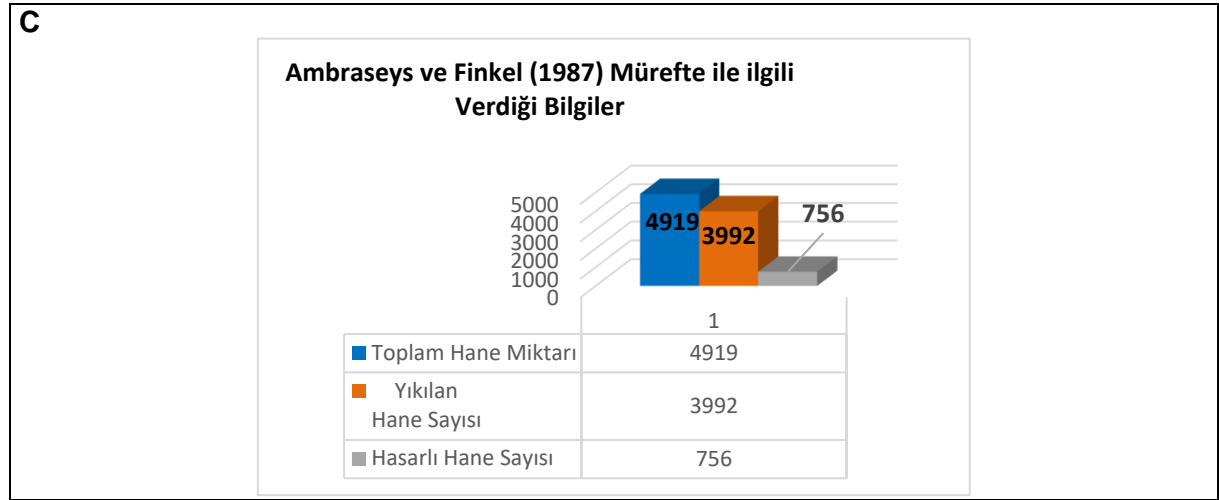
Çanakkale'de 1912 Mürefte-Şarköy depremi sonrasında oluşan ölü ve yaralanma sayısı bilgisi, yıkılan hane sayısı bilgisinde olduğu gibi sadece Ambreseys ve Finkel (1987)'de mevcuttur. Bu kaynakta sunulan veriler ışığında toplam nüfusun yaklaşık %1'inin hayatını kaybettiği, yaklaşık %3'ünün ise yaralandığı anlaşılmaktadır (Şekil 6.).



Şekil 7. Ambraseys ve Finkel (1987)'in Tekirdağ ile ilgili toplam nüfus sayısının ölüm ve yaralanma sayılarına oranı

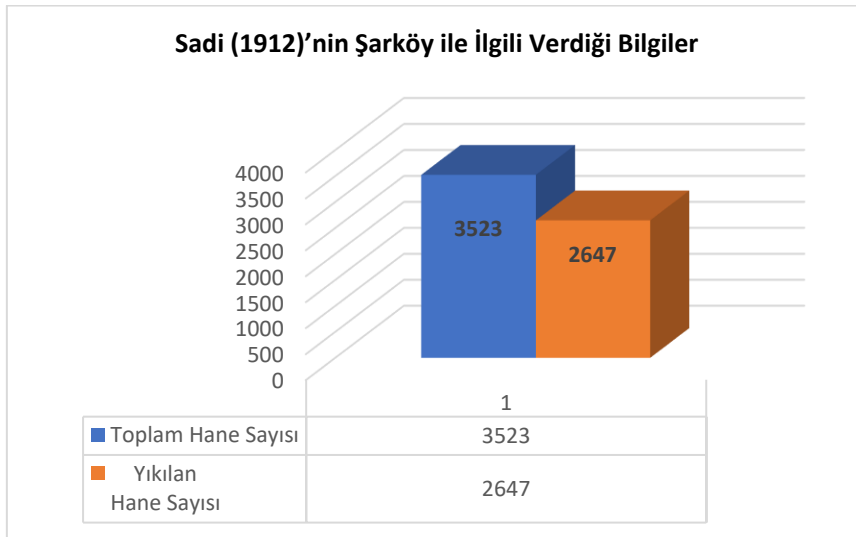
Tekirdağ için de sadece Ambraseys ve Finkel (1987)'in ölü ve yaralı bilgisi mevcuttur. Bu kaynakta verilen bilgiye göre toplam nüfusun %0,3'ü hayatını kaybetmiş, %1,3'ü de yaralanmıştır. (Şekil 7.).





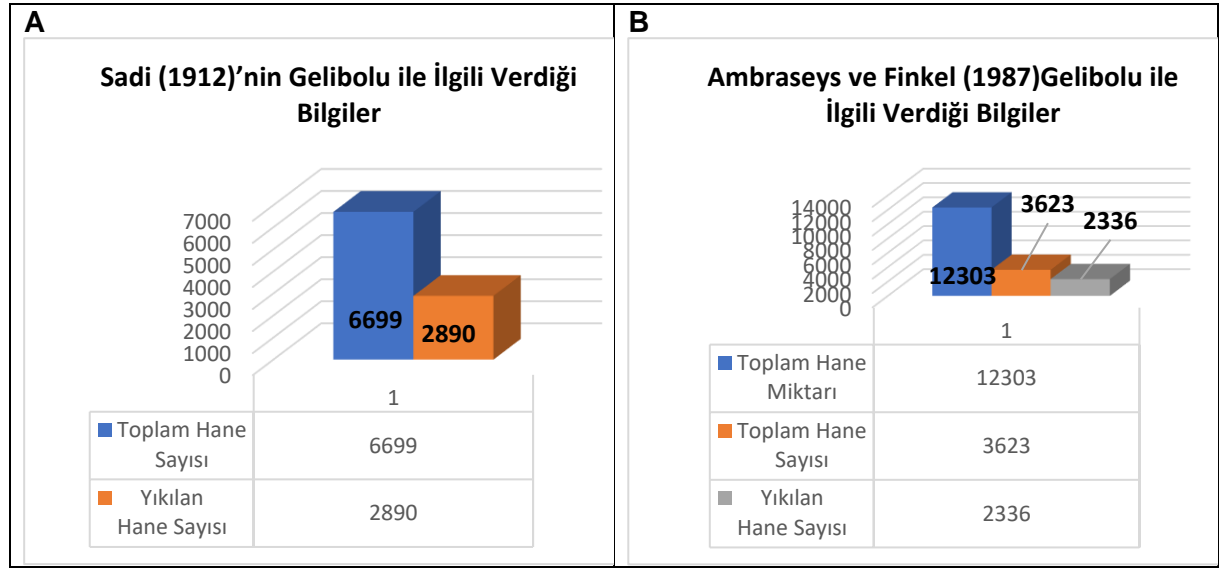
Şekil 8. Mürefte ilçesi için 1912 Mürefte-Şarköy depremi sonrasında (A) Sadi (1912), (B) Kaymakam, (C) Ambreseys ve Finkel'in çalışmalarında verilen toplam hane sayısının yıkılan ve hasar gören hane sayılarına göre dağılım grafiği.

Mürefte ilçesinde 1912 Mürefte-Şarköy depremi sonrasında Sadi (1912), Mürefte Kaymakamı (Terekli 2011) ve Ambreseys ve Finkel (1987)'nin çalışmalarında verilen yıkılan hane sayısının toplam hane sayısına göre dağılımlarını karşılaştırıldığında Sadi (1912) ile Mürefte Kaymakamı (Terekli, 2011) binaların %90' ının Ambreseys ve Finkel (1987) ise %85'inin yıkıldığına işaret etmektedir (Şekil 8.). Bu kaynaklarda verilen toplam hane sayılarında önemli farklılıklar olduğuna dikkat edilmelidir. Bununla birlikte toplamda 3000-5000 hane olduğu ve bunların baktığımızda %90'a yakınının yıkıldığı söylenebilir.



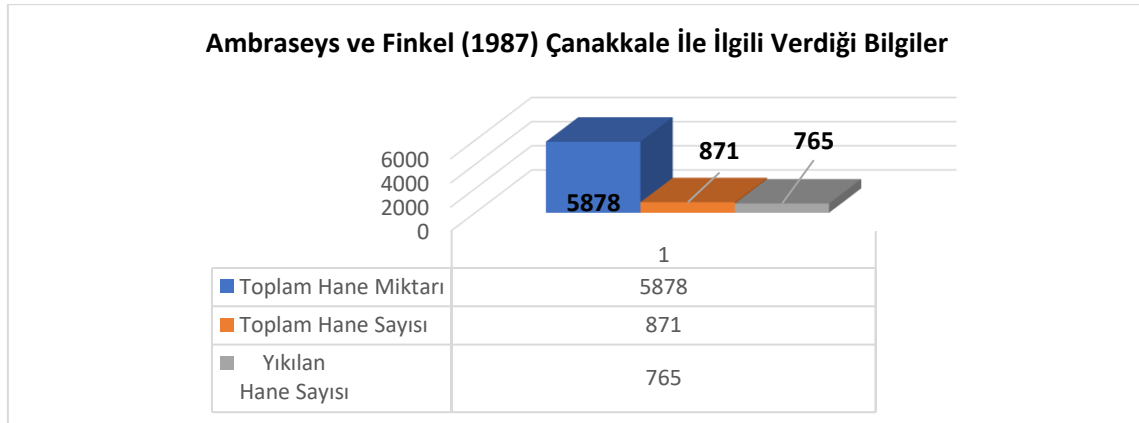
Şekil 9. Şarköy ilçesinde 1912 Mürefte-Şarköy depremi sonrasında Sadi (1912)'nin çalışmasında verilen toplam hane sayısının yıkılan ve hasar gören hane sayılarına göre dağılım grafiği.

Şarköy ilçesinde 1912 Mürefte-Şarköy depremi sonrasında yıkılan hane sayısı ile ilgili olarak sadece Sadi (1912)'nin verdiği bilgiler bulunmaktadır (Şekil 9.). Sadi (1912) Şarköy'deki 3523 olan toplam hane sayısının %75 oranında yıkıldığını belirtmektedir.



Şekil 10. 1912 Mürefte-Şarköy depremi sonrasında Gelibolu ilçesi için (A) Sadi (1912) ile (B) Ambraseys ve Finkel (1987)'in çalışmalarında verilen toplam hane sayısının yıkılan ve hasar gören hane sayılarına göre dağılım grafiği.

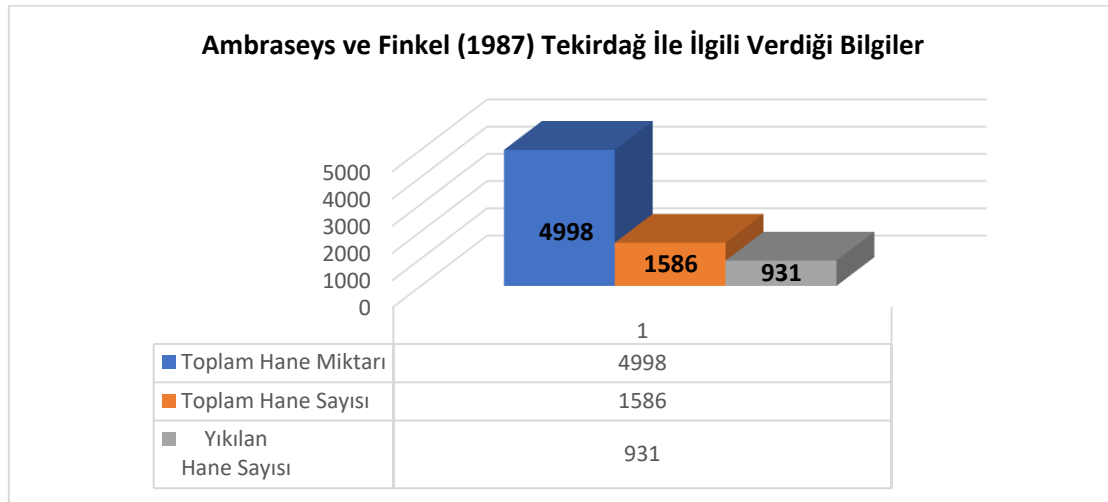
Gelibolu İlçesinde 1912 Mürefte-Şarköy depremi sonrasında Sadi (1912) ve Ambraseys ve Finkel (1987)'nin çalışmalarında verilen yıkılan hane sayıları mevcuttur (Şekil 10.). Toplam hane sayıları karşılaştırdığında Ambraseys ve Finkel (1987)'de verilen toplam hane sayısının Sadi (1912)'de verileden yaklaşık 2 katı olduğu görülmektedir. Sadi (1912) toplam hane sayısının %43'nün Ambraseys ve Finkel (1987) ise %30'nun yıkıldığına işaret etmektedir.



Şekil 11. 1912 Mürefte-Şarköy depremi sonrasında Çanakkale'nin Ambraseys ve Finkel (1987)'in çalışmasında verilen toplam hane sayısının yıkılan ve hasar gören hane sayılarına göre dağılım grafiği.

Çanakkale 1912 Mürefte-Şarköy depremi sonrasında toplam ve yıkılan hane sayısı ile ilgili olarak sadece Ambraseys ve Finkel (1987)'in verdiği bilgiler bulunmaktadır (Şekil 11.). Ambraseys ve Finkel (1987) Çanakkale'de 5878 olan toplam hane sayısının %1,5 oranında yıkıldığını belirtmektedir.





Şekil 12. 1912 Mürefte-Şarköy depremi sonrasında Tekirdağ'ın Ambraseys ve Finkel (1987)'in çalışmasında verilen toplam hane sayısının yıkılan ve hasar gören hane sayılarına göre dağılım grafiği.

Tekirdağ için de 1912 Mürefte-Şarköy depremi sonrasında sadece Ambraseys ve Finkel (1987)'in verdiği toplam ve yıkılan hane sayısı ile ilgili bilgi mevcuttur (şekil 12). Ambraseys ve Finkel (1987) Tekirdağ'da 4998 olan toplam hane sayısının yaklaşık %3'ünün yıkıldığına işaret etmektedir.

Devlete ait yapılar bir afet esnasında afet sonrası krizin yönetilmesi bağlamında stratejik öneme sahip yapılardır. Ancak devletin kullandığı Hükümet Konağı, Hastane, Jandarma Karakolu, Okul vs. yapılarının 1912 Mürefte-Şarköy depremi sonrasında en fazla hasar alan yapılar arasında yer aldığı görülmektedir (Şadi 1912, Terekli 2011). Depremden devlet dairelerinin de fazlaca hasar almış olması psikolojik bir etki de oluşturmuştur. Bu etki, Cami, Medrese, Kilise ve Sinagog gibi ibadethanelerin de yıkılmaları ya da hasar görmeleriyle artmıştır (Sezer 2019; Terekli 2011). Devam etmekte olan artçı depremlerin az hasarlı yapılara girilmesini güçleştirmesiyle halk bağ bahçe gibi açık alanlarda kalırken devlet kurumları da hükümet konağı bahçesinde kurulan çadırlarda görev yapmaya çalışmıştır. Bu şartlar altında deprem bölgesinde görev yapan doktorlardan bir kısmı başka mazeret beyan ederek ya da istifa ederek deprem bölgesini terk etmiştir. Bu durum kamuya ait yapıların stratejik önemleri nedeniyle özellikle deprem tehlikesine dirençli inşaa edilmelerinin önemini vurgulayan bir hadisedir.

Deprem altyapı ve su kaynaklarına da hasar vermiştir (Sezer 2019; Terekli 2011). Su sıkıntısı çeken afetzedeler başta temizlik ve hijyen konusunda bir hayli zor durumda kalmıştır. Bu nedenle de afetzedeler sıtma, bronşit gibi salgın hastalıklara yakalanmışlardır. Bu durum deprem sonrası krizin sağlıklı bir şekilde yönetilememesi durumunda salgın hastalık gibi sağlık sorunların baş gösterebileceğinin bir örneğidir.

Depremden dolayı sıkıntı yaşanan bir başka konu ise deprem bölgesinde yaşayan insanların geçimlerini tarım ve hayvancılık yaparak kazanmalarıydı. Deprem tahıl ambarlarını ve ahırlarını yıkmış, çıkan yangınlarda ambarlarda bulunan mahsüller yanmış ve ahırda bulunan hayvanlar telef olmuştur (Terekli 2011). Deprem hasat dönemine denk gelmesinden hasat edilecek ürünler ambarların hasar görmesinden dolayı depolanamamış ve zayi olmuştur

Deprem bölgesine afet yardımı ulaştırılmasında kara, deniz ve demiryolu ulaşımının kullanılmasına rağmen özellikle denizden ulaşımın büyük rol oynadığı görülmüştür (Sezer 2019; Terekli 2011). Osmanlı Donanma unsurlarının bu bağlamda önemli görevler yaptığı

belirlenmiştir. Osmanlı Donanma unsurlarının afete müdahalede kullanılmalarına dair örnekler Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 3. 9 Ağustos 1912 Mürefte Şarköy Depreminin oluşturduğu afete müdahalede Osmanlı Donanma unsurlarının kullanılmasına dair çeşitli kaynaklardan yapılan derleme;

	Kaynak	Afete Müdahale Görev Ayrıntısı
1	Terekli (2011)	Yaralı afetzedelerin tedavisi için Kızılay tarafından Doktor Nafiz Bey başkanlığında 13 kişilik bir sağlık ekibinin Donanma Komutanlığına ait Giresun Vapuru ile deprem bölgesine gönderilmesi.
2	Terekli (2011)	Basra Torpidosu ile Edremit Vapuru'nun Çanakkale'den deprem afet bölgesine temiz su taşımakla görevlendirilmesi.
3	Terekli (2011)	Donanma Komutanlığı'nın, emri ile 12 Ağustos'ta Mecidiye kuravazörünün arkasına takılan 30 tonluk su tankeri ile Şarköy ve Mürefte afetzedelerine temiz su götürülmesi
4	Terekli (2011); Sezer (2019)	Mecidiye Kuravazörü'nde deniz suyunu içilebilecek hale getiren inbik bulunduğundan su ihtiyacının büyük ölçüde karşılanabileceği düşünülerek bu geminin görevlendirilmesi
5	Terekli (2011)	17 Ağustos 1912 tarihinde Mürefte halkının su ihtiyacını gidermek için 100 tonluk başka bir duba bir römorkörün Donanma Komutanlığı tarafından yollanması
6	Sezer, (2019)	Afetin hemen ardından Donanma-yı Hümayun'dan bir sağlık ekibi ve cerrahların tıbbi müdahale için gönderilmesi
7	Karacakaya, (2000);Sezer, (2019).	10 Ağustos'da Basra Torpidosu ile Şarköy'den biri Türk 6 kişinin, Mürefte'den de 2 yaralının İstanbuldaki Etfal ve Gülhane Hastanelerine tedavi için nakledilmesi
8	Karacakaya, (2000);Sezer, (2019).	Afete müdahale çalışmalarında görevlendirilen İçişleri Bakanlığı yetkililerinin Basra Torpidosu ile afet bölgesine ulaştırılması
9	Terekli (2011)	Vakıflar Başkanı Mehmet Fevzi Paşa yönetiminde inzibat görevi görecekt küçük bir jandarma kuvvetinin 13 Ağustos 1912 tarihinde, içerisinde yiyecek malzemesi, yüz çadır, kazma, kürek vesair malzeme ile bir santral, dört telgraf makinesi, yeteri miktar tel ve üç adet lüks lambası bulunan Bezmialem Vapuru ile gönderilmesi

Donanma gemilerinin yanısıra bazı sivil denizcilik unsurlarının da bu afete müdahalede kullanıldıkları bu bağlamda hatırlatılmalıdır. 2021 yılında Ülkemizde meydana gelen orman yangınlarında Muğla'nın Bodrum İlçesinde çıkan orman yangınına Sahil Güvenlik botu ile Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı Kıyı Emniyeti Genel Müdürlüğü'ne ait yangın söndürme gemisi sevk edilerek denizden de müdahale edildiği, bölgeye sevk edilen yangın söndürme gemilerinin sahildeki ormanları alevlerden korumak amacıyla denizden ormana doğru su püskürttüğü bilinmektedir (Ekizler 2021). Ayrıca 2021 yılında Sinop'ta meydana gelen sel afetine Deniz Kuvvetleri Komutanlığı'nın çıkarma gemisi ile Sinop'un Türkeli İlçesine sel afetine müdahale etmek amacıyla iş makinası sevkiyatı yapılmıştır (Yıldırım, 2021). Bu durum donanma unsurlarının afete müdahale de kullanılmasının önemini ortaya koymaktadır (Düdükcü, 2020). Özellikle günümüzde Türk Deniz Kuvvetleri'ne yeni katılan modern platformların görev spektrumlarında afet müdahale ve insani yardım görevlerinin de yer alıyor olması bu açıdan önemli bir olgudur.

9 Ağustos 1912 Mürefte-Şarköy depreminde o zaman ki adıyla Hilal-i Ahmer'in (Kızılay) yiyecek, giyim ve tedavi yardımı faaliyetlerinde bulunduğu görülmektedir (Sezer, 2019). Ancak günümüzde Kızılay'ın afet ve acil durumlardaki rolü Osmanlı dönemine kıyaslandığında daha geniş bir spektruma yayıldığı anlaşılmaktadır. Afeten etkilenen ihtiyaç sahiplerine barınma ve beslenme hizmetinin yanı sıra bütünsel afet yönetiminin ülkemizde uygulama şekli olan Türkiye Afet Müdahale Planında (TAMP, 2014) verilmiş olan Beslenme Çalışma Grubunun ana çözüm ortağı (Beslenmeden sorumlu kurum), Haberleşme, Sağlık, Nakliye, Barınma,

Psikososyal, Aynı Bağış ve Depo Yönetimi ve Dağıtımı, Uluslararası Destek ve İşbirliği ile Ulusal ve Uluslararası Nakdi Bağış Çalışma gruplarında Destek Çözüm Ortağı olarak görev almaktadır.

9 Ağustos 1912 yılında meydana gelen depremden kısa bir süre sonra 8 Ekim 1912 tarihinde Balkan Savaşları başlamış ve özellikle Bulgarların kısa bir süre içerisinde Çatalca önlerine kadar gelmesiyle yaraları henüz sarılamayan depremzedelerin buldukları yerleşim yerleri büyük oranda Bulgar işgali altına girmiştir (Uçarol, 1995). Bulgar komitacıların faaliyetleriyle bölgede büyük bir katliam başlamış ve "Trakya'da 200.000'in üzerinde Müslüman katledilmiştir (McCarty, 1998). Balkanlardan binlerce müslümanın kaçarak başta Edirne olmak üzere Doğu Trakya'ya yerleşmiştir. Edirne'de Bulgar kuşatması başlamadan buraya 20.000 müslüman gelmiştir. Bulgarlar özellikle yerleşim yerlerini topa tutarak insanların barınma imkânlarını ortadan kaldırmış ayrıca kenti de açlık tehlikesi ile karşı karşıya bırakmıştır (Terekli, 2011). 26 Mart 1913'te Edirne'nin düşmesi ile de yerli Rumların katkıları ile büyük bir talan ve kıyım faaliyeti başlamıştır (McCarty, 1998). 1912 ile 1920 arasında Edirne Valiliği'ne 132.500 sığınmacı gelmiştir. Toplamda ise, 413.922 müslüman gelmiş ve bunlar Doğu Trakya başta olmak üzere Anadolu'nun bazı bölgelerine yerleştirilmiştir (McCarty, 1998). Henüz deprem afetinin yaraları sarılamamışken depremin meydana geldiği Doğu Trakya'da hem savaş başlamış hemde savaştan kaçan müslümanların akınına uğramıştır. Bu durum ise hali hazırda bir iskan sorunu olan afetzedelerin müslüman sığınmacılar ile birlikte sıkıntıları acılarını ziyadeleştirmiştir.

1912 Mürefte-Şarköy depreminin etkilediği bölgede büyük çoğunluğu Rumlardan oluşan önemli bir yabancı azınlığın varlığı dış afet yardımını çekmede önemli olmasına rağmen gerek yabancı devletlerin gerekse İstanbul'daki patrikhanenin manipülasyonuna açık bir unsur olarak ortaya çıkmıştır (Terekli 2011).

Tüm bu anlatılanların ışığı altında bu çalışmada 1912 Mürefte-Şarköy depreminin oluşturduğu afet için afet dirençliliğini arttıran ya da azaltan unsurlar Tablo 4'de verildiği şekliyle yorumlanmıştır. İçinde bulunduğu ekonomik zorunluluğa rağmen Osmanlı Devleti'nin kökleşmiş yapısının ve afet bölgesinin coğrafik konumunun deniz yoluyla ulaşımına müsait olmasının önemli bir afet dirençliliğini yükselten unsurlar olarak ortaya çıktığı görülmüştür. Bununla birlikte 1912 Mürefte-Şarköy depremi afetinin 1912 Balkan Savaşları ile zamanca örtüşmesi ve Osmanlı Devleti'nde alanında yetişmiş yeteri kadar mühendis, doktor ve kalifiye eleman bulunmaması afet dirençliliğini azaltan önemli unsurlar olarak değerlendirilmiştir.

Tablo 4. 9 Ağustos 1912 Mürefte Şarköy Depreminin oluşturduğu afette bu çalışmada yorumlanan afet dirençliliğini artıran ve azaltan unsurlar

Afet Dirençliliği		
Arttıran Unsur	Azaltan Unsur	
1	Osmanlı devletinin kökleşmiş devlet yapısının ekonomik ve siyasi duruma rağmen olumlu etkisi	Bölgedeki yapı stoğunun alt katı kargir üst katı ahşap yapılardan oluşmasından dolayı oluşan yıkımlardan sonra çok sayıda yangın çıkması.
2	Osmanlı Donanmasının afete müdahalede kullanılması	8 Ekim 1912'de Balkan Savaşlarının başlamasından önce başlaması Osmanlı silahlı kuvvetlerindeki teyakkuz durumu
3	Sivil toplum kuruluşu olarak Hilal-i Ahmer'in varlığı	8 Ekim 1912'de Balkan Savaşlarının başlaması ile yaşanan göç
4	Depremin etkilediği bölgedeki yabancı azınlıkların varlığının dış	Depremin etkilediği bölgedeki yabancı azınlıkların varlığının afet müdahalesinin kritize edilmesi bağlamında gerek yabancı ülkeler

	ülkelerden afet yardımını çekmede olumlu etkisi	gerekse İstanbul'daki Patrikhane tarafından devamlı gündeme getirmesi
5	Zamanın ulaşım şartları düşünüldüğünde Afet bölgesine coğrafik konum olarak deniz yoluyla ulaşımı mümkün olması	Depremi olduğu dönemde yeteri kadar doktor, mühendis ve kalifiye elemanın bulunmaması
6		Osmanlı Devleti'nin böyle bir afete hazır olmaması

## 5.Sonuçlar

Bu çalışmada 9 Ağustos 1912 Mürefte-Şarköy depremi sonrasında oluşan afet literatürden faydalanılarak incelenmiştir. Yapılan inceleme sonucunda aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

- 1912 Mürefte-Şarköy depremi Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) boyunca meydana gelmiştir. Ancak, önceden sanıldığı gibi sadece Ganos Fay Segmenti'ndeki kırılmayla değil yakın geçmişteki yer bilimleri çalışmalarında ortaya çıkarıldığı üzere Marmara Denizi'nin Orta Havzasına kadar uzanan bir fay kırılması sonucu oluşmuştur.
- Depremi, Sadi (1912), Ambraseys ve Finkel'in (1987) ve Mürefte Kazası Kaymakamı raporundan derlenen ve hasarlı binalar, can kaybı ve yaralılar üzerinden değerlendirilen etkileri karşılaştırıldığında farklı rakamlar görülmekle birlikte, Mürefte ve Şarköy ilçelerinin en çok etkilenen yerleşim yerleri olduğu, Tekirdağ ve Çanakkale illerinin merkez yerleşim yerlerinde ise etkilerin görece ılımlı olduğu konusunda hemfikir oldukları sonucuna varılmıştır. Gelibolu ilçesinde etki ağır ile orta arası olarak sınıflandırılmıştır.
- Depremi oluşturan fay kırılması boyunca uzun fakat dar bir alan şeklinde gözlenen ağır etkilerin mekansal dağılımı KAFZ'nun faylanma özelliği ile ilişkilendirilmiştir. Bu durum tehlikenin kayıplar üzerindeki rolü olarak yorumlanmıştır. Fay boyunca yer almalarına rağmen Gelibolu ilçesinde Mürefte ve Şarköy ilçelerine göre gözlenen daha az etki, tehlikeye veya faya olan mesafenin ve zemin koşullarının etkisi olarak yorumlanmıştır. Bu da fiziksel maruziyet ve incinirlik unsurlarının toplam kayıplar üzerindeki rolünü düşündürmektedir.
- Depremlerden hemen sonra bildirilen yangınlar, ikincil deprem tehlikelerinin önemini göstermiştir.
- Deprem sonrası yapılan yardım ve iyileştirme çalışmalarının ayrıntılı incelenmesi, Osmanlı Donanması birliklerinin özellikle nakliye ve deniz suyu arıtmada kullanıldığını ve Sivil Toplum Kuruluşları, özellikle Hilal-ı Ahmer (şimdiki Kızılay'ın selefi) ve gönüllüler tarafından çeşitli afet yardımlarında kullanıldığını göstermiştir. Müteakip felaketin yönetiminde yapıcı bir şekilde destekleyici bulunmuştur.
- Bununla birlikte, 1912 Balkan Savaşı'nın olumsuz etkileri ve depremin olduğu bölgede azınlıkların varlığının yabancı ülkeler tarafından manipüle edilmesinin afet yönetimini yıkıcı bir şekilde etkilediği görülmüştür.
- Ayrıca, çökmekte olan Osmanlı Devleti'nin böyle bir felakete hazır olmadığı, siyasi ve ekonomik durumu itibarıyla oldukça iyi tepki verdiği sonucuna varılmıştır.
- İçinde bulunduğu ekonomik zorunluluğa rağmen Osmanlı Devleti'nin kökleşmiş yapısının ve afet bölgesinin coğrafik konumunun deniz yoluyla ulaşımına müsait olmasının önemli bir afet dirençliliğini yükselten unsurlar olarak ortaya çıktığı görülmüştür. Bununla birlikte 1912 Mürefte-Şarköy depremi afetinin 1912 Balkan Savaşları ile zamanca örtüşmesi ve Osmanlı Devleti'nde alanında yetişmiş yeteri kadar mühendis, doktor ve kalifiye eleman bulunmaması afet dirençliliğini azaltan önemli unsurlar olarak değerlendirilmiştir.

## Kaynaklar

- Aksoy M.E., Meghraoui M., Vallée M., Çakır Z., 2010 Rupture characteristics of the A.D. 1912 Mürefte (Ganos) earthquake segment of the North Anatolian fault (western Turkey) Geological Society of America, *Geology*, 991–994.
- Altınok Y, Alpar B, Yaltırak C (2003) Şarköy-Mürefte 1912 earthquake's tsunami, extension of the associated faulting in the Marmara Sea. *Journal of Seismology* 7: 329-346.
- Altunel E., Meghraoui, M., Akyüz H.S., and Dikbaş A. (2004) Characteristics of the 1912 co-seismic rupture along the North Anatolian Fault Zone (Turkey): implications for the expected Marmara earthquake, *Terra Nova*, 16, 198–204. doi: 10.1111/j.1365-3121.2004. 00552.x
- Ambraseys, NN ve Finkel, CF, 1987, The Saros- Marmara Earthquake of 9 August 1912, *Imperial Callage of Science and Technology*, London SW7, 2BU, U.K. *Eartquake Engineering and Structural Dynamics*, Vol, 15, 189-211
- Ambraseys, N.N., 2000. The seismicity of the Marmara Sea Area 1800-1899. *Journal of Earthquake Engineering*, 4, 377-401.
- Ambraseys, N.N., 2002. The seismic activity of the Marmara Sea Region over the last 2000 years. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 92, 1-18.
- Armijo et al. (2005) Submarine fault scarps in the Sea of Marmara pull-apart (North Anatolian Fault): Implications for seismic hazard in İstanbul. *Geochem Geophys Geosyst* 6, Q06009, doi:10.1029/2004GC000896.
- Atabay M, 2012, 1912 Depremi'nin Çanakkale ve Gelibolu'daki Etkileri, 09 Ağustos 1912 Mürefte depreminin ( $M_w=7.4$ ) 100. yıldönümü sempozyumu Sf 117-127
- Aydüz, S. (2001). *Kandilli Rasathânesi. Türkiye Diyanet Vakfı İslâm Ansiklopedisi*. (c. 24, s. 301-303). İstanbul: Türkiye Diyanet Vakfı Vakıf Yayınları, s. 302.
- Ayhan E, Alsan E, Sancaklı N, Üçer SB (1984) Türkiye dolayları deprem kataloğu 1881-1981.Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi, İstanbul, Turkey, 126 pp.
- Başarı N, Özel N.M, (2012) 1912-Mürefte-Şarköy Depreminin Sismik Parametrelerinin Tarihsel Sismogramlar Kullanılarak Yeniden Değerlendirilmesi, 09 Ağustos 1912 Mürefte depreminin ( $M_w=7.4$ ) 100. yıldönümü sempozyumu Sf 42-50
- Bekler T, Akol B, (2012) Batı Marmara Bölgesi Olasılıksal Deprem Tehlike Analizi, 09 Ağustos 1912 Mürefte depreminin ( $M_w=7.4$ ) 100. yıldönümü sempozyumu Sf 51-62
- Çanakkale 18 Mart Üniversitesi "9 Ağustos 1912 Mürefte Depreminin ( $M_w=7.4$ ) 100. Yıldönümü Sempozyumu" (2012)
- DİNÇ F.T., (2016) *Ulus Gazetesine Göre 1939 Erzincan Depremi*
- Sadi,M (1912), *Marmara Havzasının 26-27 Temmuz Hareket-i Arzi* 15 Eylül 1328, İstanbul, Resimli Kitap Matbaası, 45S (Osmanlıca).
- Düdükçü Y. (2020) *Dünya'da Donanma Unsurlarının Afetlere Müdahalede Kullanımı*,

Ekizler, T., (2021), <https://www.aa.com.tr/tr/gundem/marmaristeki-orman-yanginina-gemiyle-denizden-de-mudahale-ediliyor/2323912>

Ergin K, Güçlü U, Uz Z (1967) A catalogue of earthquakes for Turkey and surrounding area. İstanbul Technical University, Faculty of Mining Engineering, Earth Physics Institute, No. 24, İstanbul, 169 pp.

Fettahoğlu K., 2012, Rasadhane-İ Âmire'nin Kuruluşu ve Faaliyetleri (1868-1922) T.C. Marmara Üniversitesi Türkiyat Araştırmaları Enstitüsü Türk Tarihi Anabilim Dalı Yakınçağ Tarihi Bilim Dalı, İstanbul

Gurulkan K.,2000, Dr. Sadi "Marmara Havzası'nın 26-27 Temmuz 1328 Hareket-i Arzı" 7. 2'lik Marmara Depremi" Tarih ve Düşünce. Sayı:5, Mart 2000.

İrkin Z., 2022, Osmanlı Türkiyesi'nde Depremler ve Afet Yönetimi (1900-1923), T.C. Aksaray Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Tarih Anabilim Dalı, Aksaray

Kalafat D, Güneş Y, Kara M, Deniz P, Kekovalı K, Kuleli SH, Gülen L, Yılmaz M, Özel N (2007) A revised and extended earthquake catalogue for Turkey since 1900 ( $M \geq 4.0$ ). Boğaziçi University, Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, Bebek-İstanbul, 553 pp (in Turkish).

Karacakaya, R, "Şarköy-Mürefte Depremi (1912)", Tarih Boyunca Anadolu'da Doğal Afetler ve Deprem Semineri (22-23 Mayıs 2000)

Kartal R.F, Kadirioglu F.T, (2012) Çanakkale ve Çevresinin Depremselliği 09 Ağustos 1912 Mürefte depreminin ( $M_w=7.4$ ) 100. yıldönümü sempozyumu Sf 65-76

McCarthy J.,1998, 'Ölüm ve Sürgün' İnkılâp Kitapevi, İstanbul 1998

Meyers, B. 1991 Disaster Study of War, Disasters., vol 15(4), pp 318-330.

Mihailovic, J., 1927, Memoir-Sur les Grands Tremlement de Terre de la Mer de Marmara, Belgrade, 215--222.

Özçep, F. Akkargan, Ş. ve Özçep, T., 2000, Bilim Tarihi Yaklaşımıyla Osmanlı İmparatorluğunda Sismoloji Çalışmaları, Sayı: 37, Jeofizik Bülteni, Eylül, Sayfa:86-90.

Özmen, B. (2000) 17 Ağustos 1999 İzmit Körfezi Depremi'nin Hasar Durumu

Sancaklı N.,(2004) 'Marmara Bölgesi Depremleri' Kastaş Yayınevi, İstanbul

Sancaklı N, (2012) 1912 Marmara Bölgesi Deprem Hareketliliği (25 Temmuz - 04 Ekim Arası) 09 Ağustos 1912 Mürefte depreminin ( $M_w=7.4$ ) 100. yıldönümü sempozyumu Sf 11-41

Sayı N, (2012) Zaman ve Magnitüd Kestirilebilir Model ile Marmara Bölgesinde Uzun Dönem Deprem Kestirim 09 Ağustos 1912 Mürefte depreminin ( $M_w=7.4$ ) 100. yıldönümü sempozyumu Sf 77-89

Sezer, C., Şarköy- Mürefte Depremi (9 Ağustos 1912) Sonrası Depremzedeler İçin Yapılan Yardım Faaliyetleri (2019)

Smith K. and Petley, D. 2009, Environmental Hazards: Assessing Risk and Reducing Disaster, fifth edition, Routledge, 383 pp, ISBN 10: 0-415-42865-3 .

Şimşek B., 2012, 1912 Depreminde Hilal-I AHMER Cemiyeti'nin YARDIMLARI 09 Ağustos 1912 Mürefte Depreminin ( $M_w=7.4$ ) 100. Yıldönümü Sempozyumu Sf 128-133

TAMP, (2014) Türkiye Afet Müdahale Planı (<https://www.afad.gov.tr/turkiye-afet-mudahale-plani>)

Terekli B, (2011) 1912 Şarköy-Mürefte Depremi Ve Etkilediği Alanlar

Utkucu M, Budakoğlu, E, Durmuş, H (2012) Marmara Bölgesinde (Kb Türkiye) Deprem Tehlikesi 09 Ağustos 1912 Mürefte depreminin ( $M_w=7.4$ ) 100. yıldönümü sempozyumu Sf 90-102

Utkucu, M., Budakoğlu, E. Ve Durmuş, H., (2011). Marmara Bölgesinde (KB Türkiye) Depremsellik ve Deprem Tehlikesi Üzerine Bir Tartışma. Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Dergisi 32 (3), 187-212.

Uçarol F. (1995) "Siyasi Tarih" Filiz Kitabevi, İstanbul

Ürekli F.,(1999) 'İstanbul'da 1894 Depremi' İletişim Yayınları, İstanbul 1999

Yalçın H , Utkucu M, Gülen, L, Kalafat D (2012) Marmara ve Çevresinin Depremselliği 09 Ağustos 1912 Mürefte depreminin ( $M_w=7.4$ ) 100. yıldönümü sempozyumu Sf 103-109

Yalçınkaya E, Özel O, Pınar A, (2012) Marsite İsimli EU-FP7 Projesi Çerçevesinde, Ganos Fay Segmenti Üzerinde Yüksek Çözünürlüklü Sismisite Çalışması ve Kuyu İçi Gözlem Ağının Kurulması 09 Ağustos 1912 Mürefte depreminin ( $M_w=7.4$ ) 100. yıldönümü sempozyumu Sf 103-109

Yıldırım M.E., 2021 <https://www.haberler.com/guncel/deniz-kuvvetleri-komutanliginin-cikarma-gemisi-is-14335288-haberi/>

Westfall D. & Koerper H.C. Two Weeks in San Francisco The Story of the 1906 Earthquake and Fire, The Paragon Agency, Publishers Orange, California, 2006



## Büyükşehirlerde Yangın Risk Değerlendirmesi: Sakarya İli Örneği

Yavuz BALCI<sup>1</sup>, Hüseyin ALTUNDAĞ<sup>2</sup>

### Öz

İnsanlığın hizmetine sunulan ateş, icat edildiği günden itibaren kontrol altında tutulması gereken bir süreci de beraberinde getirmiştir. Özellikle insan etkisi ya da doğal sebeplerden kaynaklı olarak ortaya çıkan yangınların, can ve mal kayıpları üzerindeki etkileri çok fazladır. Bu bağlamda bakıldığında ise ateşin kontrol altında tutulmasının ne denli önemli olduğu daha net bir şekilde ortaya çıkmaktadır. Ateşin kontrol altına alınabilmesi için ise sürekli olarak değişim ve dönüşüm içerisinde olan bir itfaiyecilik anlayışı ortaya çıkmıştır. Roma imparatorluğu dönemiyle başlayan bu süreç ise giderek teşkilatlı bir yapı haline gelmiştir. Günümüzde her ülkenin ve bölgenin kendine özgü geliştirmiş olduğu bir itfaiyecilik teşkilatı vardır. Türkiye üzerinde gerçekleşen yangınların ortadan kaldırılması ya da hiç oluşmaması için ise yerel belediyelerin bünyesinde farklı departmanlar kurulmuştur. Büyükşehir belediyelerin kontrol ve denetimi altında hizmet hayatına devam eden itfaiye teşkilatlanmaları sayesinde, kişilerin can ve mal kayıpları ortadan kaldırılmaya çalışılmaktadır. Bu çalışma kapsamında ise genel olarak Sakarya Büyükşehir Belediyesi incelenerek, ortaya çıkan yangınların denetim altına alınması için yapmış olduğu hizmetleri incelenmiştir. 2015-2022 yılları baz alınarak Sakarya Büyükşehir Belediyesinin, itfaiye teşkilatlanması değerlendirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** İtfaiye Teşkilatı, Sakarya, Yangınlar

## Fire Risk Assessment in Metropolitan Cities: Sample of Sakarya Province

### Abstract

Fire, which was put into the service of humanity, brought along a process that had to be kept under control since the day it was invented. The effects of fires, especially caused by human effects or natural causes, on loss of life and property are very high. In this context, it becomes clearer how important it is to keep the fire under control. In order to control the fire, an understanding of firefighting, which is constantly changing and transforming, has emerged. This process, which started with the Roman Empire period, gradually became an organized structure. Today, every country and region has its own firefighting organization. Different departments have been established within the local municipalities in order to eliminate the fires in Turkey or to prevent them from occurring at all. Thanks to the fire brigades, which continue their service life under the control and supervision of metropolitan municipalities, the loss of life and property of people is tried to be eliminated. Within the scope of this study, Sakarya Metropolitan Municipality was examined in general, and its services for controlling the fires that occurred were examined. Based on the years 2015-2022, the fire department of Sakarya Metropolitan Municipality was evaluated.

<sup>1</sup> Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yangın ve Yangın Güvenliği ABD. Sakarya/Türkiye

<sup>2</sup> Sakarya Üniversitesi, Fen Fakültesi, Kimya Bölümü, Sakarya/Türkiye

\*İlgili yazar/Corresponding author: bekir.laz@ogr.sakarya.edu.tr

Gönderim Tarihi / Received Date: 06.02.2023

Kabul Tarihi / Accepted Date: 14.06.2023

**Keywords:** Fire Brigade, Sakarya, Fires.

## 1. İtfaiye Teşkilatı

İnsan yaşamını sekteye uğratan ve durdurma noktasına kadar getiren insanların etkisiyle ya da doğal etkenlerden kaynaklı olarak meydana gelen tüm mal ve can kayıplarına sebep olan durumlara afet denilmektedir. Tüm dünya genelinde ve ülkemizde meydana gelen yangınlar ise genellikle insan etkisi ya da doğal yollarla meydana gelmekte olup afet olgusu adı altında değerlendirilmektedir. İtfaiye kavramı ise bu bağlamlar doğrultusunda yangınla mücadelede çıkan yangınları söndürmek için ortaya atılan bir terim olarak karşımıza çıksa da günümüzde artık arama kurtarma faaliyetlerinde vazgeçilmez bir konuma gelmiştir.

İtfaiyecilik teşkilatının kurulma amacı oluşan yangınlara müdahale etmek içindir. Tüm dünya ülkelerinde olduğu gibi Türkiye’de de durum bu şekildedir. İtfaiyecilik teşkilatının ülkemizde de kurulma amacı tamamen oluşabilecek yangınlara müdahale edebilmektir. İtfaiye teşkilatları, yerel yönetim sistemi içerisinde değerlendirilen ve gerekli görüldüğü zamanlarda diğer doğal afetlerde de etkin rol oynayan bir kurumdur. Özellikle su baskınları ve doğal afetler sonucunda meydana gelen müdahale çalışmaları, kara ve su altı arama kurtarma çalışmaları ve afet yönetimleri bu kapsam içerisinde değerlendirilmekte olup gerekli çalışmalar büyük bir titizlikle yerine getirilmektedir.

### 1.1 İtfaiye Teşkilatı Tarihçesi

İnsanlığın var olması ateşin icat edilmesini ortaya çıkartan bir durumdur. Ateşin icadı ve insanlığın var olması sonucunda da ateşin kontrol altında tutulması gerekliliğini zorunlu hale getirmiş bir etkidir. Ateşin kontrolü ve denetim altına alınması ise bireysel bir şekilde gerçekleştiremeyeceği için bazı birimlere ihtiyaç duyulmuştur. Bu bağlamda ise itfaiyecilik teşkilatları kurulmaya başlamış olup günümüzde de hala değişim ve dönüşüm gösteren bir birim olarak hizmet hayatına devam etmektedir. Bir ihtiyaç olarak ortaya çıkan bu itfaiyecilik teşkilatının ise tarihsel gelişimine ilk bakıldığında, Roma dönemi İmparatoru Ogüst (Augustus) karşımıza çıkmaktadır. İnsanlık tarihindeki ilk resmi itfaiye teşkilatını kuran Ogüst, günümüze kadar gelişerek gelmiş olan sistematik itfaiyecilik teşkilatının ilk adımını atan kişi olmayı başarmıştır. (Türker, 2019)

Ogüst tarafından kurulan ve şehrin çeşitli mahallelerinde yer alan yedi itfaiye mangası bulunmaktadır. Bu mangalar ise tarihte bilinen ilk ve en eski İtfaiye teşkilatı olarak karşımıza çıkmaktadır. 16. Yüzyıla kadar gelişim ve değişim gösteren bu birimler ise Roma topraklarının dışarısına çıkarak birçok Avrupa ülkesinde görülmeye başlamış olup bir değişim ve dönüşüm içerisinde girerek kendini geliştirmeye devam etmiştir. (Bekdemir, C. 2012)

Türkiye’de oluşmaya başlayan itfaiyecilik hareketleri ise İstanbul’un fethi sonrasında Osmanlı döneminde kendini göstermeye başlamış olup Cumhuriyetin ilan edilmesinden sonra daha düzenli bir şekilde hizmet vermeye devam etmiştir.

## 2. Sakarya İlinde Yangınla Mücadele Tarihçesi

Türkiye’nin diğer illerinde olduğu gibi Sakarya ilinde de itfaiye hizmetlerini ilk başlarda askeriye karşılıyordu. Fakat 1923 yılında yapılan değişikliklerle beraber itfaiyecilik hizmetleri askeriyeden tamamen ayrılmıştır. Askeriyeden ayrılan itfaiyecilik teşkilatı için ise 1926 yılında belediyelerde kurulan bir yapı ortaya çıkmıştır. Belediyelerin bünyesine bağlı olarak ortaya çıkan ve itfaiyecilik işlemlerini yerine getiren bu yapıya 1932 yılına kadar ‘Tulumba Takımı’ adı verilmiştir (Oduncu, O. 2018).

Türkiye savaş yaralarını yavaş yavaş sarmaya başladıktan sonra belediyeçilik işlemlerini daha fazla önem vermiş ve alim gücünü arttırmıştır. Özellikle de 1932 yılında belediye çatısı altında itfaiye hizmetlerini motorize etmiştir. 1970 yılına kadar devam eden bu süreç, gruplar şeklinde gerçekleşmiştir. Fakat 1970 yılına gelindiğinde müdürlük olarak yeniden idari bir düzenlemeye tabi tutulan itfaiye hizmetleri, itfaiye müdürlüğü olarak il genelinde hizmetini tek bir merkezden yürütür hale gelmiştir (Oduncu, O. 2018).

Sakarya ili ise 06.03.2000 tarihinde Büyükşehir Belediyesi olarak kurulmuştur. 5216 sayılı Büyükşehir Yasası gereği Daire Başkanlığı olarak Merkez, Sapanca, Akyazı, Hendek, Dört Yol, Güneşler, Kaynarca, Kocaali, Karasu, Geyve, Pamukova, Taraklı Grubu ve Karapürçek, Karaman, Ferizli, Söğüt, Dokurcun, Kurudere Müfrezeleri ile hizmetlerini sürdürmektedir (Baş, R. 2014).

Özellikle Marmara bölgesini etkisi altına alan can ve mal kaybına çok yüksek zararlar veren 1999 depremi sonrasında Sakarya ilinin itfaiye hizmetlerinde gelişmeye gidilmiştir. 1999 depremi Sakarya ilinin itfaiyecilik teşkilatlanmasının güçlenmesi için bir dönüm noktası olmuştur. Sakarya ili bünyesinde kurulan itfaiye hizmetlerinin personel ve ekipman sayıları artırılmıştır. Yapılan bu ekipman ve personel takviyesi sayesinde Sakarya ili Türkiye'nin genel olarak üzerinde bir güce sahip hale gelmiştir.

## 2.1 Sakarya İlinin Yangınla Mücadelede Güçlü ve Zayıf Yönleri

Sakarya ili açısından bakıldığında şehrin demografik yapısı ve mali kapasitesinin itfaiye hizmetlerinin yerine getirilmesi açısından güçlü bir yanı olduğu bilinmektedir. Özellikle de Sakarya ilinin sürekli olarak gelişmesi ve dinamikleşen yapısından kaynaklı olarak geleneksel itfaiyecilik hizmetlerinin genel anlamda olumsuz yönde etkilenmesine sebep olan riskleri ortaya çıkarmaktadır.

İtfaiye teşkilatlanması belediyeler tarafından yerine getirildiği için güçlü ve etkin bir itfaiyecilik hizmetinden ve teşkilatlanmasından söz edebilmemiz için mali kapasitesi yüksek ve iktisadi yönden güçlü bir belediyeden söz etmemiz gerekmektedir. Özellikle tüm Türkiye genelinde Sakarya ili incelendiğinde hemen hemen her iktisadi göstergesi ortalamanın üzerindedir. Güçlü bir belediye yapısına sahip olan Sakarya ilinin itfaiye teşkilatının da güçlü olması beklenmektedir. Fakat burada bahsedilen itfaiye teşkilatının afet yönetiminde en iyi şekilde yer alabilmesi için güçlü ve vizyoner bir itfaiye teşkilatının kurulması gerekmektedir. Bu da bir tür realitedir. Çünkü afet yönetimi stratejisinin geliştirilmesi ve gerekliliklerinin tam olarak yerine getirilmesi için kurumsal ve toplumsal kültürle alakalı bir öngörüü ortaya çıkarmaktadır. Gelişen teknoloji ise itfaiye hizmetlerinin reaksiyonel olarak gelişmesini yerine getirdiği gibi aynı zamanda proaktif bir şekilde planlanmasına da imkân sunmaktadır.

## 2.2 Sakarya İli İtfaiye Örgütlenmesi

Belediye itfaiye teşkilatı 29.11.2005 tarih ve 2006/9809 sayılı Bakanlar Kurulu Kararı ile yürürlüğe konan "Belediye ve Bağlı Kuruluşları ile Mahalli İdare Birlikleri Norm Kadro İlke ve Standartlarına İlişkin Esaslar" çerçevesinde belediye meclisi ile kurulur (Baş, R. 2014).

Bakanlar kurulu tarafından kararlaştırılan bu esasların amacı ise; kamuya ait olan kaynakların etkili ve verimli şekilde kullanılmasının yanında yerel hizmetler arasında dengeli bir şekilde dağılmasını sağlamaktadır. Belediyeler tarafından halka sağlanan hizmetlerinin kalitesinin artırılmasını sağlayan bu karar sayesinde aynı zamanda ihtiyaç halinde olan nitelik, unvan ve personel ihtiyacının karşılanması gerekmektedir.

Ülkemizde ise belediye, belediyeye bağlı kuruluşlar ve mahalli idari birlikleri; hukuki ve hizmet özellikleri göz önüne alınarak altı ana gruba ayrılmıştır. Bu karar kapsamında yer alan gruplar ve alt gruplar ise şu şekildedir:

- A Grubu: Büyükşehir Belediyeleri Norm Kadro Standartları Cetveli 5 alt grup,
- B Grubu: İl Belediyeleri Norm Kadro Standartları Cetveli 8 alt grup,
- C Grubu: Büyükşehir İlçe ve İlk Kademe Belediyeleri Norm Kadro Standartları Cetveli 20 alt grup,
- D Grubu: İlçe ve Belde Belediyeleri Norm Kadro Standartları Cetveli 15 alt grup,
- E Grubu: Belediye Bağlı Kuruluşları Norm Kadro Standartları Cetveli 8 alt grup,
- F Grubu: Mahalli İdare Birlikleri Norm Kadro Standartları Cetveli 2 alt grup,” olarak belirtilmiştir (Baş, R. 2014).

Bakanlar Kurulu Kararı ile itfaiye hizmetlerinin yürütülmesi için oluşturulan alt gruplarla belirlenen her alt grubun norm ve kadro standartlarının sınırları belirlenmiştir. Belediye ve bağlı kuruluşları ile mahalli idari birlikleri kadro unvanları ise şu şekildedir:

- Büyükşehir Belediyeleri Kadro Unvanları
- Su ve Kanalizasyon İdareleri İle Diğer Bağlı Kuruluşlar
- Diğer Müdürlükler
- İdari Personel Kadro Unvanları
- Teknik Personel Kadro Unvanları
- Sağlık Personeli Kadro Unvanları
- Yardımcı Hizmet Personeli Kadro Unvanları

### 2.3 Sakarya İli örgütlenme Şekli ve Yasal Dayanakları

Sakarya İtfaiyesi, Büyükşehir Belediye Başkanlığına Bağlı olarak kurulan bir Daire Başkanlığı şeklinde kurulmuş olup, bünyesinde dört şube müdürlüğü şeklinde teşkilatlanarak itfaiye hizmetlerini yerine getirmektedir. Bunlar;

- Müdahale Şube Müdürlüğü
- Destek Hizmetleri Şube Müdürlüğü
- Önleme ve Eğitim Şube Müdürlüğü
- AKOM Afet Koordinasyon Merkezi Şube Müdürlüğüdür.

### 2.4 Sakarya İli İtfaiyelerinin Tanımlanan Görevleri ve Sorumlulukları

Sakarya ilinin de dahil olduğu tüm itfaiyecilik işlemleri belediyeler tarafından yerine getirilmeye başlanmıştır. 26326 sayılı kanun kapsamında düzenlenen “Belediye İtfaiye Yönetmeliği” kapsamında ise belediyelerin yerine getirmekle mükellef olduğu itfaiye teşkilatlarının kuruluş, görev, yetki ve sorumluluklarını yerine getirmekle sorumlu tutulmuştur. Aynı zamanda itfaiye memurlarının niteliklerini, görevlerini, mesleki yeterliliklerini, giyecekleri kıyafetleri, kullanacakları araç ve gereçleri denetim usul ve esaslarına göre düzenlemektedir. Bu düzenleme kapsamında ise itfaiye teşkilatlarının yerine getirmekle yükümlü olduğu görevler şu şekildedir:

- Meydana gelen yangınlara müdahale ederek, yangınları söndürmek.
- Her türlü kaza, çökme, patlama, mahsur kalma gibi acil durumlarda gerekli tüm teknik ekipmanlarını kullanmak; aynı zamanda gerekli olan tüm arama kurtarma gereksinimlerini yerine getirerek, olaylara müdahale etmek; ilk yardım hizmetlerini yerine getirmek; kara da ya da deniz altı fark etmeden tüm arama ve kurtarma çalışmalarında görev almak.
- Gerçekleşen su baskınlarında gerekli müdahaleyi yerine getirmek.
- Doğal afetler gibi aniden meydana gelen durumlarda gerekli kurtarma çalışmalarını yerine getirmek.
- 5/6/1964 tarihli ve 6/3150 sayılı Bakanlar Kurulu Kararı ile yürürlüğe konulan Sivil Savunma ile İlgili Şahsi Mükellefiyet, Tahliye ve Seyrekleştirme, Planlama ve Diğer Hizmetler Tüzüğü gereğince kurulan itfaiye servisi mükelleflerini eğitmek, nükleer, biyolojik, kimyasal (NBC) maddeleri ile kirlenmelerde arıtma işlemlerine yardımcı olmak.

- İtfaiye hizmetleri kapsamında halkı, kurum ve kuruluşları gerçekleştirdiği tatbikatlar ile eğiterek, onların acil durumlarda nasıl davranması gerektiği konusunda bilgilenmesini sağlamak.
- Kamu ya özel kuruluş fark etmeksizin, gerekli gönüllü itfaiye personelinin yetiştirilmesi için gerekli yardımı sağlamak. Aynı zamanda bu kuruluşlara ait olan bina, araç ve gereçlerinin yeterliliğini denetlemesi gerekmektedir. Denetlemesi yapılan bu birimlerin, yangın yeterlilik belgelerini vermek de asli görevleri arasında yer almaktadır.
- Belediyenin dışında kalan alanlarda gerçekleşen olaylara da müdahale etmek zorundadır.
- Belediyenin sorumlu tutulduğu tüm il ve ilçelerdeki bacaları denetlemek zorundadır. Belirlenen sınırlar içerisindeki tüm bacaları denetleyerek, yangına karşı olabilecek tüm önlemleri aldirmek ve temizlettirmek zorundadır.
- İhtiyaç halinde orman yangınlarında da görev almak zorundadır.
- Belediyenin sorumlu olduğu şehir içerisindeki yanıcı ve patlayıcı madde içeren depoların imar planlarına sahip olmalı ve onları denetlemelidir.
- İş yerleri, mekanlar, fabrika ve sanayileri denetleyerek, yangına karşı önlemler alması konusunda zorlayarak, gerekli belgeleri vermek zorundadır (Canalp, B. 2012).

## 2.5 Sakarya İlinde Meydana Gelen Yangınlar ve Müdahale Yöntemleri

Sakarya itfaiye teşkilatınca il sınırlarında müdahale edilen yangınlar incelendiğinde Sakarya ilinde son 8 yılda 29.793 adet yangın çıkışı yapılmıştır. En çok yangın çıkışı 2020 yılında gerçekleşmiştir. Sakarya Büyükşehir İtfaiye Dairesi Başkanlığının faaliyet raporları dikkate alındığı zaman en çok bina yangını 855 yangın ile 2016 yılında çıktığı görülmektedir. İşyeri, fabrika ve atölye yangınlarında ise 241 yangın ile 2018 yılında yoğunluk yaşanmaktadır.

Tablo 1. 2015- 2022 Yılı Sakarya ili çıkan yangınlarının cinsleri

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Bina	820	855	794	622	669	662	653	698
İşyeri, Atölye, Fabrika	186	213	232	241	204	179	207	190
Araç, İş Makinası	249	328	315	224	263	285	303	280
Ardıye ve Depo	48	40	47	55	49	50	52	42
Ahır ve Samanlık	51	70	52	41	50	52	44	44
Prefabrik, Baraka	66	75	76	69	67	57	60	66
Bahçe	37	72	66	64	56	110	49	81
Orman	44	51	61	24	44	95	33	27
Anız, Çöp	1381	1808	1987	1549	2102	2299	1387	1004
Diğer	129	75	80	82	143	452	383	754
Asılsız İhbar	205	314	287	257	289	299	310	308
Toplam	3216	3901	3997	3228	3936	4540	3481	3494

İtfaiye Dairesi Başkanlığından elde edilen veriler dahilinde 2015-2022 sürecinde toplam 29793 yangın çıkışı yapılmış bu yangınların 5767 tanesi ise bina yangını olarak kayıtlara geçmiştir. Yangınların çıkış nedenleri incelendiğinde öncelikli olarak Baca – Kalorifer, Elektrik, Ocak – Soba, Kıvılcım Sıçraması, Lpg Sıçraması 'ndan çıktığı görülmektedir.

### 2.5.1 Sakarya ilinde gerçekleşen yangınların maliyeti

Sakarya ilinde 2015-2022 yılları arasında gerçekleşen yangınlar sonucu itfaiye faaliyet raporlarına göre çıkan tahmini maddi hasar bedeli 2015 yılında 8.606.000,00 TL, 2016 yılında; 16.416.800,00 TL, 2017 yılında 13.399.708,00 TL, 2018 yılında 46.924.042,00 TL, 2019 yılında 23.753.134,00 TL 2020 yılında 74.123.099,00 TL, 2021 yılında 34.076.156,00 TL, 2022 yılında ise 176.393.021,00 TL olarak görülmüştür. İstatistiki verilere göre bina yangınlarında ise; 2015 yılında 1.587.000,00 TL, 2016 yılında; 5.116.757,00 TL, 2017 yılında 3.689.358,00 TL, 2018 yılında 5.325.874,00 TL, 2019 yılında 7.229.420,00 TL 2020 yılında 8.658.151,00 TL, 2021 yılında 8.155.550,00 TL, 2022 yılında ise 20.475.600,00 TL olarak görülmüştür.

### 2.5.2 Personel Durumu

İtfaiye hizmetlerini yerine getirecek olan personellerin istihdamı gerçekleştirilirken belirli şartlar aranmaktadır. Belediye itfaiye teşkilatı 29.11.2005 tarih ve 2006/9809 sayılı Bakanlar Kurulu Kararı ile yürürlüğe konan "Belediye ve Bağlı Kuruluşları ile Mahalli İdare Birlikleri Norm Kadro İlke ve Standartlarına İlişkin Esaslar" çerçevesinde istihdamlar yapılır. Kendine özgü şartları olan bu personellerin, bulundurulması gereken özellikler ise şu şekildedir:

- İtfaiye personellerinin özellikle de kronik olmak üzere, sağlık problemlerinin olmaması gerekmektedir,
- Ekip çalışmasına uygunluk,
- Manevi değerlere önem veren ve uyum sağlayabilen bireyler olmak,
- En az lise mezunu olmalı,
- Fiziki olarak uygunluk (boy kilo endeksi),
- Yükseklik ve kapalı alanda bulunmak gibi korkularının olmaması gerekmektedir.

Yapılan araştırmalara ve verilere göre Sakarya ilindeki itfaiye hizmetlerinin 20 farklı noktada 267 tane personelle yürütüldüğü bilinmektedir. İtfaiyecilik hizmetlerinin eksikliklerinin genel olarak halk ile iletişimde yaşanabilen kopuklar ve teknolojik çalışmalara ulaşmakta yaşanabilen zorluklar oluşturmaktadır (Hanifi, K. Türkiye'de Yangınlar 1923-1960).

### 2.5.3 Araç Gereç Durumu

Sakarya Büyükşehir Belediye'sinin İtfaiye Daire Başkanlığı kapsamında aktif olarak bulundurduğu araç gereçlerinin toplamda 73 tane olduğu bilinmektedir. Belediye bünyesinde bulunan bu araçların 26 tanesi arozöz, 22 tanesi merdivenli arozöz ve 5 tanesi de su tankeridir. Toplamda aktif olarak kullanılan yangın söndürme çalışmalarında kullanılan araçların sayısının 53 tanesi olduğu bilinmektedir. Geri kalan araçlardan 4 tanesi ise arama kurtarma çalışmalarında aktif olarak kullanılırken, 3 tanesi de araç kurtarma faaliyetlerinde aktif olarak rol almaktadır. Sakarya büyükşehir Belediye'sinin İtfaiye Daire Başkanlığı bünyesindeki geriye kalan 13 araç ise çeşitli amaçlar doğrultusunda hizmet vermektedir.

### 2.5.4 Eğitim Faaliyetleri

Sakarya Büyükşehir Belediyesinin İtfaiye Daire Başkanlığı kapsamında düzenlenen eğitim faaliyetleri kapsamında haftanın belirli günlerinde personellere eğitimler verilmektedir. Personellerinin her konuda teknik bilgi seviyesinin artırılması için yapılan bu eğitimler, haftanın üç günü aynı konu üzerinde yapılmaktadır. Bu sayede personellerin düzenli ve sürekli olarak eğitim almaları sağlanmaktadır. Sakarya Büyükşehir Belediye'si İtfaiye Daire Başkanlığı kapsamında personellerine vermiş olduğu eğitimin kapsamı ise şu şekildedir:

- Personellere kılavuzluk hizmeti,
- Yanmanın ne olduğu ve yanmanın çeşitleri,
- Kullanılan malzemelerin bilgisi,
- Baca çeşitleri ve baca yangınlarında yapılması gereken müdahale,
- Kullanılan araçların bilgisi,
- Yangınların çıkış sebepleri ve yangınları önleyici tedbirler,
- Yangın söndürme de kullanılan maddelerin eğitimi,

- Yangın sonrasında yapılması gerekenler,
- Araç tazyalama işlemlerinin eğitimi,
- Hortum atma ve köpük işleme eğitimleri
- Yangın yerinde meydana gelebilecek tehlikeler,
- Kişisel koruyucu ekipmanlarının eğitimi,
- Kapalı alanlarda hareket etme eğitimi,
- Trafik kazalarına müdahale eğitimleri,
- Kapalı alanlarda meydana gelen yangınların eğitimi,
- Hastane de meydana gelen yangınların eğitimi,
- Fabrikalarda meydana gelen yangınların eğitimi,
- Okullarda meydana gelen yangınların eğitimi,
- Kuyu tahliye işlemleri ve tripot kurulmasının eğitimi,
- Halat ve düğüm eğitimleri,
- Kimyasal maddeler hakkında bilgilendirici eğitimler,
- Bina çeşitleri hakkında personelin bilgilendirilmesi,
- Deprem öncesinde ve sonrasında yapılacak olan çalışmaların eğitimleri,
- Bina çökmelerine müdahale eğitimi,
- Asansörde kalma durumlarında yapılacaklar eğitimi,
- Psikolojik eğitimler,
- Sevk ve organizasyon sırasında yapılması gerekenlerin eğitimi,
- İlk yardım eğitimi (Hanifi, K. Türkiye’de Yangınlar 1923-1960).

### 3. Sakarya İli Yangınlarla Mücadele

Belediye ya da Büyükşehir belediyeleri tarafından gerçekleştirilen itfaiyecilik hizmetlerinin yanında orman yangınlarıyla ilgilenen bir kurum daha karşımıza çıkmaktadır. Tüm dünya genelinde de olduğu gibi ülkemizde de orman yangınlarının önüne geçilebilmesi oldukça fazla çalışma gerçekleştirilmektedir. Özellikle Orman Genel Müdürlüğü’ne bağlı olarak kurulan Orman Bölge Müdürlüklerinin, orman yangınları kapsamında yürütmüş olduğu birçok çalışma bulunmaktadır. Aynı zamanda ülkemizde çıkarılan kanunlar kapsamında orman yangınlarının söndürülmesinde o bölgede yaşayan her birey sorumlu tutularak, gerekli durumlarda yangınlara müdahale etmekle yükümlü hale getirilmiştir. Fakat kanunlar sadece bireylerle kısıtlı kalmayarak, daha teşkilatlı bir yapılanmayı gerekli koşturmuştur. Bu bağlamda Orman Yangınları ile Mücadele Daire Başkanlığı kurulmuştur (Kirtaş, H. A. 2019).

Sakarya ilinin orman yangınlarıyla yapmış olduğu çalışmalar oldukça önem arz etmektedir. Geniş ormanlık alanlara sahip olan Sakarya ili için orman yangınlarına müdahale konusunda yapmış olduğu çalışmalar oldukça önemlidir. Sakarya Orman Bölge Müdürlüğü kapsamında yapılan çalışmalarla beraber personellerin ve Orman Yangınları ile Mücadele Şube Müdürlüğü’nün yapmakla sorumlu olduğu bazı görevler bulunmaktadır. Bu görevleri ise şu şekildedir:

- Orman yangınları kapsamında gerçekleşen tüm önleme ve mücadele çalışmalarının, mevzuata uygun bir şekilde yerine getirilmesini sağlamak,
- Orman yangınlarının önüne geçilebilmesi için tüm önleme planlarının, bulunan imkanlarının en iyi şekilde kullanılarak önüne geçilmesini sağlamak,
- Yangın önleme çalışmaları gerçekleştirilirken kullanılacak olan tesislerin plan ve programlarının yapılması,
- Gerekli tesislerin kullanılması ve gerekli işlemlerin tam ve eksiksiz bir şekilde yerine getirilmesi,
- Emniyet yol şeritlerinin ilgili mevzuat gereğince orman yangınlarına müdahalede kullanılması için gerekli düzenlemelerin yapılması,



- Orman yangınları kapsamında gerekli olacak tüm destek hizmetlerinin belirlenmesi. Planların ve programlarının gerekli düzenlemelerle hazırlanması ve uygulanması için gerekli ortamların hazırlanmasını sağlamak,
- İlk Müdahale ve Hazır Kuvvet Ekiplerinin, orman yangınları kapsamında duyarlılık derecelerini belirlenmesi ve sayılarının tespit edilmesi, işlemlerinin gerçekleştirmek,
- Haberleşme ağının bir plan dahilinde işleyişini sağlamak,
- Orman yangınlarının önüne geçmek için diğer ormancılık birimleri ile iletişim halinde kalmak ve iş birliğini oluşturmak,
- Orman yangınları başta olmak üzere bölgede gerçekleşebilecek her türlü yangın olayının önüne geçilebilmesi için ormancılık personeli ve askeri birliklerinin belirli eğitimleri almasını sağlamak. Aynı zamanda bu konularla alakalı halkın da bilgilendirilmesini sağlamak,
- Yangın haber formlarının düzenlenmesi ve merkeze göndererek, günlük cetvellerinin oluşturulmasını sağlamak,
- Yangınların önüne geçilmesi çalışmaları kapsamında yıllık program ve bütçe planlamalarını gerçekleştirerek, gerekli makamlara ulaştırılmasının sağlanması,
- Yangın sırasında kullanılacak olan tüm araç ve gereçlerin bakımlarını, onarımlarını yaparak her an kullanılabilir bir halde olmasını sağlamak,
- Meteorolojik bilgileri düzenli bir şekilde temin ederek, yangına hassas bölgelerin gözlem altında tutulmasını sağlamak (Oduncu, O. 2018).

#### 4. Sonuç

Tüm dünya ülkelerinde ve ülkemizde tarihsel gelişim gösteren itfaiye teşkilatları, olası bir yangının ortaya çıkmasını engellemek ya da oluşan yangınların en kısa sürede müdahalesini gerçekleştirmek için oluşturulmuştur. Ülkemizde ise bu itfaiye teşkilatlanmaları belediyeler aracılığıyla yerine getirilmekte olup, kanunlar kapsamında yapması gereken yükümlülükler belirlenmiştir (Pekşen, M. F., Uyaroğlu, Y., & Soyhan, H. S. 2020).

Sakarya ili genel olarak coğrafi özellikleri göz önüne alındığı zaman yangın riski fazla olan bir şehirdir. Sanayi şehri olması, nüfus yoğunluğunun fazlalığı ve yoğun bir trafik akışının gerçekleştiği otoban kavşağında olması gibi etkenlerden kaynaklı olarak da yangın riski fazla olan bir şehrimizdir.

Sürekli gelişim gösteren ve büyüyen bir şehir olarak karşımıza çıkan Sakarya ili riskli durumunu sürekli olarak korumaktadır. Bu durumda olası yangınların meydana çıkmasında etkili olmaktadır. Bu yüzden Sakarya ilinin, itfaiye teşkilatlanması konusunda iyi bir donanıma ve personele sahip olması gerekmektedir. Bünyesinde bulunduracağı araç ve gereçlerle sürekli olarak, olası bir yangına hazır olması gereken Sakarya ili, bünyesinde bulundurduğu ormanlık alanları bağlamında da oldukça dikkatli olmak zorundadır (Uygun, M., & Ebru, İ.N.A.L. 2019).

1999 depremi sonrasında büyük yaralar alan Sakarya ilinin itfaiyecilik gelişmeleri de bu dönemle birlikte gerçekleşmiştir. Oluşan can ve mal kaybının bir daha olmaması için kendini geliştiren Sakarya ili itfaiye teşkilatlanması ise bu çalışma bağlamında incelenmiştir (Yavuz, Ö., & Bozatay, Ş. A. 2015).

İtfaiye teşkilatları yangını çıkmadan önleyebilmek adına vatandaşa karşı gerekli bilgilendirmeleri yapmalı, eğitim faaliyetlerini arttırmalı gerekli tedbirleri aldırmalıdır.

İtfaiye teşkilatları teknolojik yeniliklere açık olmalıdır. Kullanılan malzemelerin düzenli bakımlarının ve kalibrasyonlarının yapılması sağlanmalıdır. Müdahale araçlarına kamera sistemi kurulmalı kurulacak sistem ile olay yeri kayıt altına alınması sağlanabilmelidir. Ayrıca ilk müdahale personelinin kasklarına kamera takılmalı olay sonrası yangın hakkında analiz

yapılması sağlanmalıdır. Yangın çıkış nedenlerinde bulunan tespit edilemedi sayısının azaltılabilmesi için itfaiye personeline yangın sonrası olay yeri inceleme eğitimleri düzenlenmelidir.

Sakarya ilinde çıkan yangınlar incelendiğinde konut bazlı yangınların yüzdesinin daha çok olduğu görülmektedir. Konut ortamında çıkabilecek riskleri azaltmak açısından ikamet edenlerin;

Konut yangınları incelendiğinde çıkan yangınların yoğun olarak dairelerin mutfak bölmelerinde çıktığı görülmektedir. Mutfakta ocak ve çevresinde bulunabilecek yanmaya elverişli tül, perde, bez gibi yanıcıların dikkatli seçilmesi ve yangını çıkmadan önlemek adına önem arz etmektedir. Ocak'ta unutulmuş yemek, kızgın yağ ile yapılabilecek kızartma gibi ürünler yapılırken mutfaktan uzun süreli ayrılmamalı, kızartma gibi ürünler yapılırken kızartılacak ürünler su ile yıkandığından patlama ve sıçrama yapmasının önüne geçilebilmesi açısından kurutulmalıdır. Mutfakta kullanılan aspiratör, fırın gibi elektrikli aletlerin temizlik ve bakımları düzenli yapılmalıdır.

Elektrik kaynaklı yangınlar da ise genellikle bilinçsizce yapılan kablolarlardan, yoğun elektrikli alet kullanımına dayanamayacak kablo kullanılması, eski ve bakımsız elektrikli aletlerin kısa devre yapması sonucunda da oluşabilmektedir. Kullanımı biten elektrikli aletlerin fişleri çıkartılmalıdır. Konutlarda elektrik tesisatlarının yetersiz olması, topraklama olmaması, ya da yeterli ampere sahip olmayan sigorta kullanılması, hasar görmüş kabloların onarılmaması, elektrikli aletlere yetkisiz servislerce yapılan bakımların ve müdahalelerin ayrıca kaçak akım rölesi kullanılmamasının da etkisi büyüktür. Bu doğrultuda evlerde öncelikli olarak kaçak akım rölesi taktirilmeli uzman bir yetkili tarafından ev tesisatı kontrol ettirilmeli elektrikli ev aletleri yetkili servislerce tamir ettirilmeli oluşabilecek yangın riskine karşı gerekli önlemler önceden alınmalıdır.

Konutlarda baca yangınları genellikle sobalı ve şömineli evlerde görülmektedir. Bacada biriken kurum temizliğinin yapılmaması ayrıca baca içinde ve dışında kuşlarca yapılabilecek yuva gibi basit yapılar yangın oluşumunda etkili olmaktadır. Bacaların itfaiyelere müracaat edilerek kullanım öncesi ve yoğun kullanım dönemi bittikten sonra temizletilmesi gerekmektedir Baca kullanımı sonrası siva çatlakları dahil gerekli kontrollerin yapılması bacadan oluşabilecek yangınların ve karbonmonoksit zehirlenmelerinin oluşmadan önlenmesi konusunda alınabilecek tedbirlerdir.

Yangın risklerine bakıldığı zaman evde yaşayan çocukların da etkili olduğu görülebilmektedir. Kibrit, çakmak gibi tutuşturucular ile oynama eğiliminde olan çocuklar yangın çıkartma açısından yoğun risk oluşturmaktadırlar. Konut yangınlarında dikkatsizlikte diğer etkenlerden birisidir. İçilen sigaranın küllükte söndürülmeden bırakılması, kolay tutuşabilir yapıya sahip olan halı, koltuk gibi nesnelerin üzerine fark etmeden düşürülmesi de yangına sebep olabilmektedir. Çocukların erişemeyeceği alanlarda kibrit, çakmak gibi tutuşturucular saklanmalıdır. İçilecekse yanıcı özelliklere sahip maddelerin olduğu ortamlardan uzakta sigara içilmeli tamamen söndüğünden emin olmadan atılmamalıdır.

Oluşabilecek yangın ve diğer doğal afetlere karşı aile bireyleri arasında planlar oluşturulmalı, acil yardım numaralı öğrenilmeli, yetkili kurum ve kuruluşlardan gerekli eğitimler alınmalıdır. Alınabilecek tüm önlemlere karşı evde oluşabilecek bir yangına karşı müdahale edebilmek amacıyla yangın söndürücü temin edilmelidir. Yangın söndürücünün kullanımı hakkında tüm aile bireylerinin bilgilendirilmeli telaşa kapılmadan müdahale etme kapasitesine sahip olmalıdır.

## Kaynaklar

- Baş, R. (2014). Türkiye’de orman yangınları nedenleri, zararları ve yangınlara karşı alınacak önlemler. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University*, 27(2), 52-73.
- Bekdemir, C. (2012). İtfaiye Teşkilatlarının Yangınla Mücadelesinde Stratejik Yönetim (Yüksek Lisans Tezi, Sosyal Bilimleri Enstitüsü).
- Canalp, B. (2012). İtfaiye Teşkilatlarının Yangınla Mücadelesinde Stratejik Yönetim (Doctoral dissertation, Okan Üniversitesi TEZ (Thesis)).
- Erkal, T., & Değerliyurt, M. (2009). Türkiye’de afet yönetimi. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 14(22), 147-164.
- Hanifi, K. Türkiye’de Yangınlar (1923-1960). *Uluslararası Tarih Araştırmaları Dergisi*, 2(1), 28-39.
- Kirtaş, H. A. (2019). Yangınlar ile mücadelede itfaiyecilerin organizasyon yapılanması ve müdahale biçimlerinin araştırılması (Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Oduncu, O. (2018). Şehir ölçeğinde yangın master planının hazırlanması: Sakarya örneği (Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi).
- Pekşen, M. F., Uyaroğlu, Y., & Soyhan, H. S. (2020). İstanbul, Ankara ve Sakarya İllerinin 2018 Yılı İtfaiye Olaylarının Karşılaştırılması. *Uluslararası Yakıtlar Yanma ve Yangın Dergisi*, (8), 1-19.
- Türker, S. (2009). Temel İtfaiyecilik ve yangından korunma 1. Adana: Altın Koza Yayın Evi.
- Uygun, M., & Ebru, İ.N.A.L. (2019). Türkiye’nin itfaiye hizmetlerinin acil durum ve afet yönetimi süreçlerine göre değerlendirilmesi. *Hastane Öncesi Dergisi*, 4(1), 13-22.
- Yavuz, Ö., & Bozatay, Ş. A. (2015). Türkiye’de itfaiye hizmetlerinin örgütlenmesi ve etkinliği sorunu. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 5(2), 785-804.

## 6306 Sayılı Kanun Kapsamında Riskli Yapıların Tespit Edilmesine İlişkin Esaslar Uyarınca Riskli Yapı Tespiti Yapılan Binaların Sayısal Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Emrah BAHŞI<sup>1\*</sup>, Ahmet DADA<sup>1</sup>, Erhan GÜMÜŞ<sup>1</sup>, Serdar CENİKLİ<sup>1</sup>

### Öz

Türkiye depremselliğın yüksek olduğu bir konumda yer almakta olup, ÷lke nüfusunun büyük bir çoğunluğu deprem tehlikesi yüksek alanlar üzerinde yoğunlaşmıştır. Geçmiş yıllarda meydana gelen büyük depremler önemli ölçüde can ve mal kaybına neden olmuştur. Bu durum, afetler meydana gelmeden önce afet risklerini azaltmaya yönelik tedbirlerin alınması zorunluluğunu ortaya koymuştur. 2011 yılında Van ilinde meydana gelen  $M_L=6,6$  büyüklüğünde deprem sonrası Türkiye'deki kentsel dönüşüm faaliyetleri hızlandırılmış ve etkin biçimde uygulanmasına yönelik olarak 6306 sayılı Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun hazırlanmış ve 31 Mayıs 2012 tarihinde yürürlüğe girmiştir. Bu çalışmada, 6306 sayılı Kanunun yürürlüğe girdiği tarihten günümüze kadar 6306 sayılı Kanunun Uygulama Yönetmeliği ekinde yer alan Riskli Yapıların Tespit Edilmesine İlişkin Esaslar (RYTEİE)'a göre yapılan riskli yapı tespitlerinden elde edilen verilere yer verilmiştir. Bu çerçevede, Türkiye yapı stoku hakkında fikir veren, yapıların 6306 sayılı Kanun kapsamında riskli yapı tespiti yapan lisanslı kurum ve kuruluşlarca yapılan çalışmalar neticesinde elde edilen ve Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı (Altyapı ve Kentsel Dönüşüm Hizmetleri Genel Müdürlüğü) envanterinde bulunan yaklaşık 250000 adet yapının; beton basınç dayanımı, donatı tipi, sargı durumu, korozyon durumu, bina periyodu vb. malzeme ve yapı verilerinin sonuçları sunulmuştur. Bu veriler ışığında 6306 sayılı Kanun kapsamında tespiti konu edilen yapıların neredeyse tamamının depreme dayanıklı yapı tasarımı için öngör÷len güncel mevzuat hükümlerinde belirlenen malzeme dayanımı, tasarım esasları, malzeme türü özelliklerini taşımadığı ve olası bir depremde ağır hasar alma ve yıkılma durumunun olacağı belirlenmiştir. Bu çalışmada, tespit verileri çerçevesinde, Türkiye'deki mevcut bina stoku hakkında değerlendirmeler yapılmakta ve dönüşüm uygulamaları hakkında çözüm önerileri sunulmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Kentsel Dönüşüm, 6306 sayılı Kanun, Beton Basınç Dayanımı, Bina Periyodu

<sup>1</sup> Altyapı ve Kentsel Dönüşüm Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Ankara

\* İlgili yazar/Corresponding author: emrah.bahsi@csb.gov.tr

Gönderim Tarihi / Received Date: 03.11.2022

Kabul Tarihi / Accepted Date: 27.04.2023

Bu makaleye atıf yapmak için- To cite this article

Bahşı, E., Dada, A., Gümüş, E., Cenikli, S., (2023). 6306 Sayılı Kanun Kapsamında Riskli Yapıların Tespit Edilmesine İlişkin Esaslar Uyarınca Riskli Yapı Tespiti Yapılan Binaların Sayısal Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi. Resilience, 153-169.

## **Evaluation of the Numerical Analysis Results of the Buildings for which Risky Structures are Detected in Accordance with the Principles Regarding the Detection of Risky Structures within the Scope of Law No. 6306**

### **Abstract**

Turkey is located in a location with high seismicity, and the majority of the country's population is concentrated on the areas where earthquakes hazard level is high. Major earthquakes in the past years have caused significant loss of life and property. This situation has revealed the necessity of taking measures to reduce disaster risks before disasters occur. After the ML=6.6 magnitude earthquake that occurred in the province of Van in 2011, the urban transformation activities in Turkey were accelerated and the Law No. 6306 on Transformation of Areas Under Disaster Risk was prepared and entered into force on May 31, 2012. In this study, the data obtained from the risky building determinations made according to the Principles Regarding the Detection of Risky Buildings (RYTEIE) included in the Appendix of the Implementation Regulation of the Law No. 6306 from the date of entry into force of the Law No. 6306 until today. Within this framework, the following are included in the inventory of the Ministry of Environment, Urbanization and Climate Change (General Directorate of Infrastructure and Urban Transformation Services), obtained as a result of the studies carried out by licensed institutions and organizations that give an idea about the building stock of Turkey and detect risky structures within the scope of the Law No. 6306; concrete compressive strength, reinforcement type, dressing condition, corrosion condition, building period etc. The results of the material and structure data are presented. Within the framework of the determination data, evaluations are made about the existing building stock in Turkey and solutions are offered about the transformation applications.

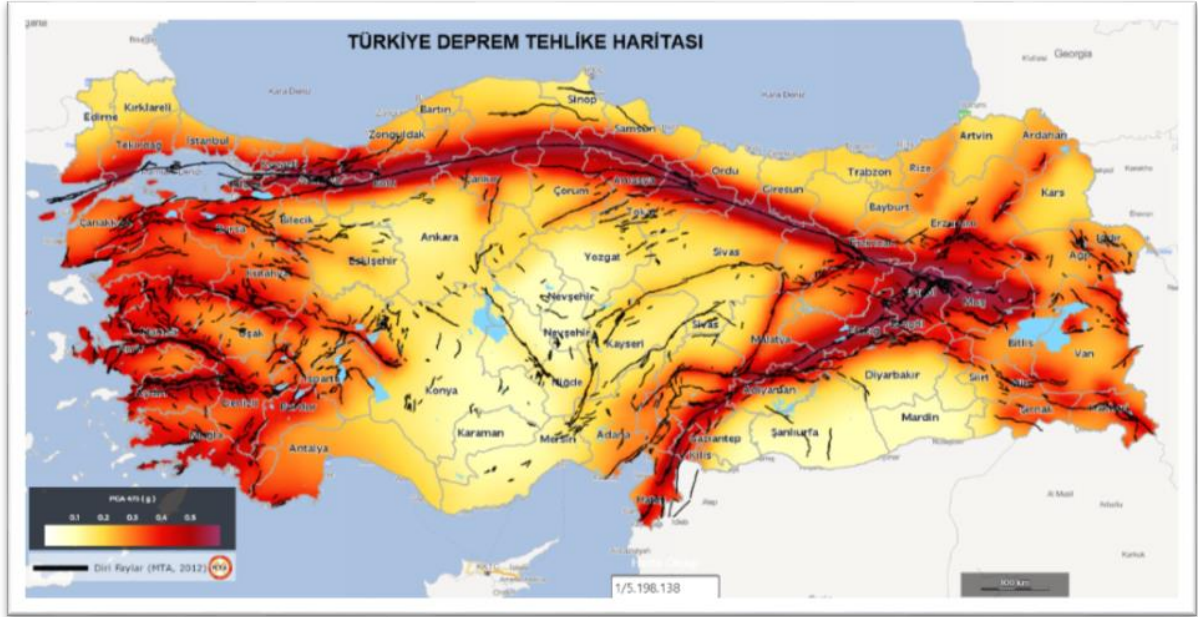
**Keywords:** Urban Transformation, Law No. 6306, Concrete Compressive Strength, Building Period

### **1. Giriş**

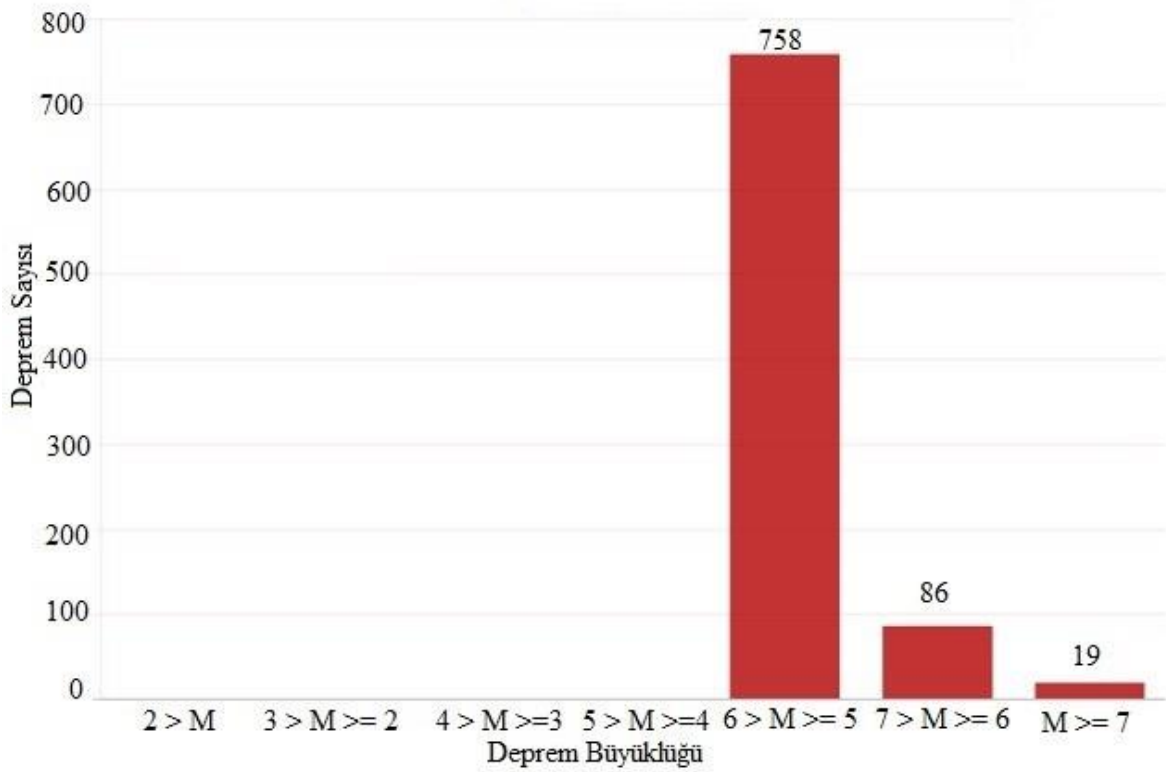
Depremler dünya üzerinde insan yaşamını etkileyen en önemli doğa afeti olarak kabul edilmektedir. Depremi en basit tanımla, yer kabuğunda biriken enerjiden kaynaklanan ani kırılmaların ve meydana gelen titreşimlerin dalgalar halinde yayılırken geçtikleri ortamlarda yer kabuğunu sarsması olarak ifade etmek mümkündür.

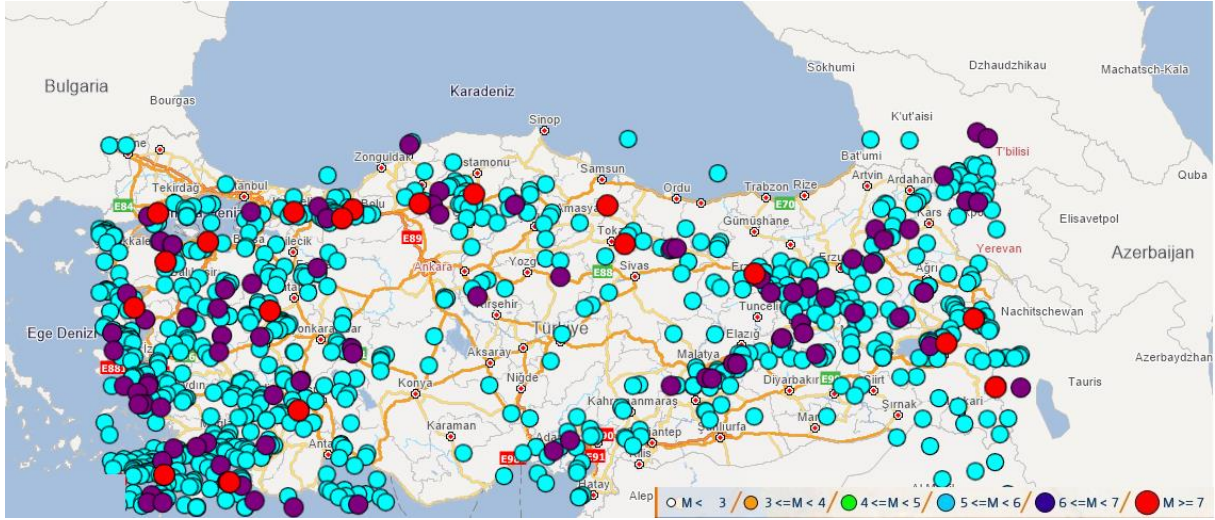
21 Mayıs 1960'da Şili'de meydana gelen Mw:9,5 büyüklüğündeki deprem tarihte kayda giren en büyük deprem olarak bilinmektedir. Türkiye ölçeğinde meydana gelen en büyük deprem 27 Aralık 1939'da Erzincan'da meydana gelen Mw:7,9 büyüklüğündeki depremdir. (URL-1).

Türkiye Alp-Himalaya kuşağında yer almakta olup, bu kuşak dünyanın en önemli deprem kuşaklarından biri olmakla birlikte, jeolojik yapısı ve jeodinamik konumu nedeniyle çok sayıda aktif fay hattına sahiptir (URL-2). Ülke nüfusunun yüzde %71'i, ülke topraklarının % 66'sı deprem riski altında bulunmaktadır (URL-3). 1900-2020 yılları arasında Türkiye'de meydana gelen depremlerde 87811 vatandaş hayatını kaybetmiştir. Erzincan (1939) ve Marmara (1999) depremleri can ve mal kaybının en büyük olduğu depremler olarak bilinmektedir (URL-1). AFAD verilerine göre, Türkiye Deprem Tehlike Haritası ile Türkiye ve yakın çevresinde, 1900-2022 yılları arasında meydana gelen Mw  $\geq 5$  olan deprem sayıları ve konumsal gösterimi Şekil 1,2 ve 3'te gösterilmekte olup, Mw  $\geq 7$  olan 19 adet deprem gerçekleşmiştir (URL-4).



Şekil 1. Türkiye Deprem Tehlike Haritası (URL-5)

Şekil 2. AFAD verilerine göre Türkiye ve yakın çevresinde, 1990-2022 yılları arasında meydana gelen  $M_w \geq 5$  olan deprem sayıları (URL-4).



Şekil 3. AFAD verilerine göre Türkiye ve yakın çevresinde, 1900-2022 yılları arasında meydana gelen  $M_w \geq 5$  olan depremlerin konumsal gösterimi (URL-4).

Ülke sınırları içerisinde yaklaşık 28,6 milyon yapı bulunmakta olup, söz konusu yapıların yaklaşık 6,7 milyonunun depreme karşı dayanıksız olduğu değerlendirilmektedir. Ayrıca, Ülke nüfusunun %70'i ve sanayi tesislerinin %75'i deprem tehlikesi yüksek olan bölgelerde bulunduğu bilinmektedir (URL-6). Bu değerlendirmeye dayanak olarak, Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY-1997) öncesinde inşa edilen binaların günümüz standartlarına göre oldukça yetersiz olması, yine o tarihlerde hazır betonun yaygın olmaması, denetim, kontrol ve mühendislik hizmetlerinin yetersiz olması, uygulama, işçilik hataları ve malzemeden kaynaklı kusurlar gösterilebilmektedir (Bahşi, 2017: 1).

Yapı kusurları, tasarım sürecinden kaynaklı, yapım sürecinden kaynaklı ve kullanım sürecinden kaynaklı olarak sıralanabilir. Tasarım sürecinden kaynaklı yapı kusurları; yapı formu, teknoloji koordinasyon yetersizliği ya da yanlış teknolojinin seçimi, yapı eleman ve bileşenlerinin davranışları ve boyutlandırılmalarına ilişkin teknik şartname, standart gibi teknik bilgi ve dokümanın eksikliği ya da yetersizliği, yetersiz ve/veya yanlış malzeme seçimi; yapım süreci kaynaklı hatalar; yapım sürecinin denetiminin yetersizliği, konstrüksiyon ve montaj hataları; kullanım süreci kaynaklı hatalar; bakım onarım yapılmaması ya da yanlış yapılması, aşınma ve deformasyonlar olarak sıralanabilir (Utku, 2006: 208).

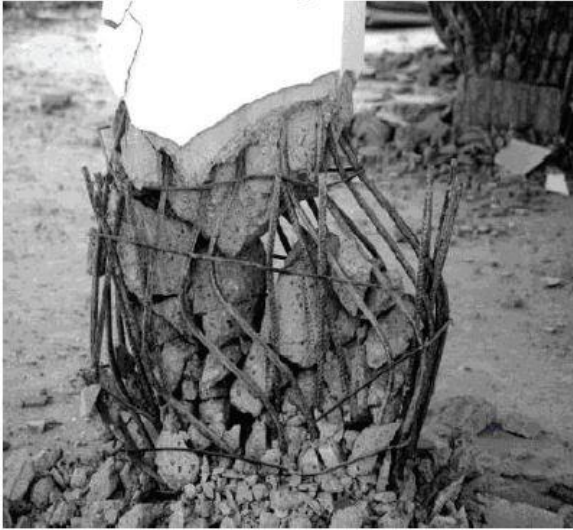
Ayrıca, beton dayanımı bir yapının deprem sırasındaki performansını etkileyen temel parametrelerdendir. TBDY 2018'e göre sınır değer olarak kabul edilen 25 MPa'dır. Ancak, bu çalışma kapsamında ele alınan yapı stokunun beton basınç dayanımının oldukça düşük olduğu görülmüştür. Beton dayanımının bu denli az olmasının sebepleri geleneksel yöntemlerle dökülen betonlar ve işçilik hataları (segregasyon, beton dökülürken su katılması vb.) olarak gösterilmektedir (URL-1).

Bununla birlikte, yapıların depremde ani göçmeye varan hasarlar almasının asıl nedeninin yönetmelik şartlarının yetersizliği değil, o kurallara tasarım ve inşa aşamalarında yeteri kadar uyulmaması, kalitesiz malzeme ve işçilik uygulamaları olduğu unutulmamalıdır. (URL-1).

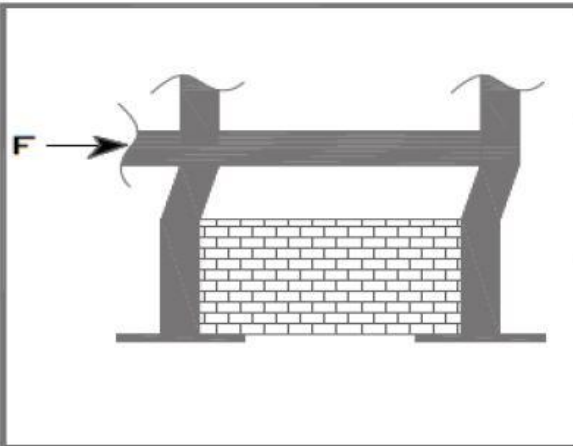




Şekil 4. Tasarıma bağlı yapı hasarı (yumuşak kat) (URL-1).



Şekil 5. Tasarım ve kötü işçilikten kaynaklı yapı hasarı (yetersiz sargı donatısı) (URL-1).



Şekil 6. Tasarımdan ya da sonradan kullanıma bağlı yapılan değişiklikten kaynaklı yapı hasarı (kısa kolon etkisi) (URL-1).



Şekil 7. Yetersiz beton dayanımından kaynaklı düşey yük altında çöken yapı (URL-1).

Yaşanacak afetlere karşı önlem alınabilmesi ve depreme dayanıklı, sağlıklı, can ve mal güvenliğini tehdit etmeyen yapı üretiminin sağlanabilmesi için mevcut yapı stokunun belirlenmesi ve sınırlı kaynakların doğru ve verimli kullanılabilmesi için afetlerin önlenmesi çalışmalarında önceliklendirme yapılması önem arz etmektedir. Bu kapsamda literatürde bazı çalışmalara rastlamak mümkündür. Örneğin İstanbul için, 2003 yılında İstanbul Büyükşehir Belediyesi ve üniversitelerin iş birliğinde hazırlanan Deprem Master Planı (URL-7) önemli bir çalışmadır. Bahse konu çalışmada yapıların kademeli (birinci, ikinci ve üçüncü kademe değerlendirme yöntemleri) olarak değerlendirilmesi ele alınan önemli bir konudur. Daha sonra 2019 yılında, İstanbul'un yapı stokunun geniş yelpazede ele alındığı İstanbul Deprem Çalıştayı yapılmış ve bu kapsamda detaylı bir sonuç raporu yayınlanmıştır (URL-8). Bir diğer çalışma da; İzmir İli, Balçova ve Seferihisar ilçelerinde bulunan yapı stoku önceliklendirilmiştir. Bu kapsamda 10.000'den fazla yapı birinci ve ikinci kademe yöntemlerine göre değerlendirilmiştir (Baran vd., 2013: 151). Yine İstanbul Beyoğlu ilçesi sınırlarında bulunan ve riskli alan ilan edilmesi planlanan bölgede çeşitli incelemeler yapılmış, alanda bulunan tüm yapılar 6306 sayılı Kanunun Uygulama Yönetmeliği ekinde yer alan birinci kademe değerlendirme yöntemine göre performans puanı belirlenmiş, performans puanı dağılımından alanı temsil edecek sayıda örnek yapı istatistiksel olarak seçilmiş ve seçilen yapılar Riskli Yapıların Tespit Edilmesine İlişkin Esaslara göre incelenmiştir. Bu kapsamda analize tabii tutulan alanda yer alan yapıların neredeyse tamamının riskli olduğu görülmüştür (Anıl vd., 2017).

Yukarıda da ifade edildiği üzere; Ülkemizde can ve mal kayıplarına sebebiyet verecek büyüklükteki deprem tehlikesinin yüksek olduğu, yapı stokunun depreme karşı yetersiz olduğu ve nüfusun ve sanayinin büyük bir kısmının deprem tehlikesi yüksek yerlerde olduğu değerlendirildiğinde "riskin" oldukça yüksek olduğu açıktır. Ayrıca, Türkiye'de doğa kaynaklı

jeolojik ve iklimsel afetlerin yanı sıra kendiliğinden göçme şekli veya zemin kayması gibi sebeplerle de binalar hasar görmektedir. Yaşanan tüm bu hadiseler Türkiye'deki mevcut yapıların depreme karşı dayanıklı olup olmadığı hususunda, deprem meydana gelmeden önce gerekli tedbir alınmasına yönelik çalışmalar yapılması gerektiğini ortaya koymaktadır. Bu çalışmanın amacı; 6306 sayılı Kanun kapsamında riskli yapı tespitine konu edilen bazı yapılardan elde edilen verilerden yola çıkılarak, Ülkemiz topraklarının ve nüfusunun büyük çoğunluğunun deprem tehlikesi yüksek alanlarda bulunması sebebiyle yaşanacak depremlere hazırlık açısından farkındalık yaratmak ve bu çerçevede yapılacak akademik çalışmalara veri sunmaktır. 6306 sayılı Kanun kapsamında riskli yapı tespitleri bu Kanunun Uygulama Yönetmeliği'nin ekinde yer alan Riskli Yapıların Tespit Edilmesine İlişkin Esaslar'a göre yapılmakta olup, Ülkemiz yapı stoku hakkında bu Esaslar'da hüküm altına alınan, mevcut yapıların malzeme dayanımının, donatı durumunun, yapı modelinin vs. belirlenebilmesi için yapılmış saha çalışmaları neticesinde elde edilen verilerin yorumlanması ile fikir elde edilmiştir. 6306 sayılı Kanun kapsamında riskli yapı tespitine konu edilen yapıların verileri, yeni yapı tasarımında kullanılan ilgili mevzuatlarda öngörülen ve belirlenen malzeme dayanımı, donatı durumu, yapı modeli ile kıyaslanabilir. Özetle, bu çalışmada, 6306 sayılı Kanun kapsamında yapılmış olan riskli yapı tespit verilerinden yola çıkılarak yapı stoku hakkında genel değerlendirme yapılacak ve çeşitli çözüm önerileri sunulacaktır. Çalışma kapsamında ele alınan veriler, T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Altyapı ve Kentsel Dönüşüm Hizmetleri Genel Müdürlüğüne yürütülen 6306 sayılı Kanun kapsamındaki uygulamaların kayıtlarının tutulduğu ARAAD bilgi sisteminden (URL-10) elde edilmiştir.

## **2. Kentsel Dönüşüm,6306 Sayılı Kanun ve Ülke Geneline Bazı Tespit Verilerinin Karşılaştırılması**

Türkiye'de geçmiş yıllarda afetlere karşı gerekli tedbirler almak üzere birçok Kanun yürürlüğe konulmuştur. Bunlardan bazıları; 7269 Sayılı Umumî Hayata Müessir Afetler Dolayısıyla Alınacak Tedbirlerle Yapılacak Yardımlara Dair Kanun, 775 sayılı Gecekondu Kanunu, 2981 sayılı İmar ve Gecekondu Mevzuatına Aykırı Yapılara Uygulanacak Bazı İşlemler ve 6785 sayılı İmar Kanunu'nun Bir Maddesinin Değiştirilmesi Hakkında Kanun, 2985 sayılı Toplu Konut Kanunu, 5393 sayılı Belediye Kanunu'nun 73. maddesi şeklinde sıralanabilir.

Geçmiş yıllarda meydana gelen yıkıcı depremler ve son olarak 2011 yılında meydana gelen Van Depremi sonrasında ülkemizde afetler meydana gelmeden önce gerekli tedbirlerin alınması için dönüşüm çalışmalarının hızlandırılması ve etkin biçimde uygulanmasına yönelik olarak 6306 sayılı Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun hazırlanmış ve 31/05/2012 tarihinde yürürlüğe konulmuştur. 6306 sayılı Kanunun amacı; muhtemel bir afet anında yıkılma ve ağır hasar görme ihtimali bulunan ve böylece içinde yaşayanların can güvenliği bakımından riskli olan binaların tespitinin yapılarak, bu binalardan insanların tahliyesini sağlamak ve bu binaların yerine can ve mal güvenliğini temin edecek sağlıklı ve güvenli yapıların yapılmasıdır. 6306 sayılı Kanun kapsamında uygulamalar; riskli yapı tespitleri, riskli alan ve rezerv yapı alanlarının belirlenmesi şeklinde olmakta ve bu uygulamalara göre maliklere maddi olarak birtakım yardım ve desteklerde bulunmaktadır. 6306 sayılı Kanun yukarıda belirtilen diğer mevzuatlara göre bütüncül bir yapıya, güçlü, etkin, çözümcül bir takım araçlara ve finansal uygulamalara sahiptir.

### **2.1. 6306 Sayılı Kanunda Riskli Yapı Tanımı ve Tespit İşlemleri**

6306 sayılı Kanun kapsamında riskli yapı; riskli alan içinde veya dışında olup ekonomik ömrünü tamamlamış olan ya da yıkılma veya ağır hasar görme riski taşıdığı ilmî ve teknik verilere dayanılarak tespit edilen yapı olarak tarif edilmiştir.



6306 sayılı Kanun kapsamındaki riskli yapı tespitleri, bizzat yapı maliki veya malikin kanuni temsilcisinin talebi üzerine yapılmakta olup, bahse konu tespitler 6306 sayılı Kanunun Uygulama Yönetmeliği ekinde yer alan Riskli Yapıların Tespit Edilmesine İlişkin Esaslara (RYTEİE-2019) göre yapılmaktadır. 6306 sayılı Kanun kapsamında riskli yapı tespitleri T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığınca lisanslandırılmış kurum ve kuruluşlar vasıtasıyla yapılmaktadır (URL-9).

6306 sayılı Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun'un 3 üncü maddesinin birinci fıkrasında yer alan; "Riskli yapıların tespiti, Bakanlıkça hazırlanacak yönetmelikte belirlenen usul ve esaslar çerçevesinde masrafları kendilerine ait olmak üzere, öncelikle yapı malikleri veya kanuni temsilcileri tarafından, Bakanlıkça lisanslandırılan kurum ve kuruluşlara yaptırılır ve sonuç Bakanlığa veya İdareye bildirilir." hükme istinaden, yapı malikleri Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığınca lisanslandırılan kurum ve kuruluşlara ARAAD bilgi sistemi üzerinden başvuruda bulunarak, yapıları hakkında 6306 sayılı Kanun kapsamında riskli yapı tespiti yaptırmaktadır.

6306 sayılı Kanunun Uygulama Yönetmeliği'nin 7 nci maddesinin birinci fıkrasında yer alan "Riskli yapılar, Ek-2'de yer alan Riskli Yapıların Tespit Edilmesine İlişkin Esaslara göre tespit edilir." hükmüne göre yapılar lisanslı kurum ve kuruluşlarca saha çalışmaları ve statik ve dinamik analizler yapılarak incelenir ve riskli ya da risksiz olduğuna ilişkin rapor hazırlanır.

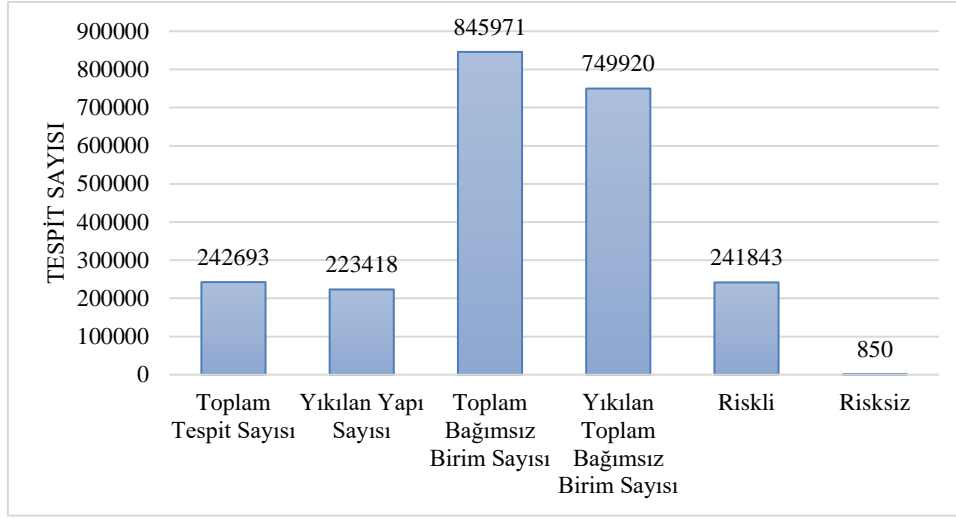
## **2.2. Riskli Yapı Tespit Verilerinin Temin Edilmesi**

6306 sayılı Kanunun yürürlüğe girdiği tarihten 06/05/2022 tarihine kadarki süreçte Ülke genelinde elde edilen riskli yapı tespit verileri üzerinden; tespit sayıları ve yıllara göre dağılımı, tespitte konu olan binaların taşıyıcı sistem türü, bina risk durumu, mevcut beton basınç dayanımı ortalamaları, mevcut beton basınç dayanımının yıllara göre dağılımı, donatı türü, kanca ve korozyon özellikleri verileri bu bölüm kapsamında verilmektedir (Utkutuğ, 2006: 211). Bu veriler, 6306 sayılı Kanun'un yürürlüğe girdiği tarihten, 06/05/2022 tarihine kadar, 6306 sayılı Kanun kapsamındaki iş ve işlemlerin kayıtlarının tutulduğu ARAAD bilgi sistemine, lisanslı kurum ve kuruluşlarca kaydedilen tespitlere ilişkin verilerdir.

### **2.2.1. Riskli Yapı Tespit Verileri**

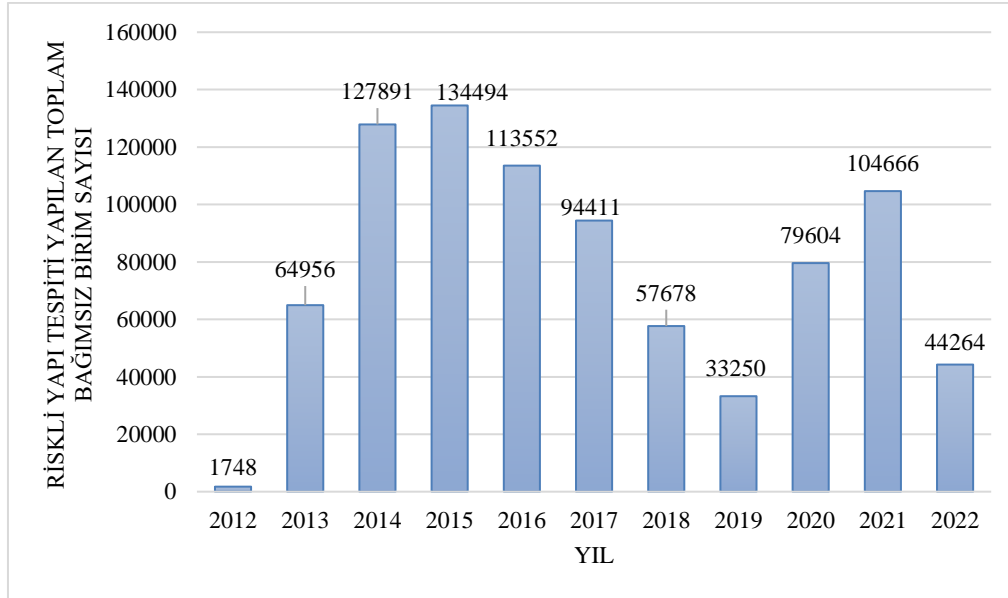
Bu çalışma kapsamında sunulan tüm veriler, 16/05/2012-06/05/2022 tarihleri aralığını kapsamaktadır (URL-10, URL-11).

6306 sayılı Kanun kapsamında riskli yapı tespiti yapılan yapıların toplam tespit sayısı, yıkılan yapı sayısı, toplam bağımsız birim sayısı ve yıkılan toplam bağımsız birim sayısı, riskli yapı tespiti yapılan yapıların riskli/risksiz dağılımına (URL-10) ilişkin veriler Şekil 8'de sunulmaktadır. Yıkılan yapı sayısı, 6306 sayılı Kanun kapsamında riskli yapı tespiti yapılan ve yıktırılan yapıların sayısını, toplam bağımsız birim sayısı ise bu yapıların konut ve işyeri bağımsız birim sayılarını vermektedir. Örneğin, beş konut bağımsız birimli bir apartman 6306 sayılı Kanun kapsamında riskli yapı tespitine konu edilip yıktırıldığında, yıktırılan yapı sayısı bir, yıktırılan toplam bağımsız birim sayısı beş olarak kayıtlara geçmektedir. Buradan görüleceği üzere Kanun kapsamında riskli yapı tespiti yapılan yapılardan, 850 adet yapı risksiz olarak tespit edilmiştir. Şekil 8'de yer alan verilere ışığında, 06/05/2022 tarihi itibarıyla 6306 sayılı Kanun kapsamında riskli yapı tespiti yapılan 242693 adet yapının, 223418 adedinin yıktırıldığı anlaşılmakta olup, yıkım yüzdesinin; %92,06 olduğu anlaşılmaktadır.



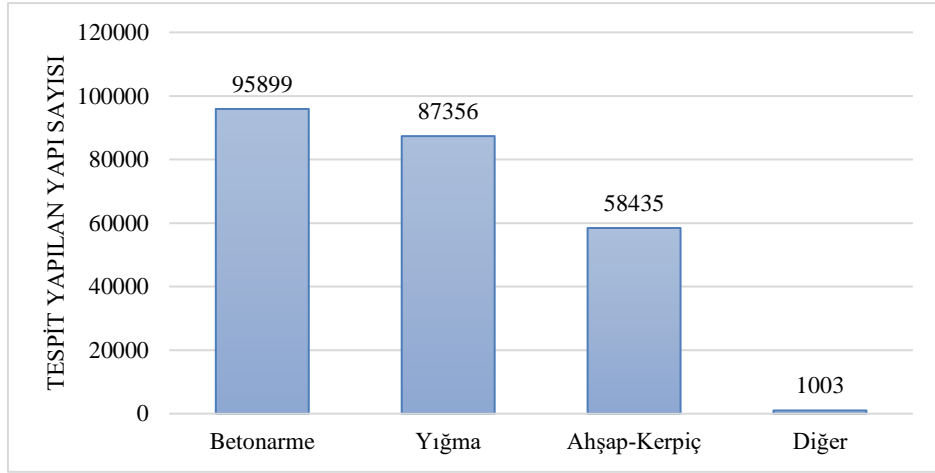
Şekil 8. Riskli yapı tespiti yapılan yapılara ilişkin veriler (URL-10).

6036 sayılı Kanunun yürürlüğe girdiği 2012 yılından günümüze kadar yapılan riskli yapı tespitlerinin yıllara göre dağılımı Şekil 9'da (URL-10) sunulmaktadır. Şekilden de görüleceği üzere Kanun'un çıktığı ilk yıllarda tespit sayıları yüksek olmakla birlikte, en yüksek riskli yapı tespit sayısına 2015 yılında ulaşılmıştır. Daha sonra tespit sayıları 2019 yılına kadar bir azalma trendi göstermiş, 2019 yılından itibaren yeniden yükseliş eğilimine girmiştir.



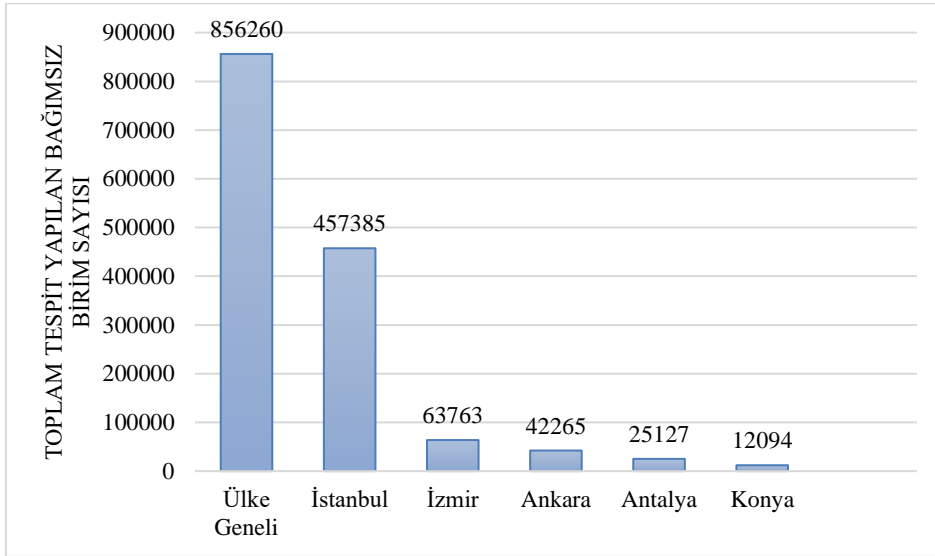
Şekil 9. Yıllara göre riskli yapı tespiti yapılan bağımsız birim sayıları (URL-10).

6306 sayılı Kanun kapsamında riskli yapı tespitine konu edilen, riskli ve risksiz yapıların yapı türü dağılımı Şekil 10'da (URL-10) sunulmakta olup, yapıların taşıyıcı sistemlerinin çoğunluğunun betonarme olduğu, yığma taşıyıcı sisteme sahip tespit sayılarının betonarmeye yakın olduğu, ahşap kerpiç veya taşıyıcı özelliği olmayan malzeme ile yapılan yapıların sayısının ise azımsanmayacak düzeyde olduğu görülmektedir.



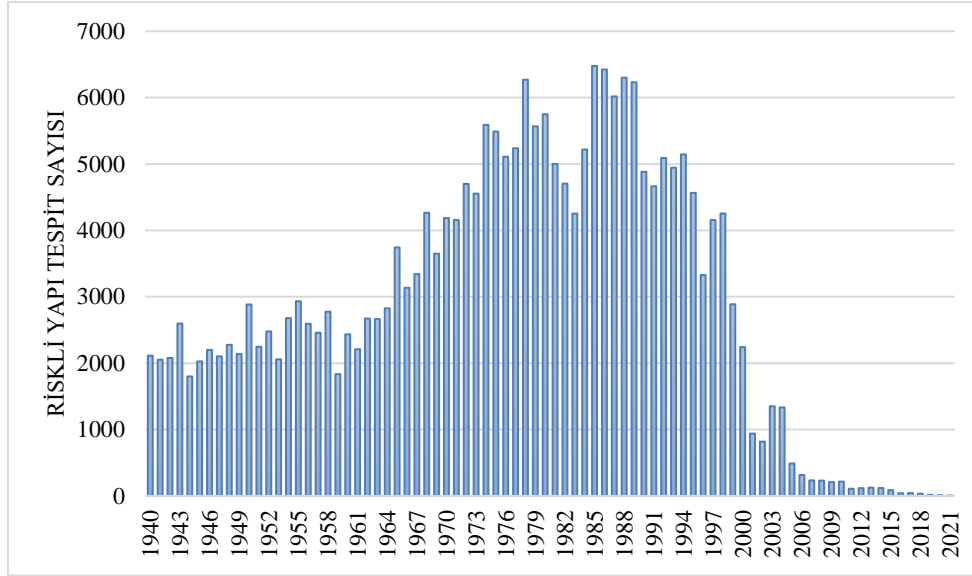
Şekil 10. Yapı türüne göre riskli ve risksiz yapı tespit verileri (URL-10).

Ayrıca ülke genelinde tespitte konu edilen yapıların bağımsız birim sayısına göre dağılımında ilk 5 il Şekil 11’de verilmiştir. Tespitte konu yapıların bağımsız birim sayıları olarak yaklaşık % 53’ünün İstanbul ilinde yer aldığı tespit edilmiştir.



Şekil 11. Türkiye geneli riskli yapı tespit sayısı ve en çok riskli yapı tespitinin yapıldığı ilk 5 İl sıralaması (URL-10).

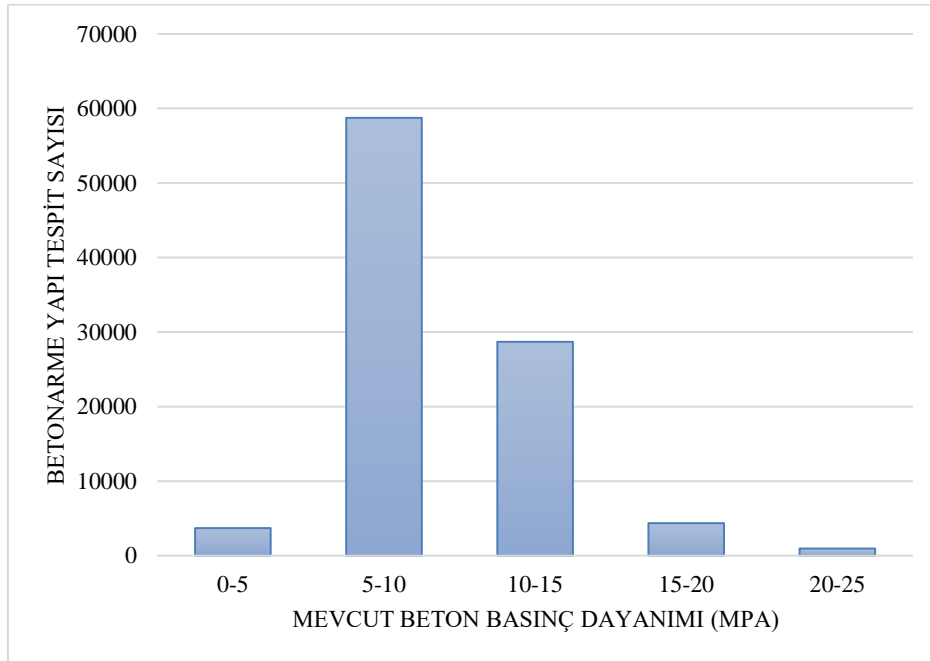
Riskli yapı tespitine konu edilen yapıların yapım yılına ilişkin grafik Şekil 12’de sunulmaktadır. Buradan görüleceği üzere tespitte konu edilen yapı stokunun büyük bir bölümünü 2000 yılı öncesi yapılmış yapılar oluşturmaktadır.



Şekil 12. Bina yapım yılına göre tespit yapılan yapı sayıları (URL-10).

### 2.2.2. Beton Dayanımı Verileri

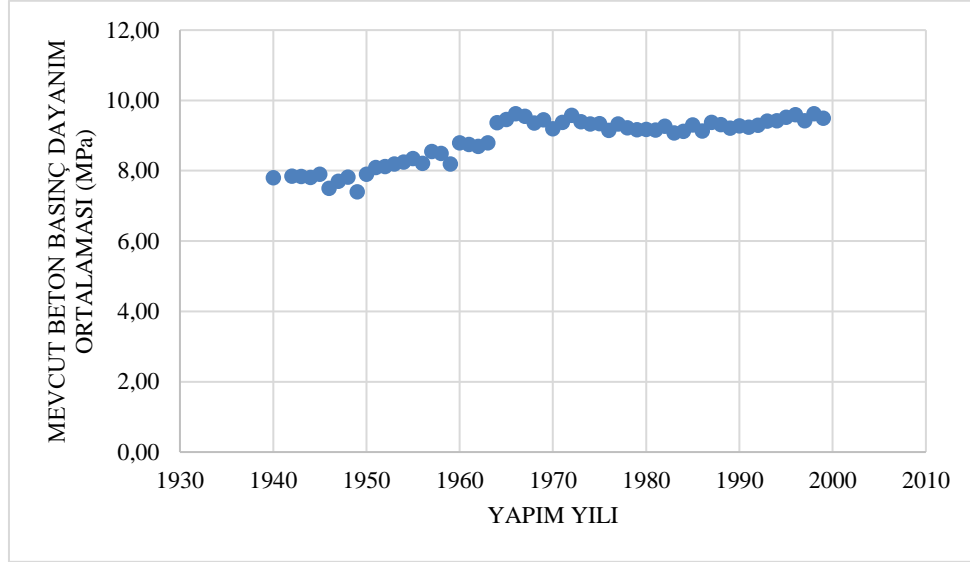
Betonarme taşıyıcı sistemine sahip yapıların beton basınç dayanım dağılımlarına ilişkin grafik Şekil 13'te sunulmakta olup, betonarme yapıların büyük bir çoğunluğunun mevcut beton dayanımı 10 MPa'dan daha az olarak tespit edilmiştir. Yine tespite konu yapıların Türkiye ortalaması 11,65 MPa olarak belirlenmiştir. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği kapsamında yapılacak tüm betonarme yapılarda C25 (25 MPa)'ten daha düşük dayanımlı beton kullanılması mümkün değildir (AFAD, 2018). Bu bağlamda, 6306 sayılı Kanun kapsamında riskli yapı tespitine konu edilen betonarme yapıların beton dayanım ortalaması yeni tasarlanacak yapıların sağlaması gereken minimum basınç dayanımının yarısından daha az olduğu görülmektedir.



Şekil 13. Mevcut beton basınç dayanımı ortalamasına göre riskli yapı tespit yapılan bina sayısı (URL-10)



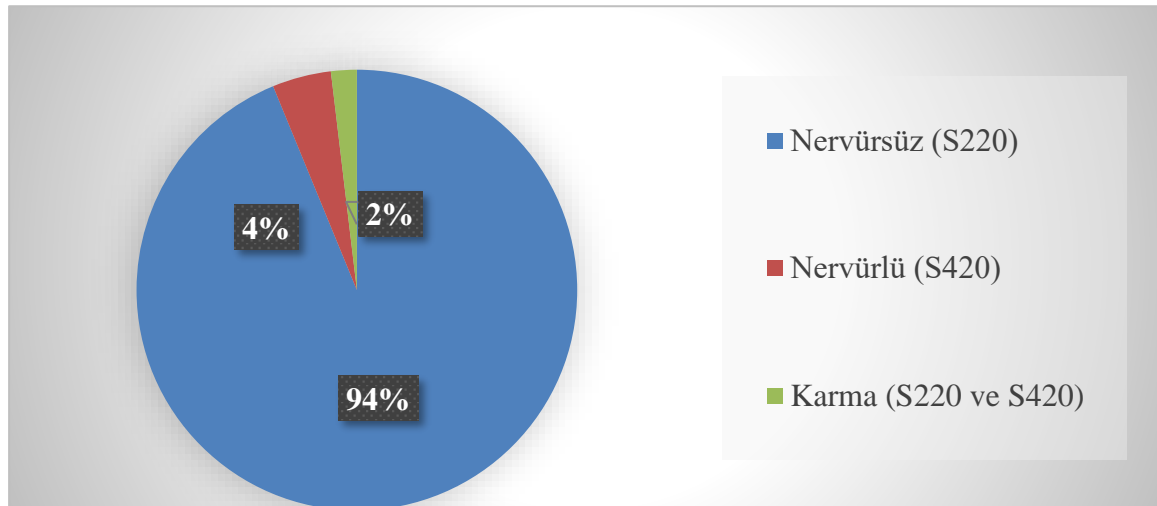
Yapım yılı 2000 ve öncesi olan yapıların ortalama beton basınç dayanımının yıllara göre dağılım grafiği Şekil 14'te sunulmaktadır. Grafik üzerindeki her bir nokta o yılda yapılan binaların ortalama beton basınç dayanımını ifade etmektedir. Grafikten de görüleceği üzere, binaların yapım yılı arttıkça ortalama beton basınç dayanımı arttığı tespit edilmiştir.



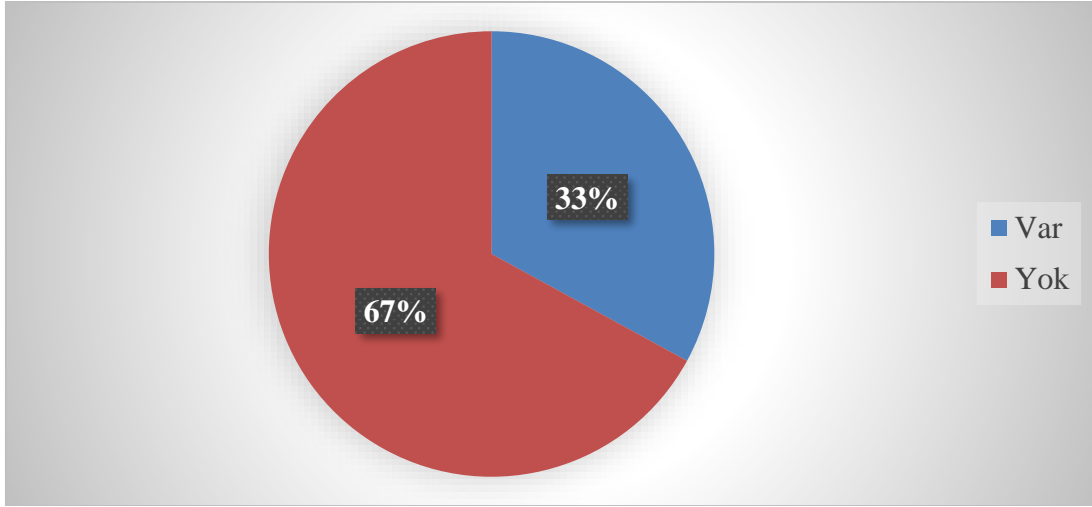
Şekil 14. Bina yapım yılına göre mevcut beton basınç dayanım ortalaması değerleri (URL-10)

### 2.2.3. Donatı Durumuna İlişkin Veriler

Yapıların deprem etkisi altındaki davranışını etkileyen bir diğer parametre donatı detayı ve korozyon durumudur. Bu durumlara ilişkin grafikler Şekil 15 ve 16'da sunulmaktadır. Grafiklerden de görüleceği üzere betonarme taşıyıcı sisteme sahip yapıların yaklaşık % 94'ünde aderansı düşük düzey, bir diğer deyişle nervürlü donatı tespit edilmiştir. Yine tespitte konu yapıların büyük bir çoğunluğunda korozyon durumu gözlemlenmiştir.

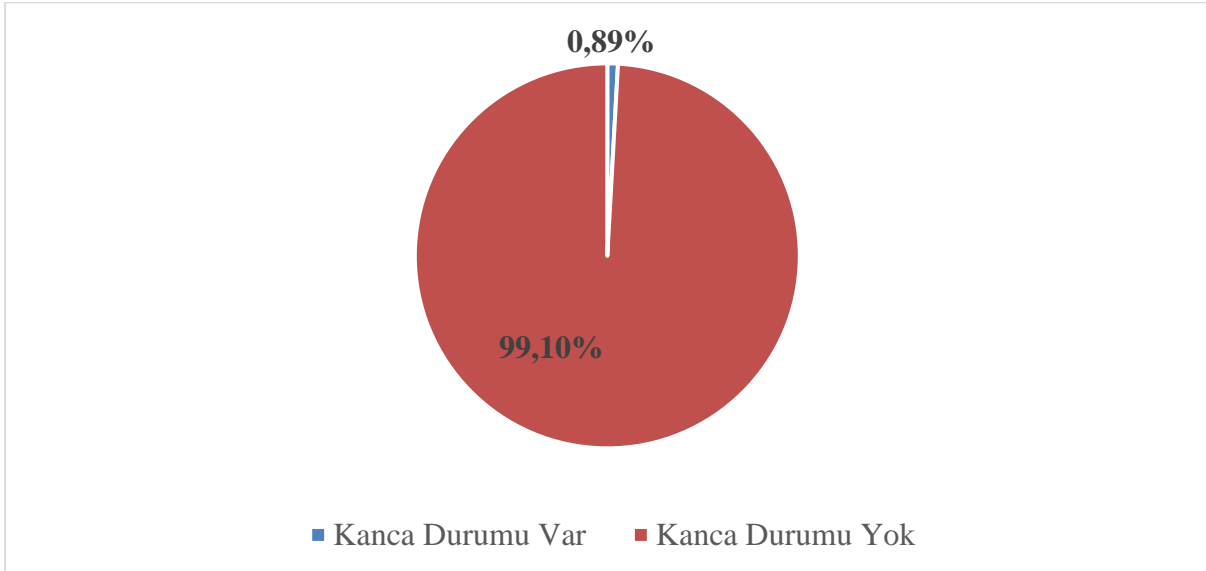


Şekil 15. Riskli yapı tespiti yapılan binaların donatı türü (URL-10).

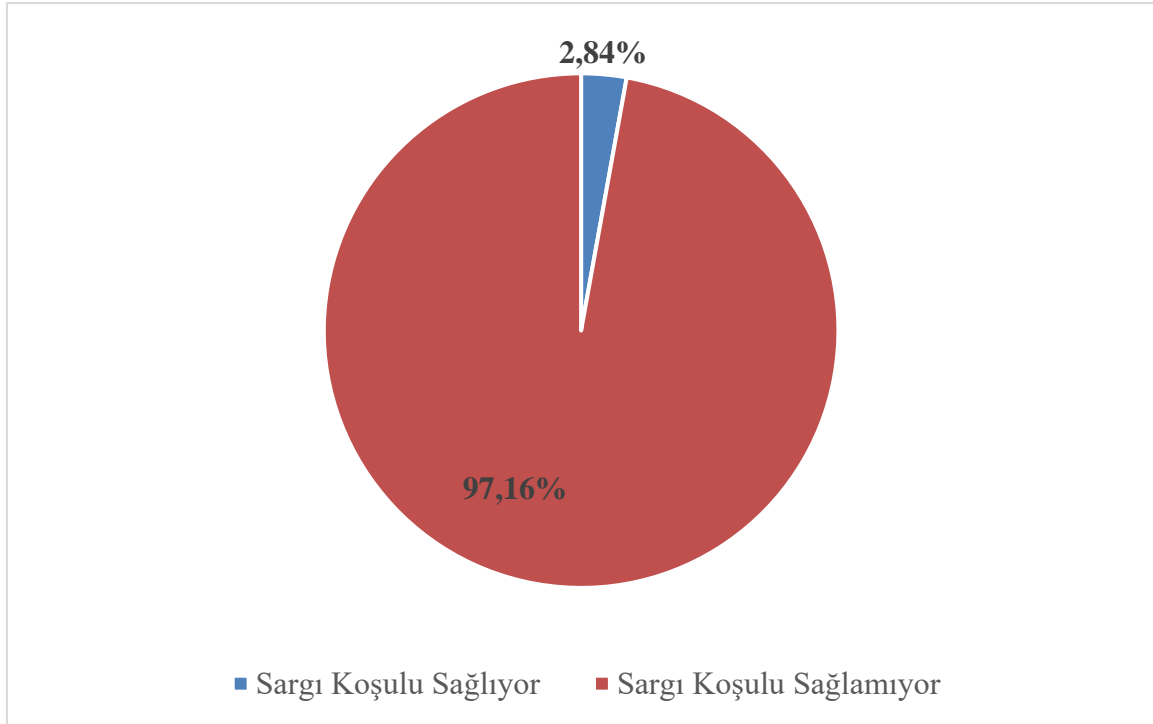


Şekil 16. Riskli yapı tespiti yapılan binaların korozyon durumu (URL-10).

Donatıya ilişkin önemli hususlardan olan kanca durumu ve sargı koşuluna ilişkin veriler Şekil 17 ve 18'de sunulmaktadır. Grafiklerden de görüleceği üzere riskli yapı tespitine konu edilen betonarme taşıyıcı sisteme sahip binalarda, düşey elemanlarının (kolon, perde) neredeyse tamamında 135° kanca uygulamasının yapılmadığı ve sargı koşulunun sağlanmadığı tespit edilmiştir. Burada belirtmek gerekir ki, depreme dayanıklı yapı tasarımında kullanılan TBDY-18 (AFAD, 2018)'de deprem etkisini karşılayan elemanlarda B420C, B500C ve belirli koşulları sağlayan S420 nervürlü donatı çeliği kullanılması, ayrıca, yüksek bina taşıyıcı sistemlerinde yalnızca B420C ve B500C kalitesinde nervürlü donatı çelikleri kullanılması gerektiği hüküm altına alınmıştır. Bu durumda, bu çalışmada ele alınan yapıların büyük çoğunluğunun güncel depreme dayanıklı yapı tasarımı mevzuatlarında belirlenen malzeme cinsi, kalitesi veya dayanım sınıfları ile uyumsuz olduğu sonucu çıkarılmaktadır.

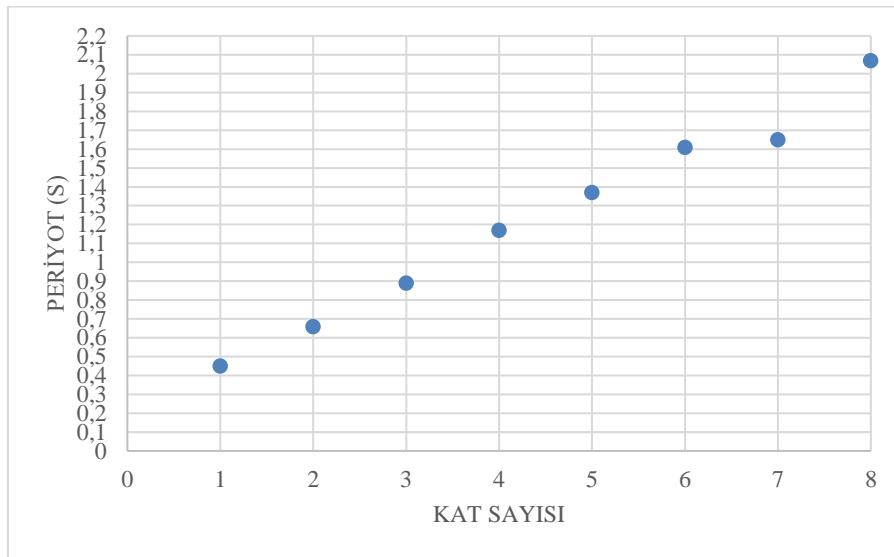


Şekil 17. Riskli yapı tespiti yapılan binaların donatı kanca durumu (135°) (URL-10).



Şekil 18. Donatı sargı koşulu (URL-10).

6306 sayılı Kanun kapsamında Yapısal Analiz Platformu (YAP.Net) (URL-11) üzerinden riskli yapı tespiti yapılan yapıların kat sayısı-periyot ilişkisini gösteren grafik Şekil 19'da sunulmakta olup, grafik üzerindeki her bir nokta ilgili yapı kat sayısına ait ortalama periyot değerini temsil etmektedir. 6306 sayılı Kanun kapsamında riskli yapı tespitine konu edilen yapıların periyotları, YAP.Net tarafından, RYTEİE-19 (URL-9)'a göre hesaplanmaktadır. Şekil 19'da kat adedinin, periyotla ilişkisi grafiği sunulmuş olup, bu çalışmada konu edilen yapıların, literatürle uyumlu bir şekilde, kat adedi arttıkça periyotlarının da arttığı görülmüştür.



Şekil 19. YAP.Net kullanılarak riskli yapı tespiti yapılan yapı verilerinden elde edilen yapı kat sayısı-periyot ilişkisi (URL-11)

### 3. Bulgular ve Tartışma

6306 sayılı Kanun kapsamında riskli yapı tespitine konu edilen yapılardan elde edilen önemli sonuçlar aşağıda sıralanmaktadır.

- 1) 6306 sayılı Kanun kapsamında tespite konu edilen yapıların %99,6'sı riskli olarak belirlenmiştir.
- 2) 6306 sayılı Kanun kapsamında tespite konu edilen yapıların büyük çoğunluğunun betonarme taşıyıcı sisteme sahip olduğu tespit edilmiştir.
- 3) Ülke genelinde yapılan tespitine konu olan bağımsız birim sayısının yaklaşık %53'ü İstanbul İlinde bulunmaktadır.
- 4) Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY, 1997)'in 1998 yılında revize edilerek yürürlüğe girmesi, ülke genelinde hazır betonun yaygınlaşması, yapıların proje ve uygulama aşamalarında mühendislik hizmeti alması, kontrol ve denetim mekanizmalarının geliştirilmesi ve etkin şekilde uygulanmaya başlanması ile inşaa edilen yapıların deprem etkileri altında güvenli olmasını sağladığı bilinmektedir. Gerçekleşen depremlerde yıkılan veya orta ve ağır hasar alan yapıların genel itibarıyla 2000 yılı öncesinde yapılmış yapılar olduğu görülmüştür. Bu itibarla, çalışma kapsamında detayları verilen riskli yapı tespiti konu edilmiş yapıların büyük çoğunluğunun 2000 yılı öncesi inşa edilmiş yapılardan oluşması, yukarıda da belirtildiği üzere yapısal durumu kötü olan ve can ve mal kaybına sebebiyet verebilecek yapıların dönüşüm kapsamına alındığını, kamu kaynaklarının Kanununun amacına uygun olarak verimli bir şekilde kullanıldığını ortaya koymaktadır.
- 5) Riskli yapı tespitine konu edilen betonarme taşıyıcı sisteme sahip yapıların ortalama basınç dayanımı 11,65 MPa olarak tespit edilmiş olup, güncel deprem yönetmeliği hükümlerine göre kıyaslandığında, bu değer oldukça düşük bir beton basınç dayanımı değeri olduğu açıktır.
- 6) Tespit yapılan betonarme yapıların % 94'ünde S220 (nervüzsüz donatı) aderansı düşük donatı sınıfı tespit edilmiştir.
- 7) Tespiti konu betonarme yapıların % 67'sinde donatı korozyonu gözlemlenmiştir.
- 8) Betonarme yapıların yaklaşık % 99'unda 135° kanca yapılmamış olup, yaklaşık %97'sinde sargı koşulu sağlanmamıştır.
- 9) YAP.net kullanılarak riskli yapı tespiti yapılmış olan yapıların kat başına ortalama periyotlarının yaklaşık olarak 0,3 sn mertebesinde olduğu, tasarım esasları açısından değerlendirildiğinde yapıların uzun periyotlara sahip olduğu görülmüştür. Farklı zemin sınıfları için deprem spektrum grafiği çizildiğinde özellikle kötü zemin sınıfları (yumuşak, orta sertlikte kil, kum) için 4-5 katlı yapıların periyotları yaklaşık 1-1,5 saniye aralığında olacağı değerlendirildiğinde bu yapılara etkiyen ivmenin oldukça yüksek olduğu değerlendirilmektedir. Bu çalışmaya konu edilen yapıların malzeme dayanımı, donatı durumu ve çoğunluğunun mühendislik hizmeti almadan ya da denetimsiz üretilmesi göz önüne alındığında, yüksek ivmelere maruz kaldığında ağır hasar alacağı veya yıkılacağı, dolayısıyla can ve mal kayıplarına sebep olacağı açıktır.

### 4. Sonuç ve Öneriler

Ülkemizde kentsel dönüşüm faaliyetleri Altyapı ve Kentsel Dönüşüm Hizmetleri Genel Müdürlüğü'nün koordinasyonunda yürütülmekte olup, ülke kaynakları verimli kullanılarak, olabildiğince etkili bir şekilde faaliyetler sürdürülmektedir.

Ülkemizde can ve mal kayıplarına sebebiyet verecek büyüklükteki deprem tehlikesinin yüksek olduğu, özellikle 2000 yılı öncesi yapılan mevcut yapı stokunun depreme dayanıklılık koşullarının düşük olduğu, nüfusun ve sanayinin büyük bir kısmının deprem tehlikesi yüksek yerlerde olduğu değerlendirildiğinde maruziyet ve zarar görebilirlik koşulları nedeniyle “riskin” oldukça yüksek olduğu değerlendirilmektedir.

Bu durum, deprem meydana gelmeden önce deprem risklerini azaltmaya yönelik tedbirlerin alınması zorunluluğunu ortaya koymaktadır. Bu sebeple, kötü yapı stokunun kentsel dönüşüm seferberliği ile sağlıklı ve yaşanılabilir yaşam çevrelerine dönüşmesi gerekmektedir.

## 5. Teşekkür

Çalışma kapsamında sunulan veriler Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Altyapı ve Kentsel Dönüşüm Hizmetleri Genel Müdürlüğü’nden temin edilmiş olup, verilerin paylaşımı için teşekkür ederiz.

## Kaynaklar

Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, (ABYYHY). (1998). Ankara: Yayım, 02/09/1997 tarihli ve 23098 sayılı Resmî Gazete. Değişiklik, 02/07/1998 sayılı ve 23390 sayılı Resmî Gazete.

Bahsi, E., The comparison of principles related to determination of risky structures with first and second stage assessment methods, M. Sc. Thesis, Gazi University, Institute of Science and Technology, Ankara, 2017.

Utkuğ, Z., Konutta Kalite Kavramı ve Yapı Hasarları. Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi. Cilt 21, No:2, s.205-2011, 2006.

Baran, T., Kahraman, S., Özçelik, Ö., Saatçi, A., Misir, İ., Girgin, S., “Yapı Stoku Envanter Çalışmalarının Önemi”, 10.13140/2.1.1268.4169, 2013.

Anil, Ö., Şahmaran, M., Koçkar, M., “6306 Sayılı Kentsel Dönüşüm Yasası Risk Değerlendirme Tekniklerinin Saha Uygulaması: Beyoğlu Örneği”, 2017.

Afet ve Acil Durum Başkanlığı, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği-2018(TBDY-2018), 18.03.2018 tarihli ve 30364 (Mükerrer) sayılı Resmi Gazete.

URL-1:Türkiye Büyük Millet Meclisi (TBMM). Depreme karşı alınabilecek önlemlerin ve depremlerin zararlarının en aza indirilmesi için alınması gereken tedbirlerin belirlenmesi amacıyla kurulan meclis araştırması komisyonu raporu. <https://www5.tbmm.gov.tr/sirasayi/donem27/yil01/ss278.pdf>. Yayın tarihi Temmuz, 2021. Erişim tarihi Eylül 6, 2022.

URL-2: Maden Tetkik Arama (MTA). Deprem Türkiye'nin deprem potansiyeli. [https://www.mta.gov.tr/v3.0/bilgi-merkezi/deprem\\_potansiyeli](https://www.mta.gov.tr/v3.0/bilgi-merkezi/deprem_potansiyeli). Erişim tarihi Eylül 6, 2022.

URL-3: Türkiye Büyük Millet Meclisi (TBMM). Altyapı ve Kentsel Dönüşüm Hizmetleri Genel Müdürü Vedat GÜRGEN'in 2 Aralık 2020 tarihli dinleme tutanağı, TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı. [https://www5.tbmm.gov.tr/develop/owa/komisyon\\_tutanaklari.goruntule?pTutanakId=2628](https://www5.tbmm.gov.tr/develop/owa/komisyon_tutanaklari.goruntule?pTutanakId=2628). Yayın tarihi Aralık 2, 2020. Erişim tarihi Eylül 6, 2022.

URL-4: Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD). 1900-20XX deprem kataloğu (M>4.0). <https://deprem.afad.gov.tr/depremkatalogu#>. Erişim tarihi Eylül 6, 2022.

URL-5: Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD)- Deprem Tehlike Haritası <https://www.afad.gov.tr/turkiye-deprem-tehlike-haritasi>

URL-6:Türkiye Büyük Millet Meclisi (TBMM). T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanı Murat KURUM'un 16 Mart 2021 tarihli dinleme tutanağı, TBMM Tutanak Hizmetleri Başkanlığı.

[https://www5.tbmm.gov.tr/develop/owa/komisyon\\_tutanaklari.goruntule?pTutanakId=2680](https://www5.tbmm.gov.tr/develop/owa/komisyon_tutanaklari.goruntule?pTutanakId=2680).  
Yayın tarihi Mart 16, 2021. Erişim tarihi Eylül 6, 2022.

URL-7: İstanbul için Deprem Master Planı, İstanbul Büyükşehir Belediyesi Planlama ve İmar Dairesi Zemin ve Deprem İnceleme Müdürlüğü, 2003.

URL-8: İstanbul Deprem Çalıştay Raporu. İstanbul Büyükşehir Belediye Başkanlığı 2-3 Aralık 2019., <https://depremezmin.ibb.istanbul/calismalarimiz/tamamlanmis-calismalar/istanbul-deprem-calistayi-2019/>

URL-9: T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı (Altyapı ve Kentsel Dönüşüm Hizmetleri Genel Müdürlüğü). Riskli yapıların tespit edilmesine ilişkin esaslar. <https://webdosya.csb.gov.tr/db/altyapi/icerikler/ek-2-ryteie-20190705155915.PDF>. Yayın tarihi Haziran 21, 2019. Erişim tarihi Eylül 6, 2022.

URL-10: T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı (Altyapı ve Kentsel Dönüşüm Hizmetleri Genel Müdürlüğü). Afet riski altındaki alanların dönüşümü (ARAAD) bilgi sistemi. <https://kentseldonusum.csb.gov.tr/account/login>. Erişim tarihi Eylül 6, 2022.

URL-11: T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı (Altyapı ve Kentsel Dönüşüm Hizmetleri Genel Müdürlüğü). Yapısal analiz platformu (YAP.Net) 2022. <https://kentseldonusum.csb.gov.tr/account/login>. Erişim tarihi Eylül 6, 2022.





## Factors Associated with Acute Stress Among Undergraduate and Graduate Students after the First Month of the Covid-19 Pandemic: Anxiety Sensitivity, Fear of Covid-19, Sex

Sinem CANKARDAŞ<sup>1</sup>, Ezgi ILDIRIM<sup>2</sup>, Pınar TINAZ<sup>3</sup>

### Abstract

As with any life-threatening event, the Covid-19 outbreak causes people to have emotional reactions such as fear and anxiety. Understanding people's emotional responses to the pandemic is important to understand mental health results. This study investigated the relationships between the levels of acute stress disorder symptoms, anxiety sensitivity, and fear of coronavirus. Data for this aim was collected from university students between the ages of 18 and 55 through an online research form. Data was collected between 23 April 2020 and 29 May 2020. Analysis of 739 participants showed that 67.9% of the participants had symptoms of acute stress ranging from moderate to extreme. It was also observed that anxiety sensitivity, fear of coronavirus, and sex explained 31.0% of the variance in acute stress symptom levels. Also, it was observed that the fear of coronavirus was higher in women than in men. The results point out that support systems that aid psychological well-being such as accessible online psychological help, and online social support groups have great importance during and after the pandemic. It has been thought that it may be beneficial to develop intervention programs targeting anxiety sensitivity to prevent trauma symptoms.

**Keywords:** Covid-19; pandemic; anxiety, acute stress; fear; anxiety sensitivity; fear of coronavirus

## Covid-19 Pandemisinin İlk Ayı Sonrası Lisans ve Lisansüstü Öğrencilerde Akut Stresle İlişkili Faktörler: Kaygı Duyarlılığı, Covid-19 Korkusu, Cinsiyet

### Öz

Hayatı tehdit eden her olayda olduğu gibi Covid-19 pandemisi de insanlarda korku ve endişe gibi duygusal tepkiler oluşmasına neden olmuştur. İnsanların salgına karşı duygusal tepkilerini anlamak, ruh sağlığı sonuçlarını anlamak için önemlidir. Bu çalışmada, akut stres bozukluğu belirtileri, kaygı duyarlılığı ve koronavirüs korkusu arasındaki ilişkileri araştırılmaktadır. Bu amaca yönelik veriler, 18-55 yaş arası üniversite öğrencilerinden çevrimiçi araştırma formu aracılığıyla toplanmıştır. Veriler 23 Nisan 2020 ile 29 Mayıs 2020 arasında toplanmıştır. Toplamda 739 katılımcıdan elde edilen verilerin analizi sonucunda, katılımcıların %67,9'unun orta ile aşırı düzey arasında değişen akut stres belirtilerine sahip olduğu görülmüştür. Anksiyete duyarlılığı, koronavirüs korkusu ve cinsiyetin akut stres belirti düzeylerindeki varyansın %31,0'ini açıkladığı görülmüştür. Ayrıca kadınlarda koronavirüs korkusunun

<sup>1</sup> Psikoloji Bölümü, İzmir Demokrasi Üniversitesi, İzmir

<sup>2</sup> Psikoloji Bölümü, İstinye Üniversitesi, İstanbul

<sup>3</sup> Psikoloji Bölümü, Beykoz Üniversitesi, İstanbul

\* İlgili yazar/Corresponding author: sinem.cankardes@gmail.com

Gönderim Tarihi / Received Date: 02.01.2023

Kabul Tarihi / Accepted Date: 21.06.2023

Bu makaleye atf yapmak için- To cite this article

Cankardaş, S., Ildırım, E., Tınaz, P., (2023). 6306 Factors Associated with Acute Stress Among Undergraduate and Graduate Students after the First Month of the Covid-19 Pandemic: Anxiety Sensitivity, Fear of Covid-19, Sex. Resilience, 171-181.

erkekler için daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Sonuçlar, çevrimiçi psikolojik yardım ve çevrimiçi sosyal destek grupları gibi psikolojik iyi oluşa yardımcı olan destek sistemlerinin pandemi sırasında ve sonrasında büyük önem taşıdığına işaret etmektedir. Travma belirtilerinin önlenmesi için kaygı duyarlılığını hedef alan müdahale programlarının geliştirilmesinin faydalı olabileceği düşünülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:**; pandemi; kaygı, akut stres; korku; kaygı duyarlılığı; koronavirüs korkusu

## 1. Introduction

The novel coronavirus (Covid-19) first emerged in Wuhan, China, and spread to 216 countries in a short time (World Health Organisation, 2020). As the coronavirus showed high transmission and mortality rates, the number of people infected in different countries increased rapidly. The World Health Organization (WHO) declared a pandemic on 11th March 2020. While scientists put great effort into finding effective treatments and vaccines, governments started taking several precautions to decrease the transmission rate. Most countries closed their borders and imposed lockdowns. These unexpected restrictions and changes in daily routines for an indefinite time, together with the rapid spread of the virus can lead to serious mental health problems. The global prevalence study revealed that depression and anxiety disorder prevalence increased by approximately one-fourth in 2020 (COVID-19 Mental Disorders Collaborators, 2021). Although it is not known how Covid pandemic affects the prevalence of other mental disorders, studies conducted on other pandemics like SARS found that quarantines and illness can also cause trauma and stress-related disorders (Sood, 2020). For that reason, this paper aims to understand the acute traumatic stress symptoms and their relationship with anxiety sensitivity, fear of Covid-19, and sex during the pandemic period.

Acute Stress Disorder (ASD) refers to a specific group of symptoms that appear within 2 to 28 days of a traumatic experience and these symptoms are like Post-Traumatic Stress Disorder (PTSD) (Bryan et al., 1998). Diagnosis of ASD was included in the DSM-IV (American Psychiatric Association, 1994) to identify traumatized people prone to developing PTSD. It is stated that after experiencing a traumatic event, approximately half of those who develop ASD have converted to PTSD (APA, 2020) and one meta-analysis showed that over 50% of individuals diagnosed with ASD developed chronic PTSD within 6 months of the trauma (Zhou et al., 2015). Therefore, the detection of which variables related to acute stress during the Covid-19 pandemic can help us to understand the etiology of ASD and help clinicians and mental health professionals to prevent PTSD. A study conducted in China, where the coronavirus was first seen shows Covid-19 related stress is directly related to acute stress disorder symptoms (Ye et al., 2020). Anxiety sensitivity could be defined as a trait-like tendency that describes individuals' misinterpretation of autonomic sensations as dangerous (Reiss et al., 1986). Studies found that anxiety sensitivity and traumatic stress symptoms are closely related to each other. It has been suggested that anxiety sensitivity may modulate an individual's physiological response to acute stress responses (Wearne et al., 2019) and individuals with higher anxiety sensitivity could be more prone to experience traumatic stress after traumatic events (Marshall et al. 2010). To support this, research results related to other outbreaks showed increased anxiety levels and traumatic stress symptoms in people (Wheaton et al., 2012). During the Covid-19 pandemic, researchers also found that acute stress reaction scores showed a positive relationship with anxiety scores (Xiao et al. 2020).

Fear is defined as an unpleasant emotional state caused by a perceived threat (Doctor et al. 2008). As the novel coronavirus threatens physical health, people who believe they are at risk of being infected show a higher degree of fear (Ahorsu et al., 2020). In this sense, the degree of fear is detrimental. When there is a balance between an actual threat and an emotional

response, it is called functional fear. Otherwise, it is called maladaptive fear where the level of fear is too high or low concerning the actual threat (Mertens et al. 2020). Researchers revealed that functional fear enhances people to compliance with health behaviors (Harper et al., 2020) whereas maladaptive fear can lead to mental health problems and lower life satisfaction (Satici et al. 2020). Fear caused by crises like terrorism, economic crisis, and migration can also lead to trauma disorders, anxiety, and depression (Giorgi et al. 2014; Nickerson et al. 2010; Palmer, 2007). Piqueras et al. (2021) found that fear of COVID-19 is a predictor of acute stress disorder.

Acute Stress Disorder has been found to cause subsequent psychological distress, such as depression, anxiety, and somatization in individuals exposed to trauma (Benight and Harper, 2002), and seems important to have a thorough knowledge of how to predict who will be resilient in the acute phase (Bryant, 2021). For that reason, this study focuses on acute stress responses and related variables in the first months of the Covid-19 pandemic.

## 2. Method

### 2.1. Sample

A total of 766 undergraduate and graduate students studying in 9 different universities in Turkey participated in the study. All the universities that participated in the study are in Istanbul/Turkey. The inclusion criteria for participants were only age and educational status. Participants who were above 18 and students in university were included in the sample, other participants were excluded as they were not eligible for the sample. One participant left more than 70% of the questions empty, one participant aged 83, and 25 participants showed response bias were removed from the data. Data from 739 people; 504 of whom were women (68.2%), and 235 of whom were men (31.8%) were analyzed. The participants' ages ranged between 18 and 55 ( $M = 23.5$ ,  $SD = 6.2$ ). 675 of the participants were single (91.3%), and 61 of them were married (8.3%) (3 missing). 656 of the participants were undergraduate students (88.8%); 83 (11.2%) were graduate/doctorate students (1 missing).

### 2.2. Procedure

The ethical approval of this study has been granted by the Ethics Committee of Beykoz University with decision number 2 at the meeting numbered 2020/4.

As of March 16, education was interrupted in Turkey because of the Covid-19 pandemic; on March 23, it was continued through online platforms. For this reason, after the university's ethics committee's approval, the questionnaire prepared by the researchers was put into an online format using the Google Documents infrastructure. Questionnaires were sent to undergraduate and graduate students who were taking the courses of academicians working in 9 different universities, including researchers, through the online education platform. Students participated in the research by accessing the research link on the announcement. Participation was voluntary. Before answering the questions, the participants were asked to approve the consent form including information, containing the purpose and content of the research and the contact information of the researchers. Participants answered the questionnaire anonymously so that no personal data was gathered. It took approximately 15 minutes to answer the questions. Data was collected between 23 April 2020 and 29 May 2020.

### 2.3. Measurement Tools

The questionnaire used in this survey consisted of a demographics form, Severity of Acute Stress Symptoms – Adult, Anxiety Sensitivity Index – Revised, and Fear of Covid-19 Scale. The demographic form included questions regarding sex (1=Female, 2=Male), year of birth, city of residence, educational status, and marital status.

### **2.3.1. The Severity of Acute Stress Symptoms—Adult (National Stressful Events Survey Acute Stress Disorder Short Scale [NSESSS])**

The 7-item scale was published by the American Psychiatry Association (2013) to assess acute stress symptom severity according to DSM-5. Each item is rated on a 5-point Likert scale (0=Not at all, 1= A little bit, 2=Moderately, 3=Quite a bit, 4=Extremely). Participants were asked to rate the severity of acute stress symptoms during the past 7 days. The APA suggests using the average total score for clinicians to help understand the severity of the symptom levels. Average total scores are calculated by dividing raw total scores by seven (number of items). The scores are interpreted as follows: (0) no acute stress symptoms, (1) mild acute stress symptoms, (2) moderate acute stress symptoms, (3) severe acute stress symptoms, and (4) extreme acute stress symptoms.

The scale was adapted to the Turkish language by Aşçıbaşı et al. (2017). They reported the internal consistency of the scale as .95 in a sample of both clinical and healthy subjects. In this study, Cronbach's alpha coefficient was calculated as .79.

### **2.3.2. Anxiety Sensitivity Index-Revised (ASI-R)**

ASI-R is an extended version of the 16-item Anxiety Sensitivity Index which was developed by Reiss, Peterson, Gursky, & McNally (1986). It was developed by Taylor and Cox (1998) to measure fear of anxiety and anxiety-related symptoms which are based on the belief that these bodily sensations and feelings can have negative psychological, physical, and social consequences. The scale consists of 36 items which are rated on a 5-point Likert scale (0=very little, ..., 4= very much). The scores ranged from 0 to 144 and increasing scores indicate increased anxiety sensitivity.

The scale's internal consistency was reported between .93 and .95 in different studies (Arnau, Broman-Fulks, Green & Berman, 2009; Deacon, Abramowitz, Woods, & Tolin, 2003; Taylor & Cox, 1998). The scale was adapted into Turkish by Durmuş-Sandler (2001), and they reported Cronbach's alpha coefficient as .94. In this study Cronbach's alpha coefficient was calculated as .96.

### **2.3.3. Fear of COVID-19 Scale**

A 7-item scale was developed by Ahorsu, Lin, Imani, Saffari, Griffiths & Pakpour (2020) to measure the individual's fear of Covid-19. The items were rated on a 5-point Likert scale (1=strongly disagree, 2=disagree, 3=neither agree nor disagree, 4=agree, 5=strongly agree). The scores ranged from 7 to 35 and higher scores indicate a greater fear of Covid-19. Ahorsu et al. (2020) reported high internal consistency ( $\alpha = .82$ ). The scale was adapted to Turkish by Satici, Gocet-Tekin, Deniz & Satici (2020). They reported Cronbach's alpha coefficient as .85. In this study, Cronbach's alpha coefficient was calculated as .86.

## **2.4. Statistics**

The data were analyzed by using IBM SPSS v.25. Frequency analysis, mean, and standard deviation calculations were used for the sample properties. An independent sample t-test was used to compare anxiety sensitivity, fear of coronavirus, and acute stress scores by sex. Pearson correlation coefficient was calculated in the analysis of the relationships between variables. Linear multiple regression analysis was performed to determine the variables predicting the change in acute stress symptom levels. The scores obtained from the NSESS were the dependent variables in this analysis. Sex, fear of Covid-19 scores, and anxiety sensitivity scores were used as independent variables.

## **3. Results**

Relationships between acute stress symptom levels, anxiety sensitivity, and fear of coronavirus were examined. The fear of COVID-19 and anxiety sensitivity showed a high positive relationship with acute stress symptom levels ( $r = .48$ ;  $r = .49$  respectively,  $p < .001$ ). Fear of coronavirus also showed a high positive correlation with anxiety sensitivity ( $r = .56$ ,  $p < .001$ ). When the NSESSS scores of the participants were analyzed, it was seen that 39 of them had none, 198 of them were mild, 317 of them were moderated, and 185 of them had a severe or extreme level of acute stress symptoms. Briefly, 67.9% of the sample showed moderate to extreme levels of acute stress symptoms.

As a result of the analysis, it was seen that women's fear of coronavirus ( $M = 17.47$ ,  $SD = 6.17$ ) was higher than men's ( $M = 15.04$ ,  $SD = 6.27$ ) ( $t = 4.95$ ,  $p < .001$ ). The acute stress scores of women ( $M = 14.09$ ,  $SD = 5.72$ ) were significantly higher than men ( $M = 11.82$ ,  $SD = 6.09$ ) ( $t = 4.89$ ,  $p < .001$ ). Finally, anxiety sensitivity scores were compared according to sex. It was also observed that women's ASI-R scores ( $M = 95.29$ ,  $SD = 30.47$ ) were higher than men's ( $M = 89.23$ ,  $SD = 28.38$ ) ( $t = 2.54$ ,  $p < .001$ ).

Table 1 shows the regression analysis results in explaining variance in acute stress symptom levels during the COVID-19 pandemic. The regression model was statistically significant ( $F_{3, 716} = 107.032$ ,  $p < .001$ ) and explained 31.0% of the variance in acute stress symptoms. The results showed that anxiety sensitivity ( $p < .001$ ), fear of COVID-19 ( $p < .001$ ) and being a woman ( $p < .01$ ) are significant explanatory variables of acute stress symptom levels during the coronavirus pandemic.

Table 1. Predictors of Acute Stress Symptom Level During Coronavirus Pandemic (N=739)

	R <sup>2</sup>	B	t	β
	.31			
Sex		-1.153	-2.869	-.091
Fear of Coronavirus		.263	7.299	.277
Anxiety Sensitivity		.065	8.757	.328

#### 4. Discussion

The changes in life during the pandemic can cause individuals to feel unsafe and anxious which can result in various mental health problems. The studies revealed that individuals can develop acute stress disorder, post-traumatic stress disorder, depression, insomnia, and anxiety during and after health-related disasters (Usher, Bhullar & Jackson, 2020). In this study, it was observed that two-thirds of the participants showed moderate to extreme levels of acute stress symptoms. Similarly, the study conducted with 7800 undergraduate and graduate students showed that 72.8% of the sample reported having moderate to high levels of acute stress symptoms (Lin et al., 2020). The high level of acute stress symptoms among university students is worrying because it is known to be one of the predictors of PTSD (Birmes et al., 2003; Brewin, Andrews, Rose & Kirk, 1999; Harvey & Bryant, 2000). Although the representativeness of a sample consisting only of university students is limited, high levels of ASD symptoms in this sample are important data for public mental health in the long term and may be useful to follow up to understand the long-term effects of the pandemic.

According to the results of the study, higher anxiety sensitivity is associated with an increase in the risk of developing acute stress symptoms. The results support the diathesis-stress model which suggests that some individual characteristics increase one's vulnerability to stress which can result in psychological disorders (Elwood, Hahn, Olatunji & Williams, 2009). Anxiety sensitivity is one of these individual characteristics and several studies reported that anxiety sensitivity levels are higher among individuals with acute stress or post-traumatic stress disorder (Asmundson & Carleton, 2005; Nixon & Bryant, 2005; Kilic, Kilic, & Yilmaz, 2008;

Lang et al., 2002). The highly positive relationship between fear of coronavirus and anxiety sensitivity also supports the idea that anxiety sensitivity predisposes an individual to fear and anxiety development (Reiss, Peterson, Gursky, & McNally, 1986). People who believe that anxiety has terrible effects may tend to have increased anxiety reactions to this expectation. It can be said that people who have higher anxiety sensitivity are more prone to have higher levels of coronavirus fear, stress, and anxiety. Both cross-sectional and longitudinal studies provide evidence that COVID distress and AS are related (Manning et al., 2021; Rogers et al., 2021; Schmidt et al., 2021). The longitudinal study conducted by Schmidt et al. (2021) showed that anxiety sensitivity occurs before continuing or later symptoms of pandemic-related distress, so it supports the notion that anxiety sensitivity can serve as a risk factor in the development of ASD symptoms. Fear of Covid-19 was another significant predictor of acute stress symptom levels. This result is consistent with the results of studies conducted in different countries during the Covid-19 pandemic (Tang et al., 2020; Casagrande, Favieri, Tambelli, & Forte, 2020). Fear is an adaptive defence mechanism, which is the basis for survival and arises in response to potentially threatening events. However, when fear becomes chronic or is disproportionate to the situation, it becomes harmful and may play a role in the development of various psychiatric disorders.

Being a woman was the third significant risk factor for acute stress symptom levels. At the same time, in this study, women's anxiety sensitivity and acute stress symptom levels were higher than men's. This finding is consistent with other findings in the literature (Liu et al., 2020; Casagrande et al., 2020; Mertens, et al., 2020). Interestingly, although the number of Covid positive cases across the globe is evenly distributed among women and men, and the mortality rate is higher in men (Wenham, Smith & Morgan, 2020), fear of coronavirus levels in women is also higher than in men. This gender-based difference can be explained by the neurological fear-processing difference between men and women (Olf, Langeland, Draijer, & Gersons, 2007). Felmingham et al. (2010) reported that women showed greater brainstem activation to a threat which can result in higher traumatic stress symptoms. The other possible explanation is that fluctuating levels of sex hormones increase the risk of women developing anxiety, trauma, and stress-related disorders (Li & Graham, 2017). On the other hand, gender role expectations could be effective in men's reporting of their fear and anxiety. However, the reason for this gender-based difference is still not very clear. Sex-sensitive research is required both on the negative health, social and economic impacts of the pandemic and on anxiety and stress responses.

Some strengths and limitations of this study can be noted. Among the strengths of the research, it can be said that this study was carried out in the first two months after the first case of coronavirus was detected in Turkey (March 11) and the World Health Organization declared the coronavirus pandemic. Although the data obtained from the study gives the possible acute stress prevalence among undergraduate and graduate students, the cross-sectional nature of the data limits the possibility of reaching conclusive statements. Longitudinal studies are needed for the prognosis of ASD following the outbreak. Another limitation of the study is that no clinical evaluation has been made for acute stress symptoms, and the information gathered is based on a self-report form. Besides, the use of an online survey in the study limits the generalizability of the results but is the best way to collect data during curfews and social distances.

## 5. Conclusion

In a pandemic, fear can increase the anxiety and stress levels of individuals, causing mental problems, as well as worsening the symptoms of people with existing mental problems (Shin & Liberzon, 2010; Shigemura, Ursano, Morganstein, Kurosawa, & Benedek, 2020). As pathological fear is one of the key factors that structure trauma-related disorders (Foa, Huppert, & Cahill, 2006), the results of this study revealed that fear of Covid-19 and anxiety sensitivity can increase the risk of acute traumatic stress disorder. Managing fear of the coronavirus seems important to protect the public's mental health during the pandemic. It is recommended to policymakers and state administrators provide clear and real-time information about the pandemic, to check the messages given in the media to avoid exaggeration of fear. Mental health professionals can develop interventions that aim to increase individuals' resilience and reduce anxiety sensitivity to control fear levels. All these findings again revealed that university students should be supported in terms of mental health. Especially the support systems that aid psychological well-being such as accessible online psychological help, and online social support groups have great importance during and after the pandemic. It has been thought that it may be beneficial to develop intervention programs targeting anxiety sensitivity to prevent trauma symptoms.

## Kaynaklar

Ahorsu, D. K., Lin, C. Y., Imani, V., Saffari, M., Griffiths, M. D., & Pakpour, A. H. (2020). The fear of COVID-19 scale: development and initial validation. *International Journal of Mental Health and Addiction*. <https://doi.org/10.1007/s11469-020-00270-8>

American Psychiatric Association (1994). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders, 4th ed.* Washington, DC: Author

American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders (DSM-5®)*. American Psychiatric Pub.

Arnau, R. C., Broman-Fulks, J. J., Green, B. A., & Berman, M. E. (2009). The Anxiety Sensitivity Index—revised: confirmatory factor analyses, structural invariance in Caucasian and African American samples, and score reliability and validity. *Assessment*, *16*(2), 165-180.

Aşçıbaşı, K., Çökmüş, F. P., & Aydemir, Ö. (2017). DSM-5 Akut Stres Belirti Şiddeti Ölçeği Türkçe Formunun geçerliliği ve güvenilirliği. *Anatolian Journal of Psychiatry/Anadolu Psikiyatri Dergisi*, *18*.

Asmundson, G. J. G., & Carleton, R. N. (2005). Fear of pain is elevated in adults with cooccurring trauma-related stress and social anxiety symptoms. *Cognitive Behaviour Therapy*, *34*, 245-255.

Birmes, P., Brunet, A., Carreras, D., Ducassé, J. L., Charlet, J. P., Lauque, D., Sztulman, H., & Schmitt, L. (2003). The predictive power of peritraumatic dissociation and acute stress symptoms for posttraumatic stress symptoms: a three-month prospective study. *American Journal of Psychiatry*, *160*(7), 1337-1339.

Bish, A., & Michie, S. (2010). Demographic and attitudinal determinants of protective behaviours during a pandemic: A review. *British Journal of Health Psychology*, *15*(4), 797-824. <https://doi.org/10.1348/135910710X485826>

Brewin, C.R., Andrews, B., Rose, S., Kirk, M. (1999). Acute stress disorder and posttraumatic stress disorder in victims of violent crime. *Am J Psychiatry*, *156*, 360-366.



Bryant, R.A., Harvey, A.G., Dang, S.T., Sackville, T., & Basten, C. (1998). Treatment of acute stress disorder: A comparison of cognitive-behavioral therapy and supportive counseling. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 66(5), 862–866.

Cao, W., Fang, Z., Hou, G., Han, M., Xu, X., Dong, J., & Zheng, J. (2020). The psychological impact of the COVID-19 epidemic on college students in China. *Psychiatry Research*, 112934. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2020.112934>

Casagrande, M., Favieri, F., Tambelli, R., & Forte, G. (2020). The enemy who sealed the world: effects quarantine due to the COVID-19 on sleep quality, anxiety, and psychological distress in the Italian population. *Sleep medicine*, 75, 12-20.

Champion, V. L., & Skinner, C. S. (2008). The health belief model. *Health behavior and health education: Theory, research, and practice*, 4, 45-65.

COVID-19 Mental Disorders Collaborators (2021). Global prevalence and burden of depressive and anxiety disorders in 204 countries and territories in 2020 due to the COVID-19 pandemic. *Lancet*. 398(10312):1700-1712.

Deacon, B. J., Abramowitz, J. S., Woods, C. M., & Tolin, D. F. (2003). The Anxiety Sensitivity Index-Revised: psychometric properties and factor structure in two nonclinical samples. *Behaviour Research and Therapy*, 41(12), 1427-1449.

Doctor, R. M., Kahn, A. P., & Adamec, C. A. (2008). *The encyclopedia of phobias, fears, and anxieties*. Infobase Publishing.

Durmuş-Sandler, G. D. (2001). *Anxiety sensitivity in a panic attack*. Unpublished Master Thesis, Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul.

Elwood, L. S., Hahn, K. S., Olatunji, B. O., & Williams, N. L. (2009). Cognitive vulnerabilities to the development of PTSD: A review of four vulnerabilities and the proposal of an integrative vulnerability model. *Clinical Psychology Review*, 29(1), 87-100.

Felmingham, K., Williams, L. M., Kemp, A. H., Liddell, B., Falconer, E., Peduto, A., & Bryant, R. (2010). Neural responses to masked fear faces: Sex differences and trauma exposure in posttraumatic stress disorder. *Journal of Abnormal Psychology*, 119(1), 241–247.

Foa, E. B., Huppert, J. D., & Cahill, S. P. (2006). Emotional Processing Theory: An Update. In B. O. Rothbaum (Ed.), *Pathological anxiety: Emotional processing in etiology and treatment* (p. 3–24). The Guilford Press

Giorgi, G., Arcangeli, G., Mucci, N., & Cupelli, V. (2015). Economic stress in the workplace: the impact of fear of the crisis on mental health. *Work*, 51(1), 135-142.

Harper, C. A., Satchell, L. P., Fido, D., & Latzman, R. D. (2020). Functional Fear Predicts Public Health Compliance in the COVID-19 Pandemic. *International Journal of Mental Health and Addiction*, 1–14. Advance online publication. <https://doi.org/10.1007/s11469-020-00281-5>

Harvey, A.G., Bryant, R.A. (2000). Two-year prospective evaluation of the relationship between acute stress disorder and posttraumatic stress disorder following mild traumatic brain injury. *American Journal of Psychiatry*, 157, 626-628.

Huang, Y., & Zhao, N. (2020). Mental health burden for the public affected by the COVID-19 outbreak in China: Who will be the high-risk group? *Psychology, Health & Medicine*, 1-12. <https://doi.org/10.1080/13548506.2020.1754438>

Kilic, E. Z., Kilic, C., & Yilmaz, S. (2008). Is anxiety sensitivity a predictor of PTSD in children and adolescents? *Journal of Psychosomatic Research*, 65, 81–86.

Lang, A. J., Kennedy, C. M., & Stein, M. B. (2002). Anxiety sensitivity and PTSD among female victims of intimate partner violence. *Depression and anxiety*, 16(2), 77-83.

Li, S. H., & Graham, B. M. (2017). Why are women so vulnerable to anxiety, trauma-related, and stress-related disorders? The potential role of sex hormones. *The Lancet Psychiatry*, 4(1), 73–82. [https://doi.org/10.1016/s2215-0366\(16\)30358-3](https://doi.org/10.1016/s2215-0366(16)30358-3)

Liu, C., & Liu, Y. (2020). Media exposure and anxiety during COVID-19: The mediation effect of media vicarious traumatization. *International journal of environmental research and public health*, 17(13), 4720.

Liu, N., Zhang, F., Wei, C., Jia, Y., Shang, Z., Sun, L., ... & Liu, W. (2020). Prevalence and predictors of PTSS during COVID-19 outbreak in China hardest-hit areas: Gender differences matter. *Psychiatry Research*, 112921. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2020.112921>

Mamun, M. A., & Griffiths, M. D. (2020). First COVID-19 suicide case in Bangladesh due to fear of COVID-19 and xenophobia: Possible suicide prevention strategies. *Asian Journal of Psychiatry*, 51, 102073.

Manning, K., Eades, N. D., Kauffman, B. Y., Long, L. J., Richardson, A. L., Garey, L., ... & Gallagher, M. W. (2021). Anxiety sensitivity moderates the impact of COVID-19 perceived stress on anxiety and functional impairment. *Cognitive Therapy and Research*, 45(4), 689-696.

Marshall, G. N., Miles, J. N., & Stewart, S. H. (2010). Anxiety sensitivity and PTSD symptom severity are reciprocally related: evidence from a longitudinal study of physical trauma survivors. *Journal of Abnormal Psychology*, 119(1), 143.

Mertens, G., Gerritsen, L., Duijndam, S., Salemink, E., & Engelhard, I. M. (2020). Fear of the coronavirus (COVID-19): Predictors in an online study conducted in March 2020. *Journal of Anxiety Disorders*, 102258. <https://doi.org/10.1016/j.janxdis.2020.102258>

Nickerson, A., Bryant, R. A., Steel, Z., Silove, D., & Brooks, R. (2010). The impact of fear for family on mental health in a resettled Iraqi refugee community. *Journal of Psychiatric Research*, 44(4), 229-235.

Nixon, R. D. V., & Bryant, R. A. (2005). Are negative cognitions associated with severe acute trauma responses? *Behaviour Change*, 22, 22–28.

Odrizola-González, P., Planchuelo-Gómez, Á., Iruñia, M. J., & de Luis-García, R. (2020). Psychological effects of the COVID-19 outbreak and lockdown among students and workers of a Spanish university. *Psychiatry Research*, 113108. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2020.113108>

Olf, M., Langeland, W., Draijer, N., Gersons, B. P. (2007). Gender differences in posttraumatic stress disorder. *Psychol. Bull.*, 133 (2), 183-204. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.133.2.183>

Pakpour, A. H., & Griffiths, M. D. (2020). The fear of COVID-19 and its role in preventive behaviors. *Journal of Concurrent Disorders*. <https://concurrentdisorders.ca/2020/04/03/the-fear-of-covid-19-and-its-role-in-preventive-behaviors/>

Palmer, I. (2007) Terrorism, suicide bombing, fear and mental health, *International Review of Psychiatry*, 19 (3), 289-296, <https://doi.org/10.1080/09540260701349506>

Piqueras, J.A., Gomez-Gomez, M., Marzo, J.C. et al. (2021). Validation of the Spanish Version of Fear of COVID-19 Scale: its Association with Acute Stress and Coping. *Int J Ment Health Addiction*, <https://doi.org/10.1007/s11469-021-00615-x>

Reiss, S., Peterson, R. A., Gursky, D. M. ve McNally, R. J. (1986). Anxiety sensitivity, anxiety frequency, and the prediction of fearfulness. *Behaviour Research and Therapy*, 24, 1-8.

Rogers, A. H., Bogiaizian, D., Salazar, P. L., Solari, A., Garey, L., Fogle, B. M., ... & Zvolensky, M. J. (2021). COVID-19 and anxiety sensitivity across two studies in Argentina: Associations with COVID-19 worry, symptom severity, anxiety, and functional impairment. *Cognitive Therapy and Research*, 45(4), 697-707.

Satici, B., Gocet-Tekin, E., Deniz, M. E., & Satici, S. A. (2020). Adaptation of the Fear of COVID-19 Scale: Its association with psychological distress and life satisfaction in Turkey. *International Journal of Mental Health and Addiction*, 1. <https://doi.org/10.1007/s11469-020-00294-0>

Schmidt, N. B., Morabito, D. M., Mathes, B. M., & Martin, A. (2021). Anxiety sensitivity prospectively predicts pandemic-related distress. *Journal of Affective Disorders*, 292, 660-666.

Shigemura, J., Ursano, R. J., Morganstein, J. C., Kurosawa, M., & Benedek, D. M. (2020). Public responses to the novel 2019 coronavirus (2019-nCoV) in Japan: Mental health consequences and target populations. *Psychiatry and clinical neurosciences*, 74(4), 281. <https://doi.org/10.1111/pcn.12988>

Shin LM, Liberzon I. (2010). The neurocircuitry of fear, stress, and anxiety disorders. *Neuropsychopharmacology*, 35,169-91.

Sood, S. (2020). Psychological effects of the Coronavirus disease-2019 pandemic. *Research & Humanities in Medical Education*, 7, 23-26. Retrieved from <https://www.rhime.in/ojs/index.php/rhime/article/view/264>

Tang, W., Hu, T., Hu, B., Jin, C., Wang, G., Xie, C., ... & Xu, J. (2020). Prevalence and correlates of PTSD and depressive symptoms one month after the outbreak of the COVID-19 epidemic in a sample of home-quarantined Chinese university students. *Journal of affective disorders*, 274, 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2020.05.009>

Taylor, S & Cox, B. J. (1998). An expanded anxiety sensitivity index: evidence for a hierarchic structure in a clinical sample. *Journal of Anxiety Disorders*, 12, 463-484.

Usher, K., Bhullar, N, Jackson, D. (2020). Life in the pandemic: Social isolation and mental health. *Journal of Clinical Nursing*, 00, 1 -2. <https://doi.org/10.1111/jocn.15290>

Wenham, C., Smith, J., & Morgan, R. (2020). COVID-19: the gendered impacts of the outbreak. *The Lancet*, 395(10227), 846-848.

Wheaton, M. G., Abramowitz, J. S., Berman, N. C., Fabricant, L. E., & Olatunji, B. O. (2012). Psychological predictors of anxiety in response to the H1N1 (swine flu) pandemic. *Cognitive Therapy and Research*, 36(3), 210-218. <https://doi.org/10.1007/s10608-011-9353-3>

WHO (2020). *Coronavirus disease (COVID-19) advice for the public*. Retrieved from <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/advice-for-public>.

WHO (2020). *Coronavirus disease (COVID-19) dashboard*. Retrieved from [https://covid19.who.int/?gclid=EAlalQobChMIply8m7Wf6gIVyO3tCh0a8AfIEAAYASABEgKKTvD\\_BwE](https://covid19.who.int/?gclid=EAlalQobChMIply8m7Wf6gIVyO3tCh0a8AfIEAAYASABEgKKTvD_BwE)

Xiao, H., Zhang, Y., Kong, D., Li, S., & Yang, N. (2020). The effects of social support on sleep quality of medical staff treating patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19) in January and February 2020 in China. *Medical Science Monitor: International Medical Journal of Experimental and Clinical Research*, 26, e923549-1. <https://doi.org/10.12659/MSM.923549>

Ye, Z., Yang, X., Zeng, C., Wang, Y., Shen, Z., Li, X., Lin, D. (2020). Resilience, Social Support, and Coping as Mediators between COVID-19-related Stressful Experiences and Acute Stress Disorder among College Students in China. *Appl Psychol Health Well Being*, 12(4):1074-1094.

Zhou, Z., Zhong, X., Zheng, Y., & Liu, W. (2015). A systematic review of the relationship between ASD and PTSD. *Journal of International Psychiatry*, 42(1), 18–22.



## İklim Değişikliğine Karşı Dirençli Kentler: Kentsel Isı Adası Etkisi Bağlamında Bir İnceleme

Esin BAŞ<sup>1</sup>, Nur Sinem PARTİGÖÇ<sup>1</sup>

### Öz

İklim yapısında meydana gelen önemli değişimlerin başlıca sebepleri arasında endüstrileşme faaliyetlerine bağlı olarak nüfusun hızla artması, kentleşme faaliyetleri ve doğal kaynak kullanımının kontrolsüz biçimde sürdürülmesi yer almaktadır. Bahsi geçen değişimlerin olumsuz etkilerinin bölgelere göre farklılık gösterdiği ve genel olarak sıcaklıkların artması, deniz suyu seviyesinde yükselme, düzensiz yağış rejimleri ve aşırı hava olaylarının gözlenmesi biçiminde kendisini gösterdiği bilinmektedir. Gözlenen iklimsel ve meteorolojik değişimlerin beklenen ve yaygın bir sonucu olarak kentsel ısı adası etkisi ortaya çıkmaktadır. Bu etki, yoğun yapı ve nüfusun yer aldığı sıkışık dokuya sahip kentlerde önemli ölçüde hissedilebilir durumdadır. Kentsel ısı adası etkisi, yalnızca iklimsel ve meteorolojik bakımdan meydana getirdiği değişimlerle değil, aynı zamanda kentlerde ikamet eden vatandaşların yaşam kalitesinin düşmesi ve özellikle toplumdaki dezavantajlı gruplar için halk sağlığı tehdidi oluşturmasıyla öncelikli olarak ele alınması gereken konular arasında yer almaktadır. Bu noktadan hareketle, çalışmada iklim değişikliğine neden olan ve kentsel alanlarda olası afet risklerini artıran antropojenik unsurlar ile kentsel ısı adası etkisi arasında neden – sonuç ilişkisi kurulması amaçlanmıştır. Bu kapsamda, ilgili akademik literatür detaylı biçimde incelenmiş, ulusal ve uluslararası düzeyde kentsel ısı adası etkisini minimize etmek ve/veya bertaraf etmek için geliştirilen uygulamalar değerlendirmeye alınmıştır. Sonuç olarak, şehir planlama disiplininin bakış açısından kentsel dirençliliğin sağlanmasında kilit rol oynayan kentsel ısı adası etkisi vurgusu yapılmış olup, şehir planlama disiplini kapsamında küresel iklim değişikliğiyle uyumlu stratejilerin neler olabileceği ve kentsel dirençliliğin artırılması adına hangi uyum ve adaptasyon politikalarının geliştirilebileceği tartışılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** İklim değişikliği, kentsel ısı adası etkisi, kentsel dirençlilik, afet riski, şehir planlama.

## Resilient Cities Against Climate Change: A Review in the Context of the Urban Heat Island Effect

### Abstract

Significant changes have occurred in the climate structure due to the rapid increase in the population regarding industrial activities, urbanization facilities and uncontrolled usage of natural resources. The negative impacts of these changes vary by region and they are manifested themselves in the form of increasing temperatures, rising seawater levels, irregular precipitation regimes and the observation of extreme weather events. An expected and widespread consequence of these climatical and meteorological changes is the urban heat island effect. The urban heat island effect is caused not only by climatic and meteorological changes, but also by a decrease in the quality of life of citizens residing in cities and, in particular, disadvantaged groups in society. So, this issue has a priority as a public health threat. Based on this point, the study aimed to establish a cause–effect relationship between the urban heat island effect and anthropogenic elements that cause climate change and increase possible

<sup>1</sup> Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, Pamukkale Üniversitesi, Denizli

\* İlgili yazar/Corresponding author: spartigoc@gmail.com

Gönderim Tarihi / Received Date: 06.03.2023

Kabul Tarihi / Accepted Date: 23.06.2023

Bu makaleye atıf yapmak için- To cite this article

Baş, E., Partigöç, N. S., (2023). İklim Değişikliğine Karşı Dirençli Kentler: Kentsel Isı Adası Etkisi Bağlamında Bir İnceleme. Resilience, 183-198.

disaster risks in urban areas. In this context, the relevant academic literature has been examined in detail and the applications have been evaluated which are developed to minimize and eliminate the urban heat island effect at the national and international levels. As a result, the urban heat island effect is emphasised that plays a key role in ensuring urban resilience from the point of view of the urban planning discipline. Moreover, strategies compatible with global climate change are discussed within the scope of urban planning discipline and what adaptation and adaptation policies can be developed in order to increase urban resilience.

**Keywords:** Climate change, urban heat island effect, urban resilience, disaster risk, urban planning.

## 1.Giriş

Birleşmiş Milletler (BM) Nüfus Fonu tarafından hazırlanan raporda, 2022 yılı itibariyle dünya nüfusunun 8 milyar kişiye ulaştığı ve bu nüfusun yaklaşık %55'inin kentsel alanlarda yaşadığı ifade edilmiştir (BM, 2022). 1950 – 2020 yılları arasındaki 70 yıllık dönemde dünya genelinde nüfusun artış hızı (%2,1 oranında) büyük bir ivme kazanmış ve bu sürecinde doğal bir sonucu olarak kentleşme oranı da artmıştır. 2021 yılı itibariyle Türkiye'nin dünyada en büyük nüfusa sahip 20 ülkeden biri olduğu ve toplam nüfusun yaklaşık %93'nün kentsel alanlarda yaşadığı düşünüldürse (Özgür, 2022), planlı ve kontrollü bir biçimde ilerlemesi beklenen kentleşme süreçlerinin yalnızca kentsel nitelikli alanlarda gözlenen hızlı bir nüfus birikim sürecinden ibaret olduğu gerçeğiyle karşı karşıya kalındığı görülebilecektir.

Nüfusun belirli alanlarda birikmesi, meteorolojik ve iklimsel koşullara bağlı olarak ortaya çıkan afetlere zemin hazırlayan önemli bir unsura dönüşmektedir. Başka bir deyişle, kentsel alanların zamanla tamamen yapılı çevre unsurlarından (endüstriyel üretim birimleri, yapı stoku, altyapı ve üstyapı elemanları, üretim niteliğini kaybeden tarım alanları, vb.) oluşan ve doğal çevreyle koruma-kullanma dengesini kaybeden yerleşim alanlarına dönüşmesi, bu alanların olası afet riskleri karşısında dirençliliğini azaltan ve öngörülen afet zararlarını arttıran başat bir neden haline gelmektedir. Farklı ölçeklerde yapılı çevre – doğal çevre ilişkisinde gözlenen bu değişimler, günümüzde pek çok disiplinin araştırma alanına giren küresel iklim değişikliğine yönelik tartışmaları gündeme getirmiştir.

Endüstrileşme faaliyetlerinin başladığı 19. yüzyıldan günümüze kadar geçen sürede antropojenik etkenlerin neden olduğu sera gazı salınımlarının özellikle kentlerde giderek artma ve yoğunlaşma eğiliminde olduğu gözlenmiştir. Bu eğilim, sera gazı etkisini artırarak atmosferdeki sıcaklık artışlarının ortalama değerlerden daha fazla artmasına neden olmuştur. Sıcaklık artışlarının ortalama değerlerden daha fazla olması durumu, doğal ekosistemler ve insan sağlığına dolaylı ve doğrudan zarar verici sonuçlara neden olması bakımından çeşitli önlemler alınması gereken bir durum olarak karşımıza çıkmaktadır. Öyle ki, kirletici emisyonların beklenen düzeyin üstünde artmasıyla gündeme gelen sera gazı etkisi, günümüzde küresel iklim değişikliğine bağlı pek çok afet olayının (aşırı hava olayları, düzensiz yağış rejimleri, kara ve deniz buzullarının erimesi, deniz seviyelerinin yükselmesi, vb.) ortaya çıkması sürecinde, Birleşmiş Milletler tarafından ifade edildiği biçimiyle, bir 'tehdit çarpanı' niteliği taşımaktadır.

Kentsel nitelikli alanlarda iklim özelliklerinin değişmesine neden olan pek çok faktör söz konusudur. Bu faktörler şöyle sıralanabilir (Gerçek ve Bayraktar, 2014; Yıldız vd., 2019; Tonyalıoğlu, 2019): (1) Geçirimsiz yüzeylerin kent merkezlerinde fazla olması, (2) açık ve yeşil alanların niteliğinin ve niceliğinin azalması, (3) hava koridorlarının oluşmasını engelleyen uygulamalar yapılması, (4) fosil yakıt kullanımının kentsel faaliyetler (evsel ısınma, endüstriyel üretim, ulaşım, vb.) için yoğun biçimde kullanılması, (5) yapıların kullanılan malzemeye bağlı olarak gündüz aldıkları güneş enerjisini geceleri dışarı vermeleri, (6) ısıtma ve/veya soğutma

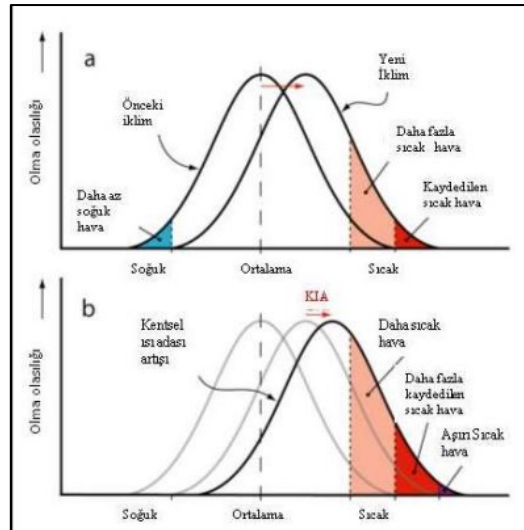


amacıyla elektrik tüketiminin fazla olması, (6) atmosferdeki konsantrasyon derişimlerinin kentsel faaliyetler sebebiyle zamanla farklılaşması.

Kentsel ısı adası etkisi, yukarıda sıralanan sebeplerin nüfusun ve yapı stokunun yoğun olduğu kentsel alanlarda ortaya çıkardığı önemli bir sonuçtur. Geçirgen olmayan kent yüzeylerinde suyun hızla drene olması ve toplam buharlaşmanın (*evapotranspiration*) azalması sonucu olarak ortaya çıkan bu etki, yapılı çevre olarak ifade edilen yerleşim alanlarının çevresindeki doğal alanlardan daha sıcak olmasına neden olmaktadır (Kim, 1992; Owen vd., 1998). Bu noktadan hareketle, çalışmada iklim değişikliğine neden olan ve kentsel alanlarda olası afet risklerini artıran antropojenik unsurlar ile kentsel ısı adası etkisi arasında neden – sonuç ilişkisi kurulması amaçlanmıştır. Bu kapsamda, ilgili akademik literatür detaylı biçimde incelenmiş, ulusal ve uluslararası düzeyde kentsel ısı adası etkisini minimize etmek ve/veya bertaraf etmek için geliştirilen uygulamalar değerlendirmeye alınmıştır. Sonuç olarak, şehir planlama disiplini kapsamında küresel iklim değişikliğiyle uyumlu stratejilerin neler olabileceği ve kentsel dirençliliğin artırılması adına hangi uyum ve adaptasyon politikalarının geliştirilebileceği tartışılmıştır.

## 2. Kentleşme Süreçlerinin Beklenen Sonucu: Kentsel Isı Adası (KIA) Etkisi

Kentsel alanlar ile yakın çevrelerdeki doğal nitelikli alanlar arasında sıcaklık farkı olabilmesi ve bu sıcaklık farkının 5°C'ye kadar çıkabilmesi öngörüsü, günümüzde gündem olan küresel iklim değişikliği tartışmalarının çok öncesine dayanmaktadır. 19. yüzyılda ilk kez Luke Howard tarafından ortaya konulan bu öngörü, kentsel alanların diğer bölgelere göre daha fazla ısınma eğiliminde olduğunu ifade etmektedir (Howard, 1818). Bu öngörü, yaklaşık 200 yıl sonra, Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) tarafından hazırlanan 'AR6 Synthesis Report: Climate Change 2023' başlıklı raporda küresel yüzey sıcaklığındaki artışın ortalama 1,5 - 2°C'lik ısınma sınırını aşacağı biçiminde karşımıza çıkmaktadır. Şöyle ki, küresel yüzey sıcaklığının belirlenen sınırları aşması ve bu değişim karşısında herhangi bir uyum ve adaptasyon stratejisi geliştirilmemesi durumunda, küresel ölçekte oluşacak ısınmaya bağlı olarak bilinen tüm doğal sistemlerin geri dönüşü olmayan biçimde zarar göreceği tahmin edilmektedir (IPCC, 2023). Şekil 1'de küresel ölçekli ısınmaya bağlı olarak yüzey sıcaklıklarında meydana gelen değişim ve kentsel ısı adası etkisi sunulmuştur.



Şekil 1. İklim değişikliğinin yüzey sıcaklıklarına ve kentsel ısı adasına etkisi (Brown vd., 2018)

Kent ikliminin karakteristik bir özelliği olarak ortaya çıkan kentsel ısı adası etkisinin oluşmasına neden olan pek çok unsur akademik yazında yer almaktadır. Nasıl ki kent ikliminin özellikleri zamana ve mekâna göre farklılık gösteriyorsa, benzer biçimde, kentlerin sahip olduğu yere özgü nitelikleri (çevresel, sosyal, ekonomik, morfolojik, vb.) de ısı adası etkisinde farklılıklara neden olmaktadır. Örneğin yaz aylarında gün boyunca ve yoğun biçimde görülen kentsel ısı adası etkisi yüzeysel nitelik taşıırken, kış aylarında gece boyunca ve yoğun biçimde görülen kentsel ısı adası etkisi atmosferik nitelik göstermektedir. Gün ve gece boyunca saat başı farklı ölçülebilecek kentsel ısı adası etkisi yüzeysel nitelik taşıırken, 24 saatlik zaman diliminde belirgin farklılıklar göstermeyen kentsel ısı adası etkisi atmosferik nitelik göstermektedir (EPA, 2003). Kentsel ısı adası etkisini oluşturan belli başlık unsurlar sınıflandırma ölçütleri bakımından farklılık göstermektedir. Bu unsurlar şu şekilde sınıflandırılabilir (Oke, 1982; Belgil, 1995; Alexander ve Mills, 2014, Matzarakis ve Mayer, 2009; Şimşek ve Şengezer, 2012; Nuruzzaman, 2015):

- i. **Alexander ve Mills (2014)** -> Antropojenik faktörler (antropojenik ısı salınımı), topoğrafik faktörler (kentsel yüzey geometrisinin radyasyon yoluyla soğuma üzerindeki etkisi) ve çevresel faktörler (kentsel pürüzlülüğün hava hareketlerine etkisi ve evaporatif soğumanın kullanılabilirliği)
- ii. **Nuruzzaman (2015)** -> Antropojenik faktörler (rüzgârın engellenmesi yüzünden konveksiyonun azalması, klimalar nedeniyle atmosfere ısı yayılması, İnsan kaynaklı CO<sub>2</sub> emisyonları), malzeme türü (düşük albedoya sahip materyallerin kullanıldığı için ısının tutulması, kentsel kanopi nedeniyle atmosferde ısının hapsolmesi) ve çevresel faktörler (hava kirliliğinden ötürü atmosferde ısının hapsolmesi, bitki örtüsü yok edildiği için daha az serinlik etkisinin oluşması)
- iii. **Matzarakis ve Mayer (2009)** -> Kentin morfolojik özellikleri
- iv. **Oke (1982)** -> Antropojenik faktörler (antropojenik ısı kaynakları, binalar ve trafikten oluşan ısı kayıpları), malzeme türü (örtülü alanlardan ve çatılardan artan ısı akışı, yapı malzemeleri), topoğrafik faktörler (kanyon geometrisi) ve çevresel faktörler (hava kirliliği, azalan buharlaşma, azalan uzun dalga radyasyon kaybı)
- v. **Belgil (1995)** -> Antropojenik faktörler (Hava koridorlarının oluşmasını engelleyen uygulamalar yapılması, fosil yakıt kullanımının kentsel faaliyetler için kullanılması, ısıtma ve/veya soğutma amacıyla elektrik tüketiminin fazla olması), malzeme türü (geçirimsiz yüzeylerin kent merkezlerinde fazla olması, yapıların kullanılan malzemeye bağlı olarak gündüz aldıkları güneş enerjisini geceleri dışarı vermeleri) ve çevresel faktörler (açık ve yeşil alanların azalması, atmosferdeki konsantrasyon düzeylerinin farklılaşması)
- vi. **Şimşek ve Şengezer (2012)** -> Antropojenik faktörler (kentsel faaliyetler, nüfus, malzeme türü, enerji tüketimi, fosil yakıt kullanımı) ve çevresel faktörler (iklim özellikleri, rüzgâr hızı ve yönü, yüzey geometrisi).

Yapılan incelemeler ışığında, çalışma kapsamında kentsel ısı adası etkisi oluşumuna neden olan faktörler üç sınıfta gruplandırılmıştır: (a) Doğal çevre – yapılı çevre unsurları, (b) kent geometrisi ve (c) antropojenik ısı yayılımı.

- a. **Doğal çevre – yapılı çevre unsurları** -> Kentsel alanlardaki bitki örtüsünün ve doğal yapı unsurlarının (açık ve yeşil alanlar, su varlığı, vb.) az ve/veya yetersiz olması nedeniyle gölge oluşumunun azalması, doğal döngüdeki nem dengesinin bozulması, kentsel alanlarda albedo değeri düşük (güneş ışığını daha az yansıtma eğilimi) yüzey kaplama malzemelerinin (beton, asfalt, çatı malzemeleri vb.) kullanılması.
- b. **Kent geometrisi** -> Mevcut binaların tipolojileri, bina yükseklikleri, sokak genişlikleri ve rüzgâr sirkülasyonunun sağlanması açısından kent geometrisinin incelenmesi

önemlidir. Kentsel yoğunluğun ve bina yüksekliklerinin sokak genişliğine oranının fazla olduğu alanlarda kentsel ısı adası oluşumunun daha fazla olduğu ortaya konulmuştur. Bina yüksekli – sokak genişliği oranının yüksek olması kentsel alanlardan atmosfere ısı yayılımını kısıtlayan ve gece soğumasını yavaşlatan bir süreci ifade etmektedir (Dursun ve Yavaş, 2017).

- c. **Antropojenik ısı yayılımı** -> Kentsel alanlarda artan nüfusla birlikte ihtiyaçlar da artmıştır. Buna bağlı olarak, doğal yapının tahrip edilmesi ve fosil yakıtların yoğun kullanımı sonucunda atmosfere salınan sera gazları küresel ısınmaya ve iklim yapısında değişikliklere neden olmuştur. Antropojenik ısı yayılımı, evsel ısınma, endüstriyel üretim süreçleri ve ulaşımda fosil yakıtların kullanılması ile ısıtma ve soğutma amaçlı enerji kullanımı sebebiyle oluşmaktadır. İnsan kaynaklı ısıların büyük bir şehrin merkezinde gece ve gündüz 2-3°C'lik bir ısı etkisi oluşturabildiği saptanmıştır (Tozam, 2016).

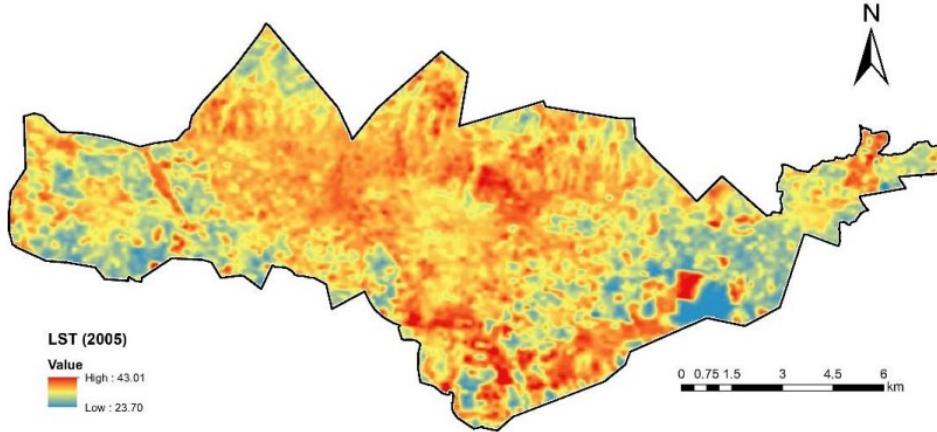
Kentsel alanlarda iklim özelliklerinin farklılıklar gösterdiği ve meteorolojik konumlandırılmayla kentsel ısı adası etkisinin daha net biçimde anlaşılabilceği fikrini Oke (2004) ortaya atmıştır. Bu fikrin temelinde, kentsel alanları kentsel iklim bölgeleri denilen homojen bölgelere ayırır ve o bölgelerin ön plana çıkan özelliklerine göre değerlendirmeler yapılması amacı yer almaktadır (Oke, 2004). Bölgeler, yüzey örtüleri, yapıların durumuna göre ve doğal yüzey iklimini bozma potansiyeli ile ayırt edilir (Bkz. Şekil 2). En büyük potansiyele sahip bölgeler, bina en-boy oranları, geçirimsiz yüzey fraksiyonları için büyük değerlere sahiptir. En az potansiyele sahip bölgeler, en boy oranları, geçirimsiz yüzey fraksiyonları için küçük değerlere sahiptir (Oke, 2006).

Yerel İklim Bölgesi (YİB)	Resim	Pürüzlülük	En / Boy oranı	Yapılaşma (Geçirimsiz) %
1- Yüksek katlı, yakın mesafeli ve cephe kaplaması olan yapıların bulunduğu alanlar		8	>2	>90
2-2-5 katlı yoğun yapılaşmanın olduğu alanlar		7	1,2-2,5	>85
3-Sıralı müstakil yoğun yapılaşmanın olduğu alanlar		7	0,5-1,5	70
4-Düşük yoğunlukta uzun geniş yapıların olduğu alanlar		5	0,05-0,2	75-95
5-Düşük yoğunlukta sıralı yapıların olduğu alanlar, banliyöler		6	0,2-0,5 Uzun ağaçlar	35-65
6-Hava alanları, üniversite kampüsleri gibi büyük geniş yapılar ile yeşil alanların birlikte bulunduğu alanlar		5	0,1-0,5 Ağaçlık	<40
7-Yarı kırsal alanlar, doğal ya da tarım alanları		4	>0,05 Ağaçlık	<10

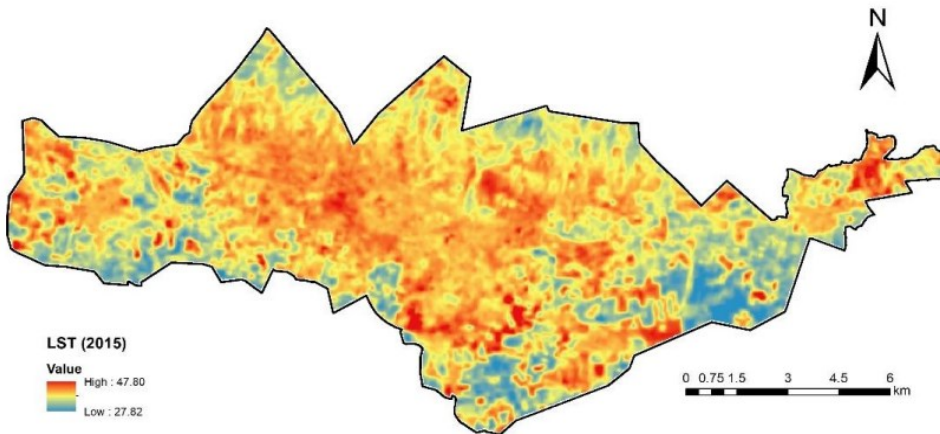
Sembol anahtarı: ■ -yapılar □ -Bitkiler — -Geçirimsiz yüzey - - - Geçirimli yüzey

Şekil 2. Kentsel iklim bölgeleri ve özellikleri (Oke, 2006; aktaran Somuncu, 2021)

Kentsel ısı adası etkisinin incelenmesi üzerine akademik yazında yer alan uygulamalı örnekler araştırılmış olup, bu örnekler arasından kapsam bakımından benzerlik gösteren örnekler çalışmaya dâhil edilmiştir. Belirtilen örneklerden biri olarak, Tonyaloğlu (2019) yapılaşma ve bitki örtüsünün azalmasıyla kentsel ısı adası etkisini Aydın ili Efeler ve İncirliova ilçeleri için ortaya koymuştur. Çalışma kapsamında elde edilen bulgular ışığında, Efeler ve İncirliova ilçelerinin yapılaşmanın en yoğun olduğu yerleşim alanları olduğu görülmüştür. Belirlenen iki ilçe için 2005 ve 2015 yılları arasında geçirimsiz yüzeyler ve bitki örtüsünde yaşanan değişimlere bağlı yüzey sıcaklığı farklılıkları ve kentsel ısı adası etkisi tespit edilmiştir. 2005 ve 2015 yılları için elde edilen LST modelleri Şekil 3 ve 4’de verilmiştir. 2005 yılında en yüksek ve en düşük yer yüzeyi sıcaklığı değerleri 43.01°C ile 23.70°C arasında değişirken, ortalama yer yüzeyi sıcaklığı 33.52°C olarak belirlenmiştir (Bkz. Şekil 3). 2015 yılı Temmuz ayında ise en yüksek ve en düşük yer yüzeyi sıcaklığı değerleri 47.80°C ve 27.82°C arasında değişirken, ortalama yer yüzeyi sıcaklığının 3.63°C artarak 37.15°C’ye çıktığı gözlemlenmiştir (Bkz. Şekil 4). Bu durum, çalışma alanında 2005 ve 2015 yılları arasında yapılaşmanın yoğun olduğu merkezlerde yer yüzeyi sıcaklık dağılımının gittikçe daha kompakt bir yapı aldığını ve ısı adası etkisinin arttığını göstermektedir (Tonyaloğlu,2019).



Şekil 3. Arazi yüzey sıcaklığı (LST) modeli (2005 Yılı) (Tonyaloğlu, 2019)

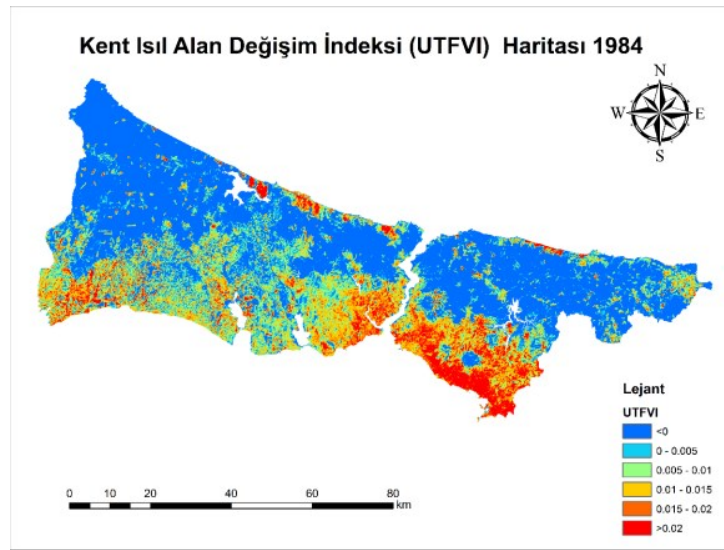


Şekil 4. Arazi yüzey sıcaklığı (LST) modeli (2015 Yılı) (Tonyaloğlu, 2019)

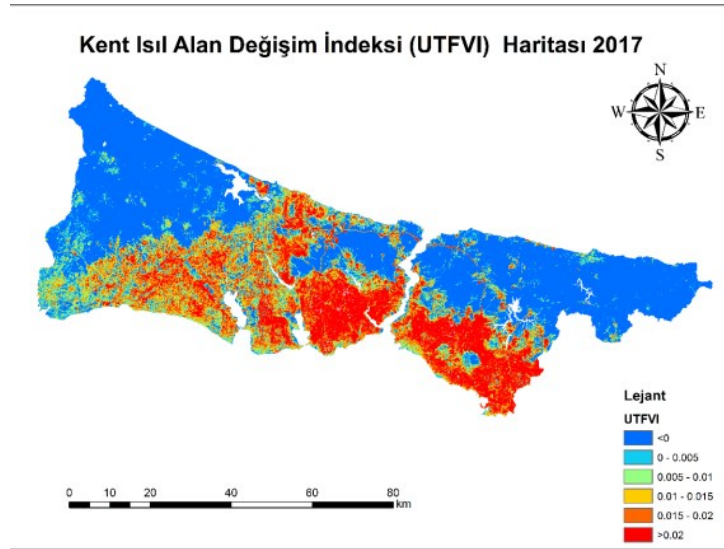
Diğer bir örnek olarak, Çelik (2019) yılında arazi örtüsü değişimlerinin kentsel ısı adalarına olan etkilerinin zamansal ve mekânsal olarak İstanbul örneği üzerinden ele almıştır. Çalışma kapsamında İstanbul ilinin 1984 - 2017 yılları arasındaki kentsel ısı adası etkisini ortaya koymak amacıyla meteorolojik veriler ve Landsat uydu görüntülerinden yararlanılmıştır. Elde edilen bulgulara ışığında, çalışmada İstanbul ilinde 1984 - 2017 yılları arasında arazi kullanım

deseninde meydana gelen değişimin, geçirimsiz yüzey varlığındaki artış ve doğal alanların giderek azalmasına bağlı olarak gözlenen kentleşme sürecinin beklenen bir sonucu olarak ortaya çıktığı vurgulanmıştır. Ayrıca, gözlenen bu değişim kentsel ısı adası etkisiyle direkt olarak ilişkilendirilmiştir (Bkz. Şekil 5 – 7).

Buna ek olarak, bahsedilen çalışma kapsamında, kentsel ısı adası etkisinin yüksek çıktığı ve yüzey sıcaklıklarının yüksek olduğu 10 farklı nokta belirlenmiş ve bu noktaların mekânsal özellikleri incelenmiştir. Yapılan inceleme doğrultusunda, yüzey sıcaklıklarının yüksek çıktığı alanlarda yoğun kentleşme faaliyetlerinin görüldüğü ifade edilmiştir. Elde edilen bulgular ışığında, yüzey sıcaklıklarının yüksek olduğu 10 nokta için arazi kullanım değerlerinin, beton ve asfalt türü yüzey bileşenlerinin ağırlıklı olduğu otopark, alışveriş merkezleri, endüstriyel alanlar ve yapay çim içeren spor kompleksleri ve halı sahalar olduğu tespit edilmiştir (Çelik, 2019). Yüzey malzemelerinin kentsel ısı adası üzerine etkili olduğunu ve kentsel ısı adasının önlenmesi adına şehir planlama süreçlerinin yapıllı ve doğal çevre dengesinin gözetilerek yürütülmesi gerektiği bir kere daha kanıtlanmıştır.

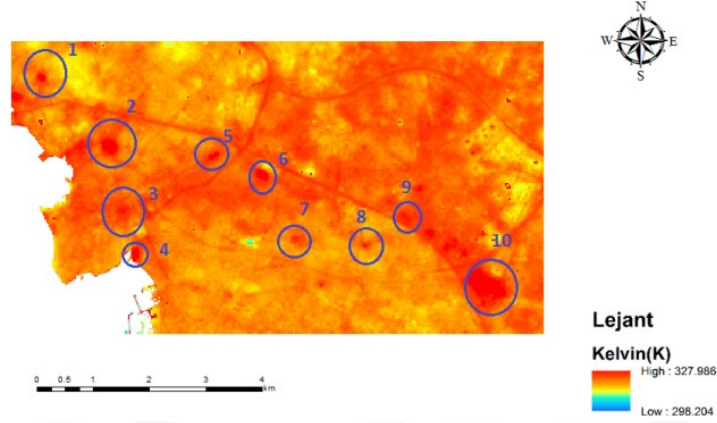


Şekil 5. İstanbul UTFVI haritası (1984 yılı) (Çelik, 2019)



Şekil 6. İstanbul UTFVI haritası (2017 yılı) (Çelik, 2019)



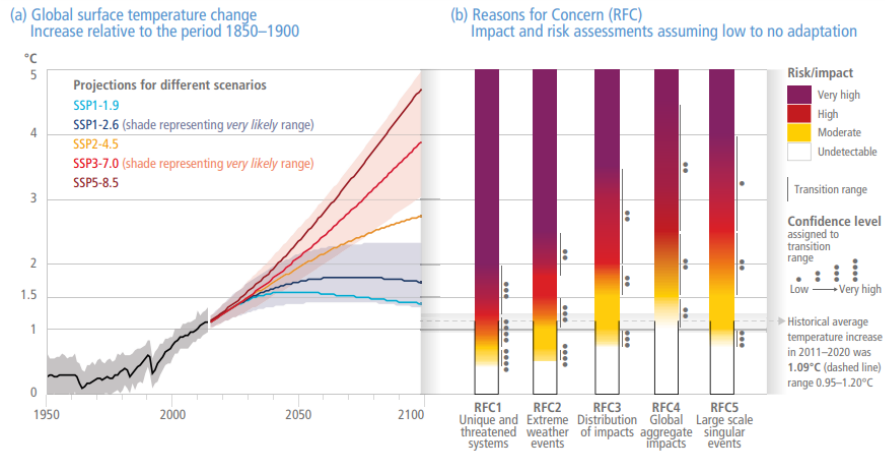


Şekil 7. Kentsel ısı alanı etkisinin güçlü olduğu bölgelerde yüzey sıcaklıklarının yüksek olduğu noktalar (2017 yılı) (Çelik, 2019)

### 3. İklimsel ve Meteorolojik Afetlere Hazırlıklı Olmak: Kentsel Dirençlilik Kavramı

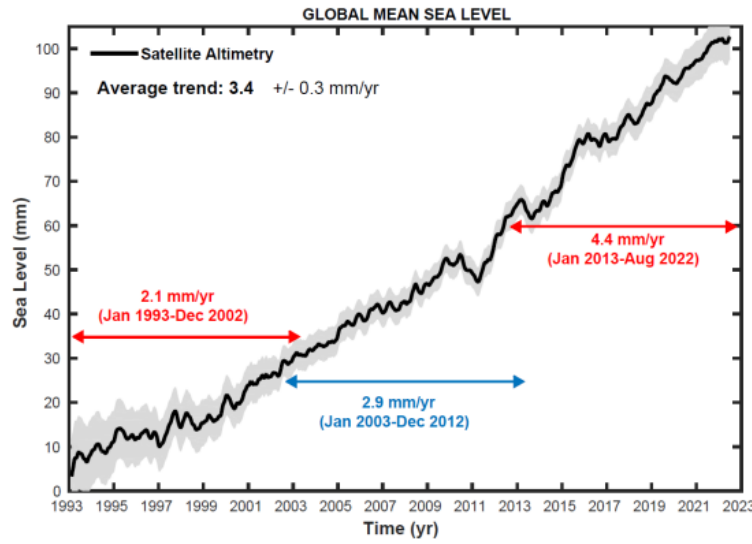
İklim değişikliğine bağlı yaşanan iklimsel ve meteorolojik afetlerin sayıları, sıklıkları ve etki alanları artış eğilimindedir. Bu duruma dünyanın çeşitli bölgelerinde gözlenen daha güçlü ısı dalgaları, daha uzun süren kuraklıklar, daha sık gözlenen su taşkınları, deniz suyu seviyesinin yükselişi ve fırtına dalgaları örnek verilebilir. Artan iklim olayları ve etkilerinin farklı coğrafi özelliklere göre değişkenlik gösterdiği, bunun yanı sıra, doğal ekosistemler, kentsel altyapı ve üstyapı unsurları, gıda temini ve güvenliği, zorunlu göçler gibi konularda hem kentsel alanlarda yaşayan bireyleri hem de süreci dikkatle izleyen karar mekanizmalarını ciddi biçimde zorladığı ortadadır. Yaşanan afetler özellikle gelişmekte olan ülkelerde alt gelir düzeyindeki bireyler, yaşlılar, kronik rahatsızlığa sahip bireyler, özel ihtiyaçlı bireyler ve çocuklar gibi hassasiyeti yüksek kesimler için kırılabilirliği önemli ölçüde artırmaktadır.

Mekânsal etkileri bakımından incelendiğinde ise, dünya genelinde özellikle yüksek sıcaklıklara maruz kalan bölgeler ve kıyı yerleşimleri gibi iklim olaylarına karşı kırılabilirliği fazla olan alanlarda deniz seviyelerinin yükselmesi ve yağış rejimlerinde yaşanan düzensizlik ve değişkenliğe bağlı olarak ortaya çıkabilecek afet riskleri olduğu öngörülmektedir. Şekil 8'de görüldüğü üzere, yüzey sıcaklıklarında beklenen artışlar ve buna bağlı yaşanabilecek afet olayları doğru orantılıdır.



Şekil 8. Yüzey sıcaklıklarında beklenen artış ve afet olaylarına etkisi (IPCC, 2023)

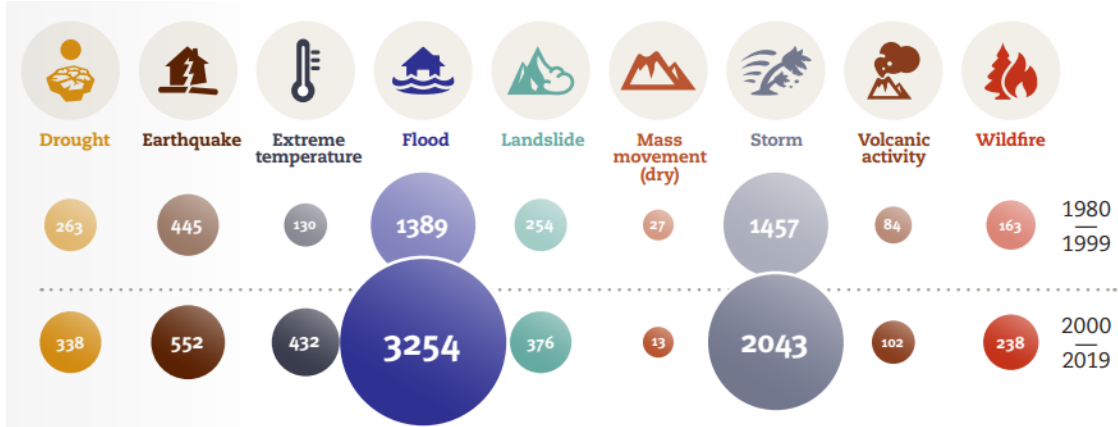
Dünya Meteoroloji Teşkilatı (WMO)'nın (2022) yayınladığı istatistiklere göre, küresel deniz seviyesi günümüzde de yükselmeye devam etmekte olup; 1880 – 2022 yılları arasındaki yaklaşık 150 yıllık dönemde ortalama deniz seviyesinin toplam 8–9 inç (21–24 santimetre) yükseldiği saptanmıştır (WMO, 2022). Deniz suyu seviyelerinin yükselmesinin temel nedenleri küresel ısınma etkisiyle eriyen buzullar ve deniz suyunun ısınırken termal genişlemesinin birleşimi biçiminde ifade edilmektedir. Şekil 9'da sunulduğu üzere, 1993 - 2022 yılları arasındaki yaklaşık 30 yıllık dönemde deniz suyu seviyelerinde ortalama  $3,4 \pm 0,3$  mm/yıl yükselme beklenirken, 2013 - 2022 yılları arasında bu artış tahminlerin üzerine çıkarak 4,4 mm/yıl olmuştur. Öyle ki, beklenenin dışında bir tahmin olarak, Ocak 2021 - Ağustos 2022 arasında deniz suyu seviyelerindeki artışın 5 mm olduğu görülmektedir. Ocak 2020'den günümüze kadar deniz suyu seviyelerindeki artış ise yaklaşık 10 mm'dir.



Şekil 9. 1993 - 2022 yılları arasında küresel ortalama deniz suyu seviyesinin değişimi (WMO, 2022)

2023 yılında Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) tarafından hazırlanan 'AR6 Synthesis Report: Climate Change 2023' başlıklı raporda ifade edildiği üzere, kentsel nitelikli alanlar, 20. yüzyılın ortasından itibaren günümüze kadar geçen süreçte dünya genelinde ortalama yüzey sıcaklıklarında gözlenen artışın %95'ine neden olmuştur (IPCC, 2023). B noktadan hareketle, kentleşme süreçlerinin pek çok faktöre (geçirimsiz yüzeylerin artırılması, kirlenici emisyonlarının artması, yoğun fosil yakıt kullanımı, koruma-kullanma dengesi gözetilmemesi, vb.) bağlı olarak küresel iklim değişikliğinin itici gücü haline geldiğini söylemek yanlış olmayacaktır. Gelecek döneme ilişkin öngörülen en büyük risk olarak, hali hazırda dünya genelinde kentsel alanlarda yaşayan nüfus oranının (%55 oranında) 2050 yılına kadar hızla artacağı ve %68'e ulaşacağı görülmektedir (BM, 2018). Öngörülen bu riskin doğurabileceği sonuçları anlamak için, günümüze dair EM-DAT (The Georeferenced Emergency Events Database) tarafından açıklanan afet istatistiklerine bakmak yeterli olacaktır. Buna göre, 2021 yılı itibarıyla dünya genelinde toplam 437 afet kaydedilmiştir ve bu afetler (fırtınalar, aşırı hava olayları, kuraklık ve orman yangınları) ağırlıklı olarak iklimsel ve meteorolojik afetler sınıfına girmektedir. Toplamda yaklaşık 10.500 kişinin yaşamını yitirdiği bu afetlerin geçtiğimiz 400 yıllık dönemlik ortalamasının çok üzerinde olduğu açıktır (EM-DAT, 2021). Şekil 10'da 1980 – 2019 yılları arasındaki dönemde meydana gelen afet olaylarının türlerine göre dağılımı sunulmuştur.





Şekil 10. 1980 – 2019 yılları arasında meydana gelen afetlerin türlerine göre dağılımı (UNDRR, 2020)

Çeşitli açılardan (ekonomik yapı, çevresel sürdürülebilirlik, yaşam kalitesi, kentsel faaliyetlerin devamlılığı, vb.) doğurabileceği etkiler göz önünde bulundurulduğunda, kentlerin ve kentleşme süreçlerinin değişen iklimsel ve meteorolojik koşulların hem başat sebebi hem de öncelikli etkileneni olduğu açıktır. Öyle ki, yerleşim alanlarını oluşturan fiziksel çevre unsurları ve bu alanlarda ikamet eden bireyler gözlenen bu dışsallıklar neticesinde olası afetler karşısında daha kırılgan, savunmasız ve zarara açık hale gelmektedir. Dolayısıyla, gözlenen ve öngörülen iklim değişiklikleri karşısında sürdürülebilirlik temelinde ele alınan dirençli kentlerin oluşturulması artık bir zorunluluk haline gelmiştir.

Dirençlilik kavramı, 1970'li yıllarda Holling tarafından üzerinde uzmanlaşılan konulardan biridir ve "bir sistemin ve özelliklerinin değişime ve olumsuz etkiye maruz kalmasına rağmen, durum değişkenleri veya popülasyonları arasında aynı ilişkileri sürdürebilmesi" biçiminde ifade edilmiştir. (Holling, 1973). İklim değişikliği, sürdürülebilirlik, ekoloji ve afet yönetimi alanları ile bağlantı olan bu kavram, şehir planlama disiplini içerisinde kentsel dirençlilik olarak yer bulmaktadır. Şehir planlama perspektifinden ele alındığında, kentsel dirençlilik kavramı, yerleşim alanları için geliştirilen strateji ve politikalar aracılığıyla olası afet risklerinin etkilerini en aza indirmek ve/veya bertaraf etmek amacıyla önlemler almak biçiminde tanımlanabilir (Galderisi, 2013). Başka bir ifadeyle, kentsel dirençlilik, afet riskleri karşısında kentlerin fonksiyonlarını devam ettirmek ve gelecekte ortaya çıkabilecek risklere karşı yanıt geliştirebilmek doğrultusunda uyum, absorbe etme, dönüşüm ve hazırlık kapasitesindeki sürekli bir gelişmeyi ifade etmektedir (Dubbeling vd., 2004).

Günümüzün temel problem alanlarından biri olan küresel iklim değişikliğinin gözlenen ve olası etkileri karşısında kentsel dirençliliğin artırılması son dönemde ivme kazanan ve pek çok araştırmacının ilgi duyduğu bir uzmanlık alanı haline gelmiştir. Bu çeşitliliği sağlayan ise, diğer yerleşim alanlarından farklı olarak, kentsel alanların karmaşık, çok boyutlu ve çok katmanlı bir yapıya sahip olmasıdır. Buna göre, kentsel alanlar sosyal, çevresel, ekonomik, psikolojik, yasal ve kurumsal açılardan farklı unsurların bir araya gelmesiyle oluşan bir yapıdır ve olası afet riskleri karşısında kırılgan niteliğe sahip pek çok alt unsurdan oluşmaktadır. Kentsel dirençlilik kavramı, hem bu kırılgan alt unsurların etkin biçimde yönetilmesi ve korunması için önemlidir hem de yaşanabilecek olası kayıpların önüne geçilmesi için hayati bir fırsat niteliği taşımaktadır.

Kentsel dirençliliğin sağlanması için ulusal ve uluslararası düzeyde birçok çalışma yapıldığı görülmektedir. Bu kapsamda geniş çaplı biçimde geliştirilen ağlardan söz etmek mümkündür. Uluslararası ölçekte yerel ağların ittifak kurduğu ve ülkemizin taraf olduğu bu ağların, kendi içlerinde farklı alt hedefleri bulunmasına rağmen, temel politikalarında sürdürülebilir kalkınma

ve kentsel dirençlilik temasını ortak olarak benimsediği görülmektedir. Bu ağlara örnek olarak, CoM (Covenant of Mayors - Belediye Başkanları Sözleşmesi), GCoM (The Global Covenant of Mayors for Climate and Energy - Belediye Başkanları Küresel iklim ve Enerji Sözleşmesi), ICLEI (Local Governments for Sustainability - Sürdürülebilirlik için Yerel Yönetimler), EC (Energy Cities - Enerji Kentleri) ve C40 (Cities Climate Leadership Group - Büyük Kentler iklim Liderliği Grubu) verilebilir.

Yerel ölçekte bu kapsamda yönetim birimleri tarafından yürütülen çalışmalar, temel hedefleri ortak olacak biçimde, yerelin nitelikleri göz önünde bulundurularak farklılaşmaktadır. Yerel yönetim süreçlerinde başarılı uygulamaların yer olduğu iki örnek çalışma kapsamında incelenmiştir: (1) Tokyo kenti örneği ve Kadıköy (İstanbul) ilçesi örneği.

**(1) Tokyo kenti örneği** -> 2022 yılında hazırlanan Tokyo Climate Change Adaptation Plan çalışması kapsamında, yapılan projeksiyonlar dikkate alındığında, 2090 yılına gelindiğinde açık havada çalışmak için güvenli olmayan gün sayısını bugüne göre %30-40 oranında artış göstereceği, artan sıcaklıkların sıcak stresini artıracığı ve bir halk sağlığı sorunu olarak sıcak çarpması vakalarının artacağı öngörülmektedir. Kent genelinde aşırı sıcaklık artışları karşısında önlem almak adına, nüfusun yoğun olduğu merkezlerde serin noktaların oluşturulması, güneş ısını engelleyen kaplama malzemelerinin tercih edilmesi, kentsel açık ve yeşil alanların sayısının artırılması, konutlarda ısı önlemlerinin çeşitlenmesi gibi çalışmalar yürütülmektedir (Tokyo Belediyesi, 2022). Bu kapsamda hayata geçirilen çalışmalara örnek olarak, kentsel ısı adası etkisini azaltmak için, kent genelinde yol yüzeyi ısından kaynaklanan sıcaklık artışını kontrol altına almak amacıyla albedo değeri düşük yol yüzey malzemesi kullanılarak toplam 106 km yol yapılması verilebilir.

**(2) Kadıköy ilçesi örneği** -> 2018 yılında hazırlanan Kadıköy Belediyesi İklim Adaptasyon Eylem Planı çalışması kapsamında, kentsel ısı adası etkisinin 1950-2000 yılları arasında Türkiye'nin bulunduğu enlemlerde özellikle yaz aylarında daha etkili olduğu ve İstanbul kenti özelinde kentleşmenin bu etkiyi ortalama 1 °C civarında arttırdığı ortaya konulmuştur. Bu kapsamda hayata geçirilen çalışmalara örnek olarak, kentsel ısı adası etkisini azaltmak için, kentsel açık ve yeşil alanlarının sayısının artırılması, sulanan yüzey alanının artırılması, halk sağlığı sorunları ile mücadele yöntemlerinin geliştirilmesi, bina tasarımında biyo-iklim odaklı tasarım ilkelerinin göz önünde bulundurulması, vatandaşlara eğitimler verilerek iklim değişikliği konusunda bireysel farkındalığın yaratılması ve kurum personelinin ekolojik yaşam alanı, enerji verimliliği ve su yönetimi konularında eğitimler alması gibi çalışmalar yürütülmektedir (Kadıköy Belediyesi, 2018).

#### 4. Şehir Planlama Perspektifinden Değerlendirme

İklim yapısında meydana gelen önemli değişimlerin başlıca sebepleri arasında endüstrileşme faaliyetlerine bağlı olarak nüfusun hızla artması, kentleşme faaliyetleri ve doğal kaynak kullanımının kontrolsüz biçimde sürdürülmesi yer almaktadır. Bahsi geçen değişimlerin olumsuz etkilerinin bölgelere göre farklılık gösterdiği ve genel olarak sıcaklıkların artması, deniz suyu seviyesinde yükselme, düzensiz yağış rejimleri ve aşırı hava olaylarının gözlenmesi biçiminde kendisini gösterdiği bilinmektedir. Denilebilir ki, iklim değişikliğine bağlı yaşanan afetler, Birleşmiş Milletler tarafından ifade edildiği biçimde, bir 'tehdit çarpanı' oluşturmaktadır. Özellikle 1980'li yıllardan sonra iklim değişikliğine bağlı afetlerin sayısında ve sıklığında gözle görülür değişimler olmuş ve afetlerin etki çaplarının genişlemesi sonucunda mücadele edilmesi oldukça zor bir hal almıştır. Yapılan araştırmada Afet Araştırma ve Epidemiyoloji Merkezi (CRED) tarafından yayınlanan raporda, son 20 yıllık periyotta yaklaşık 7,400 afet olayı gerçekleşmiş ve dünya genelinde yılda ortalama 60,000 olmak üzere toplamda yaklaşık 1.23 milyon can kaybı yaşandığı ifade edilmiştir (CRED, 2020).

Bilinmektedir ki, saçaklanarak büyüme eğiliminde olan kentler ve yürütülen kentsel faaliyetler (endüstriyel üretim, ulaşım, evsel ısınma, yoğun kaynak tüketimi, kısıtlı geri dönüşüm uygulamaları, vb.) küresel iklim değişikliği ve iklim kökenli afetlerden en çok etkilenenler arasında yer almaktadır. Gerek yapılı çevre unsurları (geçirimsiz yüzeyler, ısı tutan malzemeler, yeşil alan eksikliği, vb.) gerekse barındırdıkları yoğun nüfus nedeniyle kentlerin kırılganlığı ciddi oranda artmaktadır. Hatta IPCC AR6'ya göre, ilerleyen dönemlerde küresel ısınma 1,5°C'de sabitlense bile ortalama sıcaklıklar artmaya devam edecektir. Gözlenen sıcaklık artışlarının beklenen ve yaygın bir sonucu olarak kentsel ısı adası etkisi ortaya çıkmaktadır.

Bu etki, yoğun yapı ve nüfusun yer aldığı sıkışık dokuya sahip kentlerde önemli ölçüde hissedilebilir durumdadır. Öyle ki, Howard tarafından yayımlanan 'The Climate of London' kitabında, yapılan araştırmalar doğrultusunda, metropoliten alanlar ve bu alanların çevresinde yer alan daha az yoğun bölgeler arasındaki sıcaklık farkının 5°C'ye kadar çıkabildiği ortaya konulmuştur (Howard, 1818). Kentsel ısı adası etkisi, yalnızca iklimsel ve meteorolojik bakımdan meydana getirdiği değişimlerle değil, aynı zamanda kentlerde ikamet eden vatandaşların yaşam kalitesinin düşmesi ve özellikle toplumdaki dezavantajlı gruplar (yaşlılar, kronik hastalar, vb.) için halk sağlığı tehdidi oluşturmasıyla öncelikli olarak ele alınması gereken konular arasında yer almaktadır. Güncel akademik yazın ve küresel ölçekte yaşanan değişimlere bakılacak olursa, küresel iklim değişikliği kentleşme süreçlerinden bağımsız ve kopuk biçimde değerlendirilemez. Aksi halde, yerleşim alanları olası afet riskleri karşısında daha kırılgan hale gelir.

Yoğun nüfus ve yapı stokunun bulunduğu kentsel alanları daha kırılgan hale getiren başat unsurlardan biri olan kentsel ısı adası etkisinin doğurabileceği pek çok olumsuz sonuç söz konusudur. Küresel düzeyde ortalama yüzey sıcaklığının zaman içerisinde artmakta olduğu ve 1,5°C'de sabitlenemediği gerçeğinden yola çıkılarak, küresel iklim değişikliğini tetikleyen kentsel ısı adası etkisinin azaltılması artık bir zorunluluk haline gelmiştir. Bu kapsamda atılabilecek adımlar şu şekilde sıralanabilir:

#### **a. Kent geometrisine yönelik uygulamaların yaygınlaştırılması**

Kent planlama çalışmalarında, dikkate alınan pek çok faktörün yanı sıra, iklimsel ve meteorolojik verilerin geliştirilecek strateji ve politikalara bir girdi olarak dahil edilmesi hayati bir önem taşımaktadır. Bu nitelikteki çeşitlenen veriler arasında özellikle güneş ışınlarının ve rüzgârın geliş yönü ve miktarı göz önünde bulundurulmalıdır. Kentsel alanlarda hava koridorlarının oluşturulması amacıyla yapı nizamının yeniden değerlendirilmesi ve rüzgârın serinletici etkisinin kullanılması amacıyla yapıların rüzgâr yönüne paralel biçimde konumlandırılması yapılabilecek uygulama örneklerindedir. Bu noktadan hareketle, mevcut iklimsel veriler kullanılarak, özellikle yapılarda enerji verimliliğinin sağlanması, ısıtma ve/veya soğutmaya yönelik elektrik tüketiminin azaltılması ve doğal kaynak kullanımının azaltılması sağlanmış olacaktır.

#### **b. Malzeme türüne yönelik seçimlerin gözden geçirilmesi**

Kentsel alanlarda geçirimsiz yüzeyler oluşturan ve albedo değeri düşük yapı malzemelerinin (asfalt, beton, çatı malzemeleri, vb.) kullanılması yapılı çevreyi oluşturan unsurların (yapılar, yollar, vb.) daha fazla ısı tutmasına neden olmaktadır. Bu durumun önüne geçmek ve kentsel ısı adası etkisini azaltmak amacıyla, özellikle geniş yüzeyler oluşturan alan kullanımları için albedo değeri yüksek malzeme kullanımının tercih edilmesi gerekmektedir. Geçirimsiz yüzeylere ilişkin gözlenen diğer sorun ise, mevsimsel yağışların toprak tarafından

emilememesi nedeniyle yağış - nem dengesinin bozulmasıdır. Kentsel alanlarda soğumanın azalmasına neden olan bu durumun önüne geçilmesi amacıyla, yağmur sularının emilmesine izin verecek malzemelerin kullanılması önemli faydalar sağlayacaktır.

### **c. Açık ve yeşil alan stokunun nitelikli ve yeterli düzeye getirilmesi**

Açık ve yeşil alanların kentsel ısı adası etkisinin önüne geçilmesi konusunda önemli bir rolü olduğu bilinmektedir. Bilinen pek çok yararı arasında, bu alanların CO<sub>2</sub> emilimi yaparak kirlenici emisyonlarının minimize edilmesini sağlaması ile yağış durumuyla direkt olarak ilişkilendirilen buharlaşma ve evapotranspirasyon döngüleriyle soğutma etkisi yaratması yer almaktadır. Buna ek olarak, bitki örtüsünün bu etkinin azaltılması bakımından rolü yadsınamaz. Özellikle binalarda ve kentsel açık alanlarda hissedilen sıcaklık değerinin düşmesine yardımcı olan gölgelik oluşturan ağaç türlerinin, kentsel alanlarda yaşayan bireylerin yaşam kalitesini önemli ölçüde arttırdığı açıktır. Belirtilen faydalar göz önüne alındığında, kentsel alanlarda yapılı çevre ve doğal çevrenin dengesinin korunması hayati bir gerekliliktir. Dolayısıyla, kentsel alanlarda kişi başına düşen açık ve yeşil alan miktarının artırılması ve mevcut doğal nitelikli alanların korunması öncelik verilmesi gereken stratejiler arasında yer almalıdır.

### **d. Ekolojik planlama anlayışının benimsenmesi**

Günümüzde 'yeşil sistemler' olarak bilinen uygulamalar, açık ve yeşil alanlar ile su varlığının kentsel ısı adası etkisinin azaltılmasına ilişkin önemine vurgu yapmaktadır. Bu uygulamalar kapsamında yeşil-mavi altyapı sistemleri, yeşil binalar, yeşil duvarlar, yeşil çatılar yer almaktadır. Kentlerde kişi başına düşen yeşil alan miktarının gerekli ve yeterli şartları sağlamaması göz önünde bulundurulduğunda, ölçekler arasında yapılabilecek bir değişiklik yapı ölçeğinde geliştirilebilecek stratejilerin ekolojik planlama anlayışına hizmet edebileceği açıktır. Bina duvarlarına ve çatılarına uygulanabilecek yeşil sistemler aracılığıyla, albedo değerinin yükselmesi ve kentsel alandaki nem - evapotranspirasyon döngülerinin yeniden sağlanabilmesi söz konusu olabilecektir. Buna ek olarak, hava kirliliğinin azaltılması konusunda önemli fayda sağlayacak bu sistemler ile ekolojik yaklaşım modellerinin kent planlama süreçlerine entegrasyonu sağlanabilecektir.

Görülüyor ki, küresel iklim değişikliği süreçlerinin nedeni ve sonucu olarak ortaya çıkan kentsel ısı adası etkisine karşı çözümsüz bir durum söz konusu değildir. Teknoloji tabanlı ve yenilikçi çözüm önerilerinin yalnızca iklim değişikliği kaynaklı iklimsel ve meteorolojik kaynaklı afetler değil, aynı zamanda tüm afet türleri karşısında kentsel dirençliliğin artırılması yönünde önemli katkılar sağlayacağı açıktır. Başka bir deyişle, nüfus yoğunluğunun ve buna bağlı tüketim faaliyetlerinin artış eğiliminde olduğu kentsel alanlara ilişkin yürütülebilecek uyum ve adaptasyon çalışmalarıyla, kentler yaşam kalitesinin yüksek olduğu yaşam alanlarına dönüşebilecektir.

## Kaynaklar

- Alexander, P. J., Mills, G. (2014). Local Climate Classification and Dublin's Urban Heat Island. *Atmosphere*, 5(4), 755-774.
- Belgil, V. (1995). Karlar ve Rüzgârlar. *Cumhuriyet Bilim – Teknik Dergisi*, Ocak 1995.
- Birleşmiş Milletler (BM) (2018). World Urbanization Prospects 2018 – Our future is urban Department of Economic and Social Affairs. <https://www.un.org/development/desa/publications/2018-revision-of-world-urbanization-prospects.html>. Erişim Tarihi: Şubat 2023.
- Birleşmiş Milletler (BM) (2022). World Population Prospects 2022: Summary of Results. <https://reliefweb.int/report/world/world-population-prospects-2022-summary-results>. Erişim Tarihi: Şubat 2023.
- Brown, H., Proust, K., Newell, B., Spickett, J., Capon, T., Bartholomew, L. (2018). Cool communities—*Urban density, trees, and health*. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(7), 1547.
- Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED) (2020). The International Disasters Database, <https://www.emdat.be/database>. Erişim Tarihi: Şubat 2023.
- Dubbeling M., Campbell, C., C., Hoekstra F. ve Veenhuizen, R. (2009). Building Resilient Cities, *Urban Agriculture Magazine*, 22, 3-11.
- Dursun, D., Yavaş, M. (2017). Soğuk İklim Duyarlı Kentsel Tasarım Yaklaşımları. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 7(2), 269-278.
- Environmental Protection Agency (EPA). (2003). Cooling Summertime Temperatures . Strategies To Reduce Heat Islands. <https://www.epa.gov/sites/default/files/2014-06/documents/hiribrochure.pdf>. Erişim Tarihi: Ocak 2023.
- Galderisi, A. (2014). Urban resilience: A framework for Empowering Cities in Face Of Heterogeneous Risk Factors. *Z magazine (Boston, Mass.)*, 11(1), 36-58.
- Gerçek, D., Bayraktar, N.T. (2014). Kentsel Isı Adası Etkisinin Uzaktan Algılama İle Tespiti Ve Değerlendirilmesi: İzmir Kent Örneği. 5. Uzaktan Algılama-CBS Sempozyumu (Uzal-CBS 2014), 14-17 Ekim 2014, İstanbul.
- Holling, C.S. (1973). Resilience and Stability of Ecological Systems. <https://www.annualreviews.org/doi/10.1146/annurev.es.04.110173.000245>. Erişim Tarihi: Ocak 2023.
- Howard, L. (1818). The Climate of London. [http://urbanclimate.org/documents/LukeHoward\\_Climate-of-London-V1.pdf](http://urbanclimate.org/documents/LukeHoward_Climate-of-London-V1.pdf). Erişim Tarihi: Ocak 2023.
- Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) (2023). AR6 Synthesis Report: Climate Change 2023. <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-cycle/>. Erişim Tarihi: Ocak 2023.

Kadıköy Belediyesi (2018). Kadıköy Belediyesi İklim Adaptasyon Eylem Planı, 2. Rapor. <https://anlat.kadikoy.bel.tr/kbpanel/Uploads/Files/KadikoySECAP.pdf>. Erişim Tarihi: Ocak 2023.

Kim H.H. (1992). Urban Heat Island. *International Journal of Remote Sensing*, 13, 2319–2336.

Matzarakis, A., Mayer, H. (2009). Dependence of Urban Climate on Urban Morphology. In 5th Japanese-German Meeting On Urban Climatology, Freiburg, 277-282.

Nuruzzaman, M. (2015). Urban heat island: Causes, Effect and Mitigation Measures-A Review. *Science PG*, 3(2), 67-73.

Oke, T. R. (1982). The Energetic Basis of the Urban Heat Island. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 108(455), 1-24.

Oke, T. R. (2004). Siting and Exposure of Meteorological Instruments at Urban Sites. 27. NATO/CCMS International Technical Meeting on Air Pollution Modelling and its Application, Banff.

Oke, T. R. (2006). Initial Guidance to Obtain Representative Meteorological Observations at Urban Sites, (IOM Rep. 81, WMO/TD No: 1250). Geneva: World Meteorological Organization, 2-15.

Owen, T. W., Carlson, T. N., Gillies, R. R. (1998). An Assessment of Satellite Remotely-Sensed Land Cover Parameters in Quantitatively Describing the Climatic Effect of Urbanization. *International Journal of Remote Sensing*, 19, 1663–1681.

Özgür, E.M. (2022). Kentsel Coğrafyaya Giriş, Ders Notları, Ankara Üniversitesi, Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi, Coğrafya Bölümü. [https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/161471/mod\\_resource/content/1/COG237\\_1.pdf](https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/161471/mod_resource/content/1/COG237_1.pdf). Erişim Tarihi: Aralık 2022.

Somuncu, D.H. (2021). Kentsel Isı Adası Etkisinin Yerel İklim Bölgeleri Sınıflandırma Sistemi Kullanılarak İrdelenmesi: Ankara Kent Merkezi Örneği, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 189 s.

Şimşek Ç.K., Şengezer B. (2012). İstanbul Metropolitan Alanında Kentsel Isınmanın Azaltılmasında Yeşil Alanların Önemi, *Megaron*, 7(2), pp.116-128.

The Georeferenced Emergency Events Database (EM-DAT) (2021). 2021 Disasters in numbers. <https://reliefweb.int/report/world/2021-disasters-numbers>.

Tokyo Belediyesi (2022). Tokyo Climate Change Adaptation Plan, 2022. <https://www.kankyo.metro.tokyo.lg.jp/en/climate/100200a20220607180322567.html>. Erişim Tarihi: Aralık 2022.

Tonyalıoğlu, E.E. (2019). Kentleşmenin Kentsel Termal Çevre Üzerindeki Etkisinin Değerlendirilmesi, Efeler ve İncirliova (Aydın) Örneği, *Türkiye Peyzaj Araştırmaları Dergisi*, 2:1, 1-13.

Tozam, İ. (2016). Kentsel Isı Adası Etkisinin Azaltılmasında Çatıların Değerlendirilmesi: Yeşil Çatılar Ve Serin Çatılar. Yüksek lisans tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR) (2020). The human cost of disasters: an overview of the last 20 years (2000-2019). <https://www.undrr.org/publication/human-cost-disasters-overview-last-20-years-2000-2019>. Erişim Tarihi: Aralık 2022.

Yıldız, N.D., Avdan, U., Avdan, Z. (2019). Kentsel Mekân Farklılıklarının Isı Adası Oluşumuna Etkisinin Belirlenmesi: Erzurum Kenti Örneği. SETSCI Conference Proceedings, 4(3), 220-224.

World Meteorological Organization (WMO) (2022). Provisional State of the Global Climate 2022. [https://unfccc.int/documents/622338?gclid=CjwKCAiAmJGgBhAZEiwA1JZoll0Yx9\\_GYw7apfvPsEJyUtSNJaj3leHFLDdALL2fTRerPxxo6zJt2RoCx2oQAvD\\_BwE](https://unfccc.int/documents/622338?gclid=CjwKCAiAmJGgBhAZEiwA1JZoll0Yx9_GYw7apfvPsEJyUtSNJaj3leHFLDdALL2fTRerPxxo6zJt2RoCx2oQAvD_BwE). Erişim Tarihi: Şubat 2023.



## İklim Değişikliği ve Uyum Süreçlerinde Türkiye

Mehmet Levent KURNAZ<sup>1</sup>

### Öz

Küresel iklim endişe verici bir hızla değişmeye devam ederken, tüm ülkeler bu olgunun ortaya çıkardığı çok yönlü zorluklarla boğuşuyor. Bu makale, Türkiye'nin devam eden iklim değişikliğine uyum süreçlerinin bir analizini sunmayı amaçlamaktadır. Avrupa ve Asya'nın kavşağında yer alan Türkiye, farklı coğrafyası ve iklim yapısı nedeniyle iklim değişikliğinin etkilerine karşı oldukça savunmasızdır. Bu makale, Türkiye'deki mevcut ve öngörülen iklim değişikliği senaryolarına ilişkin genel bir bakış sunarak, temel etmenleri ve bölgesel farklılıkları vurgulamaktadır. İklim değişikliğinin tarım, su kaynakları, ekosistemler ve insan sağlığı dâhil olmak üzere çeşitli alanlar üzerinde gözlemlenen ve potansiyel etkilerini inceleyerek iklim riskleri bağlamında sosyo-ekonomik yansımalara ışık tutmaya çalışır. Ayrıca bu makale Türkiye'nin, iklim değişikliğinin getirdiği zorluklara uyum sağlama çabalarını incelemektedir. Bunun yanında çalışma, ülkenin kendine özgü sosyo-ekonomik ve çevresel bağlamını göz önünde bulundurarak bu önlemlerin etkililiğini ve uygulama zorluklarını değerlendirmektedir. Son olarak bu makale, Türkiye'nin iklim değişikliğine uyum süreçlerini geliştirmeye yönelik tavsiyeler sunmaktadır. Bu tavsiyeler, politika tutarlılığının güçlendirilmesini, sürdürülebilir toprak ve su yönetimi uygulamalarının teşvik edilmesini ve iklim bilincine sahip kamu bilincinin ve katılımının teşvik edilmesini kapsar.

**Anahtar Kelimeler:** İklim değişikliği, iklime uyum, aşırı hava olayları, kuraklık, iklim göçü

## Turkiye in Climate Change and Adaptation Processes

### Abstract

As the global climate continues to change at an alarming rate, countries worldwide are grappling with the multifaceted challenges posed by this phenomenon. This paper aims to provide an analysis of Turkey's ongoing adaptation processes to climate change. Turkey, situated at the crossroads of Europe and Asia, is highly vulnerable to the impacts of climate change due to its diverse geography and climate patterns. This paper begins by presenting a detailed overview of the current and projected climate change scenarios in Turkey, highlighting the key drivers and regional variations. It delves into the observed and potential impacts of climate change on various sectors, including agriculture, water resources, ecosystems, and human health, shedding light on the socio-economic repercussions. Furthermore, this paper examines Turkey's efforts to adapt to the challenges of climate change. The study also evaluates the effectiveness and implementation challenges of these measures, considering the country's unique socio-economic and environmental context. Finally, this paper provides recommendations to enhance Turkey's climate change adaptation processes. These recommendations encompass strengthening policy coherence, promoting sustainable land and water management practices, and fostering climate-conscious public awareness and engagement.

<sup>1</sup> Boğaziçi Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü, İstanbul, Türkiye

\* İlgili yazar/Corresponding author: levent.kurnaz@boun.edu.tr

Gönderim Tarihi / Received Date: 10.06.2023

Kabul Tarihi / Accepted Date: 20.06.2023

**Keywords:** Climate change, climate adaptation, extreme weather events, drought, climate migration

## 1. İklim Değişikliği ve Etkileri

İklim değişikliği, dünya genelindeki iklim sistemlerinin doğal dengelerinin insan faaliyetleriyle bozulması sonucunda ortaya çıkan uzun vadeli değişiklikleri ifade eder. İklim değişikliği, atmosferdeki sera gazlarının yoğunluğunun artması ve bunun sonucunda dünya genelinde ortalama sıcaklıkların yükselmesiyle ilişkilidir.

İklim değişikliğinin temel nedeni, insan faaliyetleriyle atmosfere salınan sera gazlarıdır. Bunlar; özellikle fosil yakıtların yanması, sanayi üretimi ve ormansızlaşma gibi faaliyetlerle atmosfere yayılan karbondioksit (CO<sub>2</sub>), metan (CH<sub>4</sub>), diazot monoksit (N<sub>2</sub>O) ve diğer gazlardır. Bu sera gazları, atmosferde birikerek güneşten gelip yeryüzünü ısıtan ışınların bir kısmının yeryüzünden uzaya geri yayılmasını engeller ve ısıyı atmosferde hapseder. Bu durum, "sera etkisi" olarak adlandırılır.

İklim değişikliği küresel ölçekte bir dizi sonuç doğurabilir. Bu sonuçların en önemlilerini şu şekilde özetlemek mümkündür:

**Sıcaklıkların artması:** Fosil yakıtlardan kaynaklanan sera gazı salımları atmosferde birikerek dünya genelinde ortalama sıcaklıkların artmasına yol açar. Sonuç olarak sıcak hava dalgaları, kuraklık ve çölleşme gibi olaylar daha sık görülür hale gelir.

**Deniz seviyesinin yükselmesi:** Küresel ısınma, buzulların ve buz tabakalarının erimesine neden olur. Bu durum da deniz seviyesinin yükselmesine yol açar. Deniz seviyesinin yükselmesi, kıyı bölgelerindeki yaşamı ve ekosistemleri tehdit ederken, adaların ve kıyı şeridindeki yerleşim birimlerinin sular altında kalma riskini artırır.

**Aşırı hava olayları:** İklim değişikliği, daha sık ve şiddetli hava olaylarının meydana gelmesine neden olur. Örneğin; kasırgalar, tropikal fırtınalar, aşırı yağışlar ve sel olayları daha sık görülür hale gelir. Bu tür olaylar, insanlara ve ekonomilere ciddi zararlar verir ve hatta can kayıplarına yol açabilir.

**Biyolojik çeşitlilik kaybı:** İklim değişikliği, ekosistemleri ve doğal yaşam alanlarını olumsuz etkileyerek biyolojik çeşitlilik kaybına neden olur. Sıcaklık değişiklikleri, bitki ve hayvan türlerinin yaşam alanlarının değişmesine veya yok olmasına sebep olabilir. Bu da ekosistemlerde dengesizliklere ve türlerin yok olma riskine yol açar.

**Tarımsal etkiler:** İklim değişikliği, tarımsal üretimi de olumsuz etkiler. Sıcaklık artışı, kuraklık, sel, hortum ve zararlı böceklerin yayılması gibi faktörler, tarım üretiminde azalmaya ve/veya dengesizliğe neden olabilir. Bu da gıda güvenliğini tehdit edebilir ve dünya genelinde açlık riskini artırabilir.

**Sağlık sorunları:** İklim değişikliği, insan sağlığı üzerinde ciddi etkileri olan bir dizi soruna yol açabilir. Artan sıcaklıklar, hava kirliliği ve su kaynaklarının azalması iklimle ilişkili hastalıkların yayılmasına sebep olurken sağlık sistemlerini de zorlayabilir.

Bu sonuçlar, iklim değişikliğinin küresel bağlamda yarattığı birkaç önemli etkiyi örneklemektedir. Ancak politika değişiklikleri, gelişen teknolojiler ve toplumların doğaya etkisi

bir yandan iklim değişikliğinin daha da kötüye gitmesine neden olurken diğer yandan bu olumsuz sonuçların hafifletilmesi ve önlenmesi için harekete geçmek de mümkündür.

### 1.1. İklim Değişikliğinin Türkiye'ye Etkileri

Türkiye, Akdeniz Havzası'nın doğusundaki diğer ülkeler gibi iklim değişikliğinin birçok etkisini yaşamaktadır. Bu etkilerin önemli kısmının yakın gelecekte daha da şiddetlenmesi beklenmektedir. Bu etkileri şu şekilde özetlemek mümkündür:

**Sıcaklık artışı:** Türkiye, iklim değişikliği nedeniyle artan sıcaklıklardan etkilenir. Özellikle yaz aylarında, ortalama sıcaklık artışı ve daha sık yaşanan sıcak hava dalgaları gözlenmektedir (Türkeş ve Erlat, 2018; Aziz v.d., 2020, Erlat v.d., 2021). Bu durum, tarımsal üretimde düşümlere ve su kaynaklarının azalmasına neden olabilir.

**Su kaynaklarının azalması:** İklim değişikliği, Türkiye'nin su kaynakları üzerinde olumsuz etkiler yaratır (Türkeş, 1996; Türkeş ve Erlat, 2005, Türkeş, 2020; Tokuşlu, 2022). Artan sıcaklık ve değişen yağış desenleri, su kaynaklarının azalmasına ve su stresinin artmasına yol açar. Bu durum, tarımsal faaliyetleri, enerji üretimini ve içme suyu arzını etkileyebilir.

**Kuraklık riski:** Türkiye, iklim değişikliğiyle birlikte artan kuraklık riskiyle karşı karşıyadır. Düşen yağış miktarı ve artan buharlaşma oranları, özellikle iç bölgelerde kuraklık koşullarının artmasına neden olabilir (Türkeş ve Tatlı, 2009; Kurnaz, 2014; Türkeş v.d., 2019; Türkeş, 2020). Kuraklık; tarımsal üretimi, su kaynaklarını ve ekosistemleri olumsuz etkiler.

**Aşırı yağışlar:** İklim değişikliği, Türkiye'de yağış desenlerini etkilemektedir. Bazı bölgelerde artan sıklıkta ve yoğunlukta yağışlar görülmektedir (Yılmaz, 2015; Nuri Balov ve Altunkaynak, 2019). Artan yağış miktarı ve yoğunluğu, toprakların doygunlaşmasına, akarsuların taşmasına ve sel olaylarının oluşmasına yol açar. Bu durum, gelecekte de can ve mal kaybına, altyapı hasarına ve tarım arazilerinin zarar görmesine neden olabilir.

**Orman yangınları:** Yükselen sıcaklıklar ve azalan yağışlar, Türkiye'de orman yangınları riskini artırır (Türkeş ve Altan, 2014). Kuraklık ve yanıcı malzeme birikimi, orman yangınlarının daha yaygın ve şiddetli olmasına yol açabilir. Orman yangınları ekosistemleri tahrip eder, biyolojik çeşitliliği azaltır ve orman yangınlarının çevresel etkileri uzun süre devam edebilir.

**Deniz seviyesi yükselmesi ve kıyı erozyonu:** Türkiye, deniz seviyesinin yükselmesi ve kıyı erozyonu gibi denizel etkilerden etkilenebilir (Karaca ve Nicholls, 2008). Küresel ısınma, buzulların erimesi ve termal genişleme nedeniyle deniz seviyesinde yükselmeye yol açar. Bu durum, kıyı bölgelerinde erozyonu hızlandırır ve kıyı altyapısını, turizmi ve doğal yaşam alanlarını tehdit eder.

**Tarımsal etkiler:** İklim değişikliği, Türkiye'nin tarımsal sektörünü etkiler (Dudu ve Çakmak, 2017; Bozoğlu v.d., 2019; Karahasan ve Pınar, 2021). Değişen yağış desenleri, sulama sistemlerinin etkinliğini azaltabilir ve tarımsal üretimi zorlaştırabilir. Ayrıca, tarımsal zararlıların yayılması ve bitki hastalıklarının artması da tarıma zarar verebilir.

**Doğal yaşam ve biyolojik çeşitlilik:** İklim değişikliği, Türkiye'nin doğal yaşamını ve biyolojik çeşitliliğini etkiler (Başkent v.d., 2021; Başkent, 2023). Habitatların ve türlerin göç desenlerinin değişmesi ve iklimle ilişkili ekolojik dengelerin bozulmasıyla birlikte, bazı türlerin popülasyonları azalırken, bazıları da göç edebilir veya yok olma riskiyle karşı karşıya kalır.

Bu etkiler, Türkiye'nin iklim değişikliği ile mücadele etmesi ve uyum sağlaması gerektiğini göstermektedir. İklim değişikliğiyle mücadele etmek için sürdürülebilir enerji kullanımı, su

kaynaklarının etkin yönetimi, tarımsal uygulamalarda uyum ve ekosistemlerin korunması gibi önlemler alınması önemlidir. Bu önlemlerin önceliklendirilmesi için ise iklim krizinin yarattığı çeşitli risklerin değerlendirilmesi gereklidir. Bu şekilde kaynaklar daha öncelikli olan riskleri önlemeye yönlendirilebilir.

## 2. İklim Değişikliği Risklerinin Değerlendirilmesi

İklim değişikliği risklerinin değerlendirilmesi, önümüzdeki yüzyılda bölgemizi etkileyebilecek fiziksel risklerin belirlenmesine ve hepimizin bu riskleri hafifletmek için düşünebileceği ve uygulayabileceği bir dizi uyum önleminin planlamasına yardımcı olacaktır.

İklim değişikliği risklerinin ve hassasiyetlerinin değerlendirilmesi için mevcut yöntemlere dayanan farklı ama benzer risk değerlendirme metodolojileri geliştirilmiştir. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) (IPCC, 2021) ve Dünya Bankası Grubu (World Bank) tarafından verilen kılavuzlar ve yöntemler, ISO 14091 Standardı “Adaptation to climate change — Guidelines on vulnerability, impacts and risk assessment - İklim değişikliğine uyum – Kırılganlık, Etki ve Risk Değerlendirme Kılavuzları” (ISO, 2021) riskin belirlenmesine katkıda bulunan unsurları tanımlamak için kullanılabilir. Bu kapsamda risk ve riskin bileşenleri şu şekilde tanımlanabilir:

- İklimin yaratabileceği tehlike: Bölgemizde meydana gelebilecek sel, orman yangınları, kuraklık ve aşırı sıcaklıklar gibi iklim olaylarından kaynaklanan unsurdur. İklim değişikliği tehlike yaratacak olayların sıklığında, şiddetinde ve görüldüğü alanlarda belirgin bir artışa neden olur.
- Maruziyet: Bölgemizde iklim krizinin yaratabileceği tehlikeleri biliyoruz. Ancak sizin bulunduğunuz noktada bu tehlikeler herhangi bir sonuç yaratmayabilir. Yani sel basan bir vadide sizin eviniz vadi tabanında değil de yamaçtaydı maruziyetiniz düşük demektir. Bu nedenle tehlike ve maruziyet birlikte oluştuklarında karşımıza bir sorun olarak gelebilirler. Maruz kalma, bulunduğumuz yerin belirli bir iklim tehlikesinden etkilenip etkilenemeyeceğini gösterir.
- Hassasiyet: Bölgemizin belirli bir iklim tehlikesine maruz kalması durumunda etkilenip etkilenemeyeceğini ya da etkilenmesi halinde bu etkinin ne ölçüde olduğunu belirler.
- Uyum becerisi: Toplumların veya sistemlerin iklim değişikliğine uyum sağlama yeteneğini ifade eden bir kavramdır. Uyum becerisi, bir toplumun veya sistemin iklim değişikliği ile karşılaştığında değişen koşullara uyum sağlama kapasitesini ve esnekliğini belirtir.
- Kırılganlık: Bu kavram bir toplumun veya sistemlerin iklim değişikliği etkilerine karşı hassas veya savunmasız olma derecesini ifade eden bir kavramdır. Kırılganlık, toplumların veya sistemlerin iklim değişikliği ile ilişkili risklere maruz kalma ve bu risklere uyum becerisi ile tepki verebilme kapasitesini yansıtır.
- Risk: Değerli bir şeyin tehlikede olduğu ve sonuçların belirsiz olduğu durumlarda çıktıların çeşitliliğini kabul ederek belirlenen ihtimaller bütünüdür. Risk terimi sıklıkla, sonuçların belirsiz olduğu durumlarda yaşam, sağlık, ekosistemler ve türler, ekonomik, sosyal ve kültürel varlıklar, hizmetler ( çevre hizmetleri de dâhil) ve altyapı üzerindeki olumsuz sonuçların potansiyelini ifade etmek için kullanılır.

Risk metodolojisi bağlamında iklimle ilgili tüm farklı ve bağımsız tehlikeleri ayrı ayrı, bugün ve gelecekte, planlama süresi kapsamına uygun bir uzunlukta ve gelecekteki çeşitli karbon salım senaryolarına göre değerlendirmek gereklidir.

Tehlike tanımlaması sürecinde dikkate alınması gereken temel sorular şunlardır:

- Geçmişteki aşırı iklim olayları nelerdir? Bölgeyi etkileyen ve iklim değişikliğiyle ilgili olabilecek başlıca konular nelerdir?
- Gelecekte iklimle ilgili oluşabilecek tehlikeler nelerdir?

Ülkemiz açısından bakıldığında özellikle uzun süre geriye giden ve kapsam alanı oldukça geniş olan veri elde etmek oldukça zordur. Benzer şekilde gelecek için iklim projeksiyonları mevcut olsa da bu projeksiyonların tüm ülke genelinde risk analizi elimizde bulunmamaktadır. Bu nedenle yabancı kaynakların risk değerlendirmeleri güncel olarak karar alma mekanizmalarında kullanılmaktadır.

### 2.1. İklim Değişikliğinin Türkiye'ye Özel Riskleri

Dünya Bankası Grubu – İklim Değişikliği Bilgi Portalı'ndan alınan bilgi (World Bank, 2017), ülke düzeyinde en önemli tehlikelerin belirlenmesi amacıyla incelenebilir. Buna ek olarak Türkiye'deki iklim hassasiyetleri ile ilgili mevcut bilimsel yazın da analiz içeriğine katılabilir. Ayrıca University of Louvain tarafından tutulan ve küresel felaketleri barındıran EM-DAT veri tabanı da geçmişteki felaketlerin değerlendirilmesinde kullanılabilir (EM-DAT, 2015). Bu veri tabanından elde edilen bilgiler aşağıdaki listesine ulaşmamızı sağlar.

- Türkiye'de en sık meydana gelen iklim olaylarından biri olan sel olayları, son 50 yılda yaklaşık 1,8 milyon kişiyi etkiledi (EM-DAT, 2015). İklim senaryolarında, Türkiye'de yağış rejimlerinin değişmesi ve artan şehirleşme nedeniyle sel olaylarının artması bekleniyor.
- Sıcaklık artışı, ülkemizde yılda 35°C'den daha yüksek sıcaklıktaki gün sayısında belirgin bir artışa neden oldu. Ortama sıcaklıklardaki her 1°C artışın, aşırı sıcaklıklarda 3°C artışa yol açacağı düşünülecek olursa bu eğilim gelecekte de devam edecektir.
- Sıcaklık artışı nedeniyle, soğuk günlerin ortalama sayısında tüm ülkede azalma kaydedildi. İklim değişikliği senaryolarında, sıcaklıkların daha yüksek değerlere doğru çıkması nedeniyle, soğuk günler tüm ülkede düşmeye devam edecek. Bu nedenle aşırı soğuk olaylarının gittikçe daha az risk taşınması beklenmelidir.
- Yağış rejimlerinde meydana gelen değişiklikler ve sıcaklık artışı, ortalama yağışsız gün sayısının değişimini belirler. Son 30 yılda Türkiye'nin her yerinde şiddetli kuraklıklar yaşandı ve yaşanmaya da devam ediyor. Bir yandan artan nüfus artışı ve göçler, öte yandan da bölgemizdeki iklim değişikliği nedeniyle yüzyılın sonuna kadar %20-30 aralığında azalması beklenen toplam yağışlar kuraklığı en önemli risk faktörlerinden biri haline getirecektir.
- Orman yangınları son senelerde gittikçe artan biçimde önemli bir risk unsuru oluşturmaktadır. Bir yandan yazların daha sıcak ve kuru geçmesi, diğer yandan da insan varlığı ve yerleşimlerinin orman alanları içine yayılması yangınların şiddetini, sıklığını ve görüldükleri alanı artırmıştır. Gelecekte yağış rejimindeki değişiklikler ve artan buhar basıncı eksikliği, potansiyel yeni yangınlara yakıt sağlayacak daha yüksek bitki kuruluğuna yol açacaktır. İklim tahminleri, bu tür olayların şiddetinin de artabileceğini göstermektedir.

Ayrı ayrı değerlendirilmenin ötesinde bu risklerin bazıları ortak ve eş zamanlı olarak ortaya çıkabilirler. Eş zamanlı ortaya çıkan risklerin vereceği zarar da bu risklerin kendi başlarına verecekleri zararın toplamının ötesinde etkiye yol açacaktır.

### 3. İklim Değişikliği Risklerine Karşı Alınması Gereken Uyum Önlemlerinin Genel Değerlendirmesi

Türkiye iklim değişikliği açısından bakıldığında yeryüzündeki en riskli bölgelerden birinde yer almaktadır (Giorgi, 2006). Bu bağlamda iklim değişikliği problemine yaklaşımımız her ne kadar azaltım ve uyum arasında bir denge gözetmek zorunda olsa da bu dengenin uyumdan yana daha fazla eğilmesi uzun vadede sürdürülebilirliğimiz açısından kaçınılmazdır.

Uyum açısından yaklaştığımızda Türkiye'nin en büyük riski, kendi coğrafyasından değil çevre coğrafyalardan kaynaklanmaktadır. Özellikle Güney Asya'da artan nüfus ve bu bölgede beklenen aşırı sıcaklar (McKinsey, 2020) orta vadede milyonlarca can kaybına neden olacak boyuta ulaşacaktır. Bu bölgede yaşayan insanların doğal göç yolları ise Türkiye ve Orta Doğu üzerinden geçecektir. Bu nedenle Türkiye'nin en önemli iklim değişikliği uyum çabası iklim mültecileri sorunuyla ilgilenmek olacaktır. Sınırlarımıza gelecek ve sayıları on milyonları aşacak iklim mültecileri sorununu sadece kendi imkanlarımızla çözebilmemiz de mümkün değildir. Bu sorunun çözüme kavuşturulması için bugünden uluslararası politikada adımlar atılması elzemdir. Ancak uluslararası politika henüz iklim mültecilerini "mülteci" kabul etmediğinden (Lister, 2014) problem çok karmaşıktır ve uluslararası ortamda 1,2 milyar iklim mülteci (McAllister, 2022) kendilerine yeni bir yurt aramaya başlamadan çözülmek zorundadır. Uyum önlemleri dediğimizde çoğunlukla aklımıza sulama boruları ve dere kenarlarına çekilen koruma duvarları gelse de bu konu diğer unsurların yanında önceliklidir.

Türkiye'de kişi başına düşen temiz su miktarı 1923'te senede 8000m<sup>3</sup>'ten 2023'te senede 1200m<sup>3</sup> civarına düşmüştür. Buradaki temel sebep iklim değişikliği değil nüfus artışıdır. Ülkemizin nüfusu da artmaya devam edeceği için normal beklentilere göre kişi başına düşen temiz su miktarı 2050 senesinde 1000m<sup>3</sup>'ün altına gerileyecektir. Bu da ülkenin artık su fakiri olduğunu ifade eder. Bunun üzerine iklim değişikliğinin getireceği yağış azalmasını da kattığımızda yüzyılın ortasında önemli bir temiz su sorunu yaşayacağımız açıktır (Kurnaz, 2014; Spinoni, 2020). Türkiye'deki temiz su kullanımına baktığımızda bunun büyük kısmının (%77) tarım kaynaklı olduğunu görüyoruz (TEMA, 2020). Ayrıca tarımsal sulamada kullanılan suyun %70'i de yüzeysel sulama adını verdiğimiz salma sulama yöntemiyle yapılmaktadır. Dolayısıyla uyum bağlamında yapılacak en önemli çalışma tarımsal sulamada kullanılan suyun kontrol altına alınmasıdır. Bu açıdan yapılacak iki önemli uyum çalışmasının ilki doğal olarak sulama altyapısını geliştirerek yüzeysel sulamadan yağmurlama veya damla sulamaya geçiş olmalıdır. Bu çaba sırasında da temiz suyun tüm ülkenin doğal kaynağı olduğunun bilincinde davranılarak yüzeysel sulamadan geçiş çabalarının devlet tarafından finanse edilmesi gereklidir. Aksi takdirde çiftçilerin bunu kendi başlarına gerçekleştirme imkanları bulunmamaktadır.

Ayrıca tarımsal üretimde su açısından katma değerli üretime geçmemiz gereklidir. Bugüne kadar yapılan üretimlerde su bir maliyet kalemi olarak kabul edilmediğinden hesaplar sadece gübre, ilaç ve satış fiyatı üzerinden yapılmaktadır. Buna ek olarak işçi maliyetleriyle sulamada kullanılan mazot bir muhasebe kalemi olmaktadır. Ancak suyun da kıymetli bir meta olduğu düşüncesiyle dışsalıktan çıkarılması üretim desenlerinde de farklılaşmaya gidilmesini gerektirecektir. Bu, çiftçiden su parası alınmasından ziyade suyun bir bedeli olduğunun kabul edilmesi, bu bedelin üretim maliyetlerine yansıtılması ve tarım politikasının o şekilde belirlenmesi anlamına gelmelidir.

Enerji üretimimizde halen yoğun biçimde su kullanımına yöneliyoruz. Termik santrallerde kullanılan soğutma suyunun yanında barajlı hidroelektrik santrallerin su biriktirme alanlarından da buharlaşma ile oldukça büyük oranda temiz su kaybı olmaktadır. Bugün hem hidroelektrik santraller hem de termik santraller için su bulabiliyor olsak da yakın vadede bu imkan ortadan

hızla kalkabilir. Bundan dolayı da enerji sektörümüzün, “Temiz su her daim var olacaktır.” düşüncesinden hızla uzaklaşarak temiz su kullanmayan alternatiflere yatırım yapmaya başlaması önemli bir uyum eylemidir.

Orman yangınları, artan sıcaklık ve kuraklık ile azalan yağış nedeniyle her geçen sene artmaktadır. Erozyonu önleme açısından son derece kıymetli olan orman kaynağımız bizim dikkatsizliğimiz nedeniyle her sene azalmaktadır. Ayrıca ülkelerin net sera gazı salımları, saldıkları sera gazları ile başta ormanlar olmak üzere yutak alanların emdiği sera gazlarından oluşmaktadır. Dolayısıyla her ağaç kaybımız bizim açımızdan neredeyse o ağırlıkta kömür yakmaya eşdeğer bir salıma neden olmaktadır. Bundan dolayı da en kıymetli uyum eylemlerinden biri var olan orman varlığımızı korumak ve kaybettiğimiz orman alanlarını yeniden kazanmaktır.

İklim değişikliğinin yarattığı önemli sorunlardan biri uzun süren kuraklıkların ardından gelen şiddetli yağışlardır. Son senelerde sıkça yaşadığımız biçimde bu yağışların sıklığında, şiddetinde ve görüldüğü alanlarda artışlar oldu ve iklim değişikliği bu artışların devam etmesine neden olacak. Kastamonu'nun Bozkurt ilçesinde yaşadığımız sel felaketi geçmiş verilerle değerlendirildiğinde 2500 yılda bir görülebilecek bir yağış neticesinde ortaya çıktı, ancak iklim modelleri Bozkurt çevresinde geçmişte 2500 yılda bir görülebilecek bir yağışın gelecekte 25 senede bir görüleceğini ortaya koyuyor. Dolayısıyla, yapılacak her türlü mühendislik hesaplarında kullanılan geçmiş verilerini tekrar düzenlemek en önemli önceliklerimizden biri olmalıdır. Geçmişte 100 yılda bir olabilecek meteorolojik bir olay düşünülerek yapılmış planlama, yakın gelecekte aynı tür bir olayın neredeyse her sene görülmesiyle ciddi risk altına girebilir.

Bu risklerin yanı sıra iklim değişikliği nedeniyle artan sıcaklıklar ve değişen yağış rejimi ile birlikte hem yaşadığımız sağlık sorunları artacak hem de bunlara yeni sorunlar eklenecektir. Geçtiğimiz yıllarda yaşadığımız COVID19 pandemisi oluşabilecek yeni sorunlara bir örnektir. COVID19 pandemisinin iklim değişikliği kaynaklı olduğunu kabul edebilmek için iklim değişikliğinin insan toplulukları üzerindeki etkisini oldukça ileriye taşımak gereklidir. Bu nedenle bu pandemi ile iklim arasında bir ilişki kurma çabasında olmayacağız, ancak benzer pandemi koşulları sivrisinek gibi bir vektörle yayılan hastalıklar için gerçekleşecek olduğunda bu vektörlerin varlığını engellemede çok yetersiz kalacağımız açıktır. Ülkemizde sivrisinek gibi vektörlerle yayılan salgınlara alışkın olmadığımızdan buna karşı alınabilecek önlemler konusunda da bilgi eksikliğimiz bulunmaktadır. Dolayısıyla iklim değişikliği ile ülkemize doğru taşınacak sıtma, Batı Nil virüsü, Chikungunya veya Dang Humması gibi hastalıklara karşı hazırlıklı olmak sağlık konusundaki uyum önlemlerimizin başında gelir.

Ayrıca, aşırı sıcaklarla birlikte özellikle Türkiye'nin güney sahillerinde fiziksel sıcaklık toleransının aşılması kuvvetle muhtemeldir (Demiroğlu v.d., 2020). Sıcaklık toleransının aşılması normal sağlık koşullarına sahip kişilerin bile ciddi sorunlar yaşamaya anlamına gelir. Bu bağlamda her yerleşim yerinde benzeri sorunların oluşmasına karşı sağlık hizmetleri ve konfor sistemleri hazır bulundurulmalıdır. Can kaybı ile sonuçlanacak bu sorunların oluşmaması için bazı kapalı alanların 37°C sıcaklık ve %100 bağıl nemin altında bir ortamda bulundurulması yeterli olacaktır. Ancak bu koşulların sağlanması için de enerjinin kesintisiz temin edilmesi gereklidir. Özellikle yaşlıların ve çocukların aşırı sıcak ve aşırı nem ikilisinden korunmaları can kayıplarını azaltacaktır. Bu konuda uyum çalışmalarına hızla başlamak kayıpların azaltılmasında önemli bir faktördür.



#### 4. Sonuç

İklim değişikliği açısından yapılması gereken sera gazı salımlarının hemen ve neredeyse sıfıra inecek seviyede azaltılmasıdır. Bunun gerçekleşmesi şu an için mümkün görünmediğinden oluşacak sorunlarla başa çıkabilmek için uyum fırsatlarını değerlendirmemiz gerekmektedir. Türkiye açısından önemli bir avantaj Pasifik'teki küçük ada ülkeleri gibi deniz seviyesindeki yükselmeden dolayı topraksız kalacak olmamamızdır. Aynı zamanda Bangladeş gibi sıcak hava koşullarından ya da dev siklonlardan kaçıp saklanmanın imkânsız olduğu bir coğrafyada da yaşamıyoruz. Dolayısıyla akıllıca alınacak uyum önlemleri en azından orta vadede yaşayacağımız problemleri azaltabilir. Ancak bu uyum çabasına girişmek için problemlerin kendisini göstermesini bekleyecek olursak sonuç alabilmemiz güçleşecektir. Bundan dolayı da uyum önlemlerini almaya hızla başlamamız başarı şansımızı da artırır.

#### Kaynaklar

Aziz, R., Yücel, I., & Ceylan Yozgatlıgil. (2020). *Nonstationarity impacts on frequency analysis of yearly and seasonal extreme temperature in Turkey*. 238, 104875–104875. <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2020.104875>

Başkent, E. Z., Borges, J. G., Harald Vacik, Reynolds, K. M., & Estraviz, C. (2021). *Management of Multiple Ecosystem Services under Climate Change, Bioeconomy and Participation*. 12(1), 104–104. <https://doi.org/10.3390/f12010104>

Başkent, E. Z. (2023). Characterizing and assessing key ecosystem services in a representative forest ecosystem in Turkey. *Ecological Informatics*, 74, 101993. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2023.101993>

Bozoğlu, M. , Başer, U. , Alhas Eroğlu, N. & Kılıç Topuz, B. (2019). Impacts of Climate Change on Turkish Agriculture . *Journal of International Environmental Application and Science* , 14 (3) , 97-103 . <https://dergipark.org.tr/en/pub/jieas/issue/48886/560710>

Demiroglu, O. C., Saygili-Araci, F. S., Pacal, A., Hall, C. M., & Kurnaz, M. L. (2020). Future Holiday Climate Index (HCI) Performance of Urban and Beach Destinations in the Mediterranean. *Atmosphere*, 11(9), 911. <https://doi.org/10.3390/atmos11090911>

Dudu, H., & Çakmak, E. H. (2017). Climate change and agriculture: an integrated approach to evaluate economy-wide effects for Turkey. *Climate and Development*, 10(3), 275–288. <https://doi.org/10.1080/17565529.2017.1372259>

EM-DAT. (2015). *EM-DAT | The international disasters database*. Emdat.be. <https://www.emdat.be/>

Erlat, E., Türkeş, M., & Aydın-Kandemir, F. (2021). Observed changes and trends in heatwave characteristics in Turkey since 1950. *Theoretical and Applied Climatology*, 145(1-2), 137–157. <https://doi.org/10.1007/s00704-021-03620-1>

Giorgi, F. (2006). Climate change hot-spots. *Geophysical Research Letters*, 33(8). <https://doi.org/10.1029/2006gl025734>

IPCC (2021). *AR6 Climate Change 2021: the Physical Science Basis — IPCC*. [online] [ipcc.ch](https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-i/). Available at: <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-i/>.

ISO (2021), *ISO 14091:2021*. [online]. Available at: <https://www.iso.org/standard/68508.html>

Karaca, M., & Nicholls, R. J. (2008). Potential Implications of Accelerated Sea-Level Rise for Turkey. *Journal of Coastal Research*, 242, 288–298. <https://doi.org/10.2112/07a-0003.1>

Karahasan, B.C., & Pinar, M. (2021). *Climate change and spatial agricultural development in Turkey*. <https://doi.org/10.1111/rode.12986>

Kurnaz, M. L. (2014). *Drought in Turkey*. <https://ipc.sabanciuniv.edu/Content/Images/CKeditorImages/20200323-16034017.pdf>

Lister, M. (2014). Climate change refugees. *Critical Review of International Social and Political Philosophy*, 17(5), 618–634. <https://doi.org/10.1080/13698230.2014.919059>

McAllister, S. (2022). *There could be 1.2 billion climate refugees by 2050. Here's what you need to know*. Zurich.com. <https://www.zurich.com/en/media/magazine/2022/there-could-be-1-2-billion-climate-refugees-by-2050-here-s-what-you-need-to-know>

McKinsey (2020). *Will climate change mean India will get too hot to work?*. www.mckinsey.com. <https://www.mckinsey.com/capabilities/sustainability/our-insights/will-india-get-too-hot-to-work>

Nuri Balov, M., & Altunkaynak, A. (2019). Frequency analyses of extreme precipitation events in Western Black Sea Basin (Turkey) based on climate change projections. *Meteorological Applications*. <https://doi.org/10.1002/met.1776>

Spinoni, J., Barbosa, P., Bucchignani, E., Cassano, J., Cavazos, T., Christensen, J. H., Christensen, O. B., Coppola, E., Evans, J., Geyer, B., Giorgi, F., Hadjinicolaou, P., Jacob, D., Katzfey, J., Koenig, T., Laprise, R., Lennard, C. J., Kurnaz, M. L., Li, D., & Llopart, M. (2020). Future Global Meteorological Drought Hot Spots: A Study Based on CORDEX Data. *Journal of Climate*, 33(9), 3635–3661. <https://doi.org/10.1175/jcli-d-19-0084.1>

TEMA, (2020). *Tarımda Kullanılan Su*. Sutema.org. <https://sutema.org/tarimda-kullanilan-su#:~:text=2020%20y%C4%B1%C4%B1nda%2C%20T%C3%BCrkiye>

Tokuşlu, A. (2022). Assessing the Impact of Climate Change on Turkish Basins. *International Journal of Environment and Geoinformatics*, 9(4), 102–112. <https://doi.org/10.30897/ijegeo.1066840>

Türkeş, M. (1996). Spatial and Temporal Analysis of Annual Rainfall Variations in Turkey. *International Journal of Climatology*, 16(9), 1057–1076. [https://doi.org/10.1002/\(sici\)1097-0088\(199609\)16:9%3C1057::aid-joc75%3E3.0.co;2-d](https://doi.org/10.1002/(sici)1097-0088(199609)16:9%3C1057::aid-joc75%3E3.0.co;2-d)

Türkeş, M., & Erlat, E. (2005). Climatological responses of winter precipitation in Turkey to variability of the North Atlantic Oscillation during the period 1930–2001. *Theoretical and Applied Climatology*, 81(1-2), 45–69. <https://doi.org/10.1007/s00704-004-0084-1>

Türkeş, M., & Tatlı, H. (2009). Use of the standardized precipitation index (SPI) and a modified SPI for shaping the drought probabilities over Turkey. *International Journal of Climatology*, 29(15), 2270–2282. <https://doi.org/10.1002/joc.1862>

Türkeş, M., & Altan, G. (2014). Climatological analysis of forest fires occurred in 2011 over Turkey and their associations with hydroclimatic, surface weather and upper atmosphere conditions. *International Journal of Human Sciences*, 11(1), 145. <https://doi.org/10.14687/ijhs.v11i1.2694>

Türkeş, M., & Erhat, E. (2018). Variability and trends in record air temperature events of Turkey and their associations with atmospheric oscillations and anomalous circulation patterns. *International Journal of Climatology*, 38(14), 5182–5204. <https://doi.org/10.1002/joc.5720>

Türkeş, M., Turp, M. T., An, N., Öztürk, T., & Kurnaz, M. L. (2019). Impacts of Climate Change on Precipitation Climatology and Variability in Turkey. *Water Resources of Turkey*, 467–491. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-11729-0\\_14](https://doi.org/10.1007/978-3-030-11729-0_14)

Türkeş, M. (2020). Climate and Drought in Turkey. *World Water Resources*, 85–125. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-11729-0\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-030-11729-0_4)

World Bank Climate Change Knowledge Portal. (2017). *Homepage | World Bank Climate Change Knowledge Portal*. Worldbank.org. <https://climateknowledgeportal.worldbank.org/>  
World Bank. *Risk Stress Test Tool*. [online] <https://www.worldbank.org/en/topic/climatechange/brief/risk-stress-test-tool> [ 7 Haziran 2023].

Yılmaz, A. G. (2015). The effects of climate change on historical and future extreme rainfall in Antalya, Turkey. *Hydrological Sciences Journal*, 60(12), 2148–2162. <https://doi.org/10.1080/02626667.2014.945455>