



**INSAC Çanakkale 2026 – International Science and Academic
Congress (Uluslararası Bilim ve Akademi Kongresi)**

JUL 17 14–15–16 Mayıs 2026 | Yüz yüze ve çevrimiçi (hibrit)

Kongre Tam Metin Kitapçığı

**International Researches Congress on Natural and Engineering
Sciences (INSAC-IRNES 2026)**



E-ISBN: 978-625-8756-83-8



INSAC Çanakkale 2026 – International Science and Academic Congress (Uluslararası Bilim ve Akademi Kongresi)

 **14–15–16 Mayıs 2026 | Yüz yüze ve çevrimiçi (hibrit)**

International Researches Congress on Natural and Engineering Sciences (INSAC-IRNES 2026)

Kongre Tam Metin Kitapçığı

@Duvar Yayınları

Genel Yayın Yönetmeni: Berkan Balpetek
Kapak ve Sayfa Tasarımı: Olkan SENEMOĞLU

Düzenleme: Banu DÜZGÜN

Baskı: Mayıs 2026

Yayıncı Sertifika No: 49837

E-ISBN: 978-625-8756-83-8



INSAC Çanakkale 2026 – International Science and Academic Congress (Uluslararası Bilim ve Akademi Kongresi)



14–15–16 Mayıs 2026 | Yüz yüze ve çevrimiçi (hibrit)

KRİZLER ÇAĞINDA DAYANIKLI TOPLUMLAR: DİJİTAL, EKOLOJİK VE SAĞLIK DÖNÜŞÜMLERİNDE BİLİMSEL ARAŞTIRMA VE UYGULAMALAR

(Resilient Societies in an Age of Crises: Scientific Research and Applications in Digital, Ecological and Health Transitions.)



SEMPOZYUM ONURSAL BAŞKANI

Prof. Dr. Cem Zorlu

Necmettin Erbakan Üniversitesi Rektörü

T.C.
ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Teoman Duralı İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi

96759302-

GEÇİCİ GÖREVLENDİRME ONAYI

Emekli Sicil No	85793199	Kurum Sicil No	04306			
T.C. Kimlik No	58240449714	Memur No	7582112			
Adı Soyadı	ALİ GÜNEY	Aylık Derece ve Kademe	Emk. D/K	Kaz. D/K	Grv D/K	Ek Göst.
			4/5	4/5	4/8	2900
Memuriyeti	TEOMAN DURALI İNSAN VE TOPLUM BİLİMLERİ FAKÜLTESİ ARKEOLOJİ BÖLÜMÜ PROTOHİSTORYA VE ÖNASYA ARKEOLOJİSİ	Kadro Derecesi ve Ünvanı	4 ARAŞTIRMA GÖREVLİSİ			
		İdari Görevi				
Ne maksatla görevlendirildiği	INSAC ÇANAKKALE- International Science and Academic Congress/ Uluslararası Bilim ve Akademi Kongresi'nde sempozyumun sağlıklı yürütülebilmesi için Akademisyen Temsilcisi ve Düzenleme Kurulu Başkanı olarak katılacaktır.					
Gideceği yer	ÇANAKKALE					
Görev süresi (Yol dahil - hariç)	14.05.2026-17.05.2026 tarihleri arasında yol dahil 3 gün süre ile					
Görevlendirme şartları (Yol giderli - gidersiz vs.)	Yol gidersiz - Yevmiyesiz					
Verilecek avans miktarı						
Giderlerin nereden karşılanacağı	Kendisi					
Seyahat şekli						
Görevlendirmesine esas olan evrak, gerekçe ve kanun Arş. Gör. Dr. Ali GÜNEY'in yukarıda açıklanan teklif uyarınca görevlendirilmesi hususunu arz ederim.						

Doç. Dr. Hamza EKMEN
Bölüm Başkanı

Uygun Görüşle Arz Ederim.

Doç. Dr. Atilla BARUTÇU
Dekan Yardımcısı

OLUR

Prof. Dr. Melih GENİŞ
Dekan V.

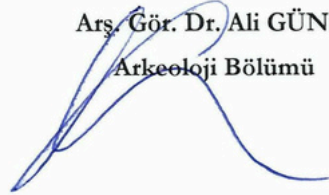
Dağıtım _____ :

ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ
TEOMAN DURALI İNSAN VE TOPLUM BİLİMLERİ FAKÜLTESİ
ARKEOLOJİ BÖLÜMÜ BAŞKANLIĞI'NA

11.05.2026

14-16 Mayıs 2026 tarihlerinde düzenlenecek olan “INSAC ÇANAKKALE-International Science and Academic Congress/Uluslararası Bilim ve Akademi Kongresi” nde sempozyumun işleyişinin sağlıklı yürütülebilmesi adına, Akademisyen Temsilcisi ve Düzenleme Kurulu Başkanı olarak ilgili sempozyumda görevlendirilmem hususunu ve cevabın “Çanakkale Eğitim, Bilim, Sosyal Ve Kültürel Araştırmalar Ve Uygulamalar Derneği Başkanlığı” na iletmek üzere tarafıma bildirilmesini bilgilerinize sunar ve gereğini rica ederim.

Arş. Gör. Dr. Ali GÜNEY
Arkeoloji Bölümü



Ekler:

* Akademisyen Temsilcisi Görevlendirilmesi Hk. Talep Yazısı



ÇANAKKALE EĞİTİM, BİLİM, SOSYAL VE KÜLTÜREL ARAŞTIRMALAR
VE UYGULAMALAR DERNEĞİ BAŞKANLIĞI


İlgi: 30.04.2026 tarih ve 36 numaralı genel kurul kararı
Konu: Akademisyen Temsilcisi Görevlendirilmesi Hk.

08.05.2026

T.C
ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ'NE
(Teoman Duralı İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi'ne)

Fakülteniz Arkeoloji Bölümü Dr. Ali Güney, 14-16 Mayıs 2026 tarihlerinde düzenlenecek olan "INSAC-ÇANAKKALE-International Science and Academic Congress (Uluslararası Bilim ve Akademi Kongresi)"inde Akademisyen Temsilcisi ve düzenleme kurulu başkanı olarak görevlendirilmesi uygun görülmüştür. Sempozyumun sağlıklı yürütülebilmesi için hocamızın ilgili sempozyum için görevlendirilmesi hususunu,
Bilgilerinize sunar ve gereğini rica ederim. 08.05.2026.

olkan.senemoglu@hs01.kep.tr
olkansenemoglu@gmail.com
0539 418 7007


Dr. Olkan SENEMOĞLU
Dernek Başkanı
Çanakkale Eğitim, Bilim, Sosyal ve Kültürel
Araştırmalar ve
Uygulamalar Derneği

INTERNATIONAL SCIENCE AND ACADEMIC CONGRESS
INSAC-ÇANAKKALE 14-15-16 MAYIS 2026
KRİZLER ÇAĞINDA DAYANIKLI TOPLUMLAR: DİJİTAL, EKOLOJİK VE SAĞLIK
DÖNÜŞÜMLERİNDE BİLİMSEL ARAŞTIRMA VE UYGULAMALAR

KATILIM BELGESİ

Belge Sahibi
Sn. Uzm.

Bu belge, Çanakkale Eğitim, Bilim, Sosyal ve Kültürel Araştırmalar ve Uygulamalar Derneği tarafından Çanakkale’de XII. düzenlenen INSAC-International Science and Academic Congress kapsamında gerçekleştirilen XII. International Researches Congress on Health and Life Sciences (INSAC-IRHES 2026 ÇANAKKALE) kongresine “Nd:YAG Lazer Destekli Yumuşak Doku Şekillendirmesi Sonrası Konjenital Maksiller Lateral Eksikliğinin İmplant ile Rehabilitasyonu: Vaka Sunumu” başlıklı çalışmasını sözlü online sunum olarak sunarak bilimsel katkı sağlaması nedeniyle verilmiştir.



PROF. DR MEHMET DALKILIÇ
Sempozyum Başkanı



DR. OLAN SENEMOĞLU
ÇEBSADER Başkanı

Kongre Düzenleme Kurulu

Prof. Dr. Hüdaverdi MAMAK
Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi

Prof. Dr. Mehmet Dalkılıç
Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi

Prof. Dr. Nurettin Hatunoğlu
Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi

Kongre Düzenleme Kurulu

Doç. Dr. Ümran Şengül
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Dr. Öğretim Üyesi Ergin Bilgin
Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi

Dr. Öğretim Üyesi Hale Köksoy
Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi

Dr. Öğretim Üyesi Hilmi Karaalioglu
Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi

Dr. Öğretim Üyesi Olkan Senemoğlu
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Öğretim Görevlisi Dr. Yetkin Senemoğlu
Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi

Asım Korktaş
ÇEBSADER

Rumeysa Aydın
ÇEBSADER

Buğra Yağcı
ÇEBSADER

Bilim ve Danışma Kurulu

Prof. Dr. Adem Çaylak
Kocaeli Üniversitesi

Prof. Dr. Adham Ashirov
Özbekistan Bilimler Akademisi Tarih Enstitüsü

Prof. Dr. Ahmedova Sayyora Muhammadovna
Taşkent Devlet Tıp Üniversitesi

Prof. Dr. Alsou Kamaliev
Bartın Üniversitesi

Prof. Dr. Asem Nurlanova
Kazak Amerikan Özgür Üniversitesi

Prof. Dr. Avtandill Ağbaba
Sumgayıt Devlet Üniversitesi

Prof. Dr. Dede Baştürk
Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi

Prof. Dr. Ercan Oktay
Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi

Prof. Dr. Hasan Şahan
Akdeniz Üniversitesi

Prof. Dr. Kakhramon Radjabov
Özbekistan Bilimler Akademisi Tarih Enstitüsü
Baş Araştırmacısı

Prof. Dr. Khalil Sahra
Jijel Üniversitesi

Prof. Dr. Marzieh Yahyapour
Tahran Üniversitesi

Prof. Dr. Murat Ertekin
Necmettin Erbakan Üniversitesi

Prof. Dr. Naim Ochilovich Sodikov
Semerkant Devlet Tıp Üniversitesi

Prof. Dr. Oğuz Özçelik
Kastamonu Üniversitesi

Prof. Dr. Olcobay Karatayev
Kırgızistan-Türkiye Manas Üniversitesi

Prof. Dr. Ömer Çaha
İstanbul Ticaret Üniversitesi

Prof. Dr. Tsupikova Elena Viktorovna
Sibiry Devlet Otomobil ve Karayolu Üniversitesi

Prof. Dr. Zilola Khudaybergenova
Bartın Üniversitesi

Doç. Dr. Abeer Dakhel Hatim
Bağdat Üniversitesi

Doç. Dr. Barış Borlat
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Doç. Dr. Deniz Baklacı
Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi

Doç. Dr. Halil Emre Deniz
Hakkari Üniversitesi

Doç. Dr. Hamza Ekmen
Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi

Dr. Mourad Bouhedja
Jijel Üniversitesi

Doç. Dr. Zivar Huseynli Baylan
Hazar Üniversitesi

Dr. Olga Sergeevna Fisenko
Rusya Halkların Dostluk Üniversitesi (Rudn
Üniversitesi)

Doç. Dr. Leyla Abasova
Bakü Devlet Üniversitesi

Dr. Turaev Telman Temirovich
Buhara Devlet Tıp Enstitüsü

Doç. Dr. Rashidov Oybek Rasulovich
Buhara Devlet Üniversitesi

Dr. Yusuf KILINÇ
Türk Dünyası Akademisyenler ve
Bürokratlar Birliği Derneği

Doç. Dr. Tuğçe Günter
Zonguldak Bulent Ecevit Üniversitesi

Doç. Dr. Ümran Şengül
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Dr. Öğretim Üyesi Ahmet Bilal Şengül
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Dr. Öğretim Üyesi Burçin Saltık
Arkin University of Creative Arts and Design

Dr. Öğretim Üyesi Güven Deniz
Yozgat Bozok Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Hatice Banu Kesinkaya
Necmettin Erbakan Üniversitesi

Dr. Öğretim Üyesi Rovshan Mammaov
Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi

Dr. Alamgir Khan
Pencap Üniversitesi

Dr. Ali Güney
Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi

Dr. Asma Lahouel
Jijel Üniversitesi

Dr. Aybek Raşidov
Taşkent Devlet Ekonomi Üniversitesi

Dr. Ayşegül Erden Güney
ÇEBSADER
Dr. Dilnoza Jamolova
Buhara Devlet Üniversitesi

Dr. Kadim Munder Mulla
Bağdat Üniversitesi

Dr. Mahmut Hamrayev
Sharq Üniversitesi

İÇİNDEKİLER

A Framework For Network Intrusion Detection Using Machine Learning Algorithms <i>Ayşe ALBAYRAK, Ömer ASLAN</i>	1
Kentsel Morfoloji Üzerinden İklim Duyarlı Kentsel Tasarım: Kentsel Isı Adası ve Gökyüzü Görüş Faktörü İlişkilerinin Değerlendirilmesi <i>Ece Simay SOYUCAK, Umut ERDEM</i>	13
GNS3 Tabanlı Ağ Simülasyonu ve NMS Entegrasyonu ile Kurumsal IoT Cihaz Güvenliği Modellemesi <i>Yunus DOĞAN</i>	30

A Framework For Network Intrusion Detection Using Machine Learning Algorithms

Ayşe ALBAYRAK¹ · Ömer ASLAN²,

¹Bandırma Onyedi Eylül University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Software Engineering, Balıkesir, Türkiye

ORCID Code: [0009-0000-6530-1195](https://orcid.org/0009-0000-6530-1195)

* aaysche17@gmail.com +905465812598

²Department of Software Engineering, Bandırma Onyedi Eylül University, 10200 Bandırma, Balıkesir, Türkiye
e-mail: oaslan@bandirma.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0003-0737-1966>.

ABSTRACT: Rapid and accurate identification of cyber threats has become essential for securing modern network infrastructures. In this study, a CNN based intrusion detection system is used to identify anomalous patterns within network traffic data. This is carried out by employing widely recognized benchmark datasets, including NSL-KDD, KDD Cup 1999, and UNSW-NB15, and comparing the effectiveness of Support Vector Machines, Random Forest, and Convolutional Neural Networks. The findings indicate that the CNN model outperformed other ML based algorithms in high-dimensional data. Meanwhile, the Random Forest algorithm demonstrates superior precision, particularly when detecting rare attack classes. Based on these observations, a hybrid detection framework is introduced, integrating the strengths of both deep learning and conventional ML approaches to enhance classification performance and offer an efficient for real-time intrusion detection in practical dynamic network settings.

Keywords: Intrusion Detection, Network Traffic Classification, Machine Learning, CNN, Hybrid Detection Strategy

1. INTRODUCTION

The fast evolution of cyber attacks have significantly reduced the efficiency of traditional intrusion and threat detection systems, particularly those that depend on signature-based techniques. Such methods fail to identify new or dynamically changing attack patterns (Tavallae et al., 2009; Tsai et al., 2009). With today's network environments expanding rapidly and data traffic growing at an unprecedented rate, static rule-based mechanisms are no longer sufficient. This situation highlights the necessity of more intelligent security solutions which respond fast.

In light of these difficulties, ML (machine learning) methods have arose as a viable promising alternative by enabling intrusion detection applications that learn from not only historical data but also current real-time network traffic, as well as to adapt to previously unseen attack behaviors (Kim & Kim, 2021). A lot of studies have indicated that ML-based approaches outperform conventional methods in terms of accuracy, scalability, and adaptability. For example, the Random Forest algorithm performs effectively on high-dimensional and noisy datasets, whereas Support Vector Machines deliver strong classification performance in both binary and multiclass scenarios (Folino et al., 2018; Roy et al., 2020).

Despite the promising capabilities of individual ML approaches such as Support Vector Machines (SVMs) and Random Forest (RF), each model exhibits inherent limitations when dealing with the diverse and evolving nature of modern cyber threats. In order to address these shortcomings, this paper proposes a CNN (Convolutional Neural Network) based intrusion detection approach. The primary objective is to leverage the automatic feature extraction and nonlinear learning capabilities of CNNs to enhance overall detection performance across various attack types. Specifically, our study presents a comparative evaluation of CNNs results against SVM and RF which are tested on benchmark datasets including NSL-KDD, KDD Cup 1999, and UNSW-NB15. Based on the experimental results, a CNN-centered detection framework is introduced, aiming to provide an efficient and real-time applicable solution for dynamic network environments.

The remainder of the work is organized as the following: Section 2 explains related work, Section 3 examines the methodology and datasets, Section 4 and 5 presents experimental results and discussion, respectively. Section 6 summarizes the conclusion.

2. RELATED WORK

Modern computer networks form the backbone of today's digital infrastructure, yet they face growing exposure to diverse and continuously evolving cyber attacks including probing attacks, denial-of-service and privilege escalation. Traditional IDSs, particularly those based on signaturebased, perform effectively against known attack patterns but suffer from significant limitations when confronting novel or adaptive threats, as they are unable to generalize beyond predefined rules. To overcome these shortcomings, machine learning techniques have been increasingly integrated into IDS solutions, enabling more adaptive and data-driven analysis of network traffic. Among these, Random Forest and Support Vector Machine algorithms demonstrate strong capabilities in accurately detecting anomalous behaviors and classifying network activities. Widely used benchmark datasets such as NSL-KDD help evaluate model performance, despite persistent challenges like class imbalance and redundant feature sets.

More recently, DL architectures such as CNNs and LSTM (Long Short-Term Memory) have shown improved detection performance by autonomously learning complex attribute embeddings learned directly from the original input, thereby minimizing the need for manual feature engineering. Nevertheless, concerns regarding computational overhead, feature redundancy, and real-time deployment limitations remain critical.

These issues form the primary motivation for this study, which aims to comparatively assess both conventional ML and DL methods with the aim of constructing a more efficient and flexible intrusion detection system.

There exist several studies in the literature that employ Convolutional Neural Networks for intrusion detection purposes. For example, various studies have proposed CNN-based models to effectively capture spatial features from network traffic data, reporting high detection rates on standard benchmark datasets. Other research has applied deep CNN architectures to both laboratory and real-world network environments, demonstrating that CNNs have the ability to inherently extract relevant patterns independent of extensive manual feature engineering. Some approaches have introduced multi-scale CNN architectures that improve classification performance by extracting features at different levels of granularity. Additionally, several works have combined CNNs with attention mechanisms to help enable the model to prioritize the most significant, critical traffic features, leading to improved detection of rare and minority attack classes. Collectively, these findings confirm that CNN-based models offer significant advantages in automatically learning hierarchical and nonlinear representations from raw or minimally preprocessed network data, thereby outperforming traditional machine learning methods across various intrusion detection scenarios.

3. MATERIALS AND METHODS

This part of the paper presents a detailed explanation of the dataset, data preparation stages, mathematical foundations, and the architectural design of the proposed intrusion detection system. The adopted methodology follows an end-to-end pipeline, which is structured around four key phases: preparing the data, processing the features, training the model, and assessing its performance.

3.1. Dataset Description

In this study, experimental evaluations were carried out using the NSL-KDD dataset, representing an enhanced variant of the widely known KDD Cup 1999 dataset, a benchmark that is frequently employed in intrusion detection system research. This dataset was specifically developed to address several limitations found in the original version, including redundant records and imbalanced class distributions. By eliminating duplicate entries and reorganizing the data structure, NSL-KDD offers a more accurate, dependable, and fair benchmark for evaluating the effectiveness of IDS solutions

The dataset consists of 41 network traffic features that characterize various aspects of network connections. These attributes include fundamental parameters such as protocol type, service type, connection duration, and transmitted data volume, as well as more advanced traffic-based and host-based features that capture statistical patterns of network behavior.

Each data sample represents a specific network connection and can be classified either as normal traffic or as one of various attack categories. This characteristic makes the dataset appropriate for two types of classification problems: binary and multi-class within intrusion detection systems. The dataset includes several primary attack types that reflect distinct intrusion behaviors commonly observed in real-world network environments.

- **Denial of Service (DoS):** Attacks aimed at disrupting system availability by overwhelming network resources with excessive traffic loads.
- **Probe:** Attacks designed to scan networks and identify potential vulnerabilities for future exploitation.
- **Remote to Local (R2L):** Attacks in which an outside party tries to obtain unauthorized entry into a local machine.
- **User to Root (U2R):** Attacks in which a user with limited privileges attempts to escalate access rights to obtain administrative control.

These categories reflect different types of malicious activities and provide a comprehensive basis for determining the operational efficacy of IDS.

Table 1. NSL-KDD Attack Categories

Attack Category	Description
DoS	Denial of Service attacks targeting system resources
Probe	Network scanning and surveillance attacks
R2L	Unauthorized remote access attempts
U2R	Privilege escalation attacks
Normal	Legitimate network traffic

Table 1 presents a summary of the primary attack categories included in the NSL-KDD dataset. It highlights four primary attack categories: Probe, R2L, DoS, and U2R along with normal network traffic, which collectively form the classification targets used in intrusion detection tasks.

A total of 41 features are included in the NSL-KDD dataset which shows different aspects of network connections. These attributes include fundamental parameters such as connection duration, protocol type, service information, and traffic-related statistics, along with more complex features that capture behavioral patterns within network activity. These features are utilized as input variables for training machine learning models aimed at classifying normal and malicious traffic. Table 2 summarizes the ML and DL models employed in this study for the classification of network traffic and detection of potential attacks.

Table 2. Machine Learning Models

Model	Type	Purpose
Random Forest	Ensemble Learning	Handles high dimensional data
Support Vector Machine	Kernel-based classifier	Nonlinear classification
CNN	Deep Learning	Automatic feature extraction
LSTM	Recurrent Neural Network	Temporal pattern learning

3.2. Data Preprocessing

In the data preprocessing step, categorical attributes were converted into numerical equivalents through one-hot encoding to make them compatible with machine learning algorithms. Moreover, the numeric features underwent scaling through Min-Max

normalization in order to standardize feature ranges and enhance model stability during training.

The Min-Max normalization process can be written as:

$$x_{norm} = (x - x_{min}) / (x_{max} - x_{min})$$

To ensure a balanced evaluation, we separated the dataset into training (70%) and testing (30%) subsets through stratified sampling, thereby retaining the original class distribution within both subsets.

3.3. CNN Model

Convolutional Neural Networks, commonly abbreviated as CNNs, function as are designed to automatically learn hierarchical feature representations by applying convolutional operations followed by pooling mechanisms, enabling the extraction of meaningful patterns directly from raw input data, eliminating the need for hand-crafted features.

The convolution operation can be mathematically expressed as:

$$y(t) = \int x(a) w(t - a) da$$



Figure 1. IDS workflow.

Figure 1 illustrates the complete processing pipeline of the suggested intrusion detection system. The process begins with the acquisition of network traffic data, after which data preparation operations including normalization and encoding. Subsequently, feature selection techniques are applied to reduce dimensionality and enhance computational efficiency. The processed data is then used in the model training phase, where both traditional ML together with deep neural network methods learn to distinguish between normal and malicious traffic patterns. At the final stage, the trained models are assessed with evaluation criteria such as accuracy, precision, recall and F1-score.

Table 3. CNN Architecture Parameters

Layer	Configuration
Input Layer	41 features
Conv Layer 1	32 filters, kernel 3x3, ReLU
Pooling Layer	MaxPooling 2x2
Conv Layer 2	64 filters, kernel 3x3, ReLU
Pooling Layer	MaxPooling 2x2
Dropout	0.25
Dense Layer	128 neurons, ReLU
Output Layer	Softmax

Table 3 outlines the structure of the convolutional neural network utilized in the proposed intrusion detection system. The model operates on 41 input features obtained from the NSL-KDD dataset. Initially, a convolutional layer with 32 filters and a 3×3 kernel, combined with a ReLU activation function, is applied to extract primary feature patterns from the input data. This is followed by a max-pooling layer, which downsamples the feature maps spatially and improves computational efficiency.

In the next stage, another convolution layer containing 64 filters serves as employed to capture more complex and higher-level feature representations from the network traffic. To reduce overfitting, a dropout layer set to 0.25 is added while training the model. Finally, a fully connected dense layer with 128 neurons is applied before the softmax output layer that performs the final classification by assigning each instance to its corresponding attack category.

3.4. CNN Model Design

The convolutional neural network architecture employed in this study is not a completely original deep learning model; instead, it is adapted from a well-known CNN design and customized specifically for the network intrusion detection problem. The primary reason for selecting CNN is its strong ability to autonomously learn hierarchical feature representations from high-dimensional data, thereby removing any dependence on manually extracting features. Although CNNs are most commonly associated with image-based tasks, recent research has shown that they can also perform effectively on structured network traffic data after suitable transformations are applied. In this work, the NSL-KDD benchmark served as first converted into a numerical feature matrix and then reshaped to make it suitable for convolutional operations. The resulting network structure includes convolution layers responsible to extract meaningful features pooling layers used for reducing dimensionality.

In this study, the CNN-based method is employed primarily to evaluate its performance relative to conventional ML methods, specifically Random Forest and SVM, with the goal of enhancing intrusion detection capabilities. Accordingly, the proposed CNN model accepts 41 input features and performs both convolution and pooling operations to identify underlying patterns. A layer where every neuron connects to all activations from the previous stage containing 128 neurons is utilized to learn meaningful feature representations, while the last step of labeling is carried out using a softmax output layer that assigns each data instance to one of several predefined attack categories.

This study employs a CNN-based method to detect intrusions and categorize network attacks. Our altered model uses 41 features of network traffic from NSL-KDD dataset which are first reshaped to be compatible with convolutional processing. One convolution layer containing 32 filters and ReLU activation function captures significant patterns in the input data. Next, a max-pooling layer is added which uses a 2×2 window to reduce the dimensionality of the extracted features thereby increasing computational efficiency.

For better generalization and protection against overfitting, a dropout layer with a 0.25 rate is incorporated into the architecture. Following this, the extracted features are fed through fully connected dense layers consisting of 128 neurons, helping the model learn further expressive mappings between features and outputs. Finally, multi-class classification is performed using a softmax output layer that determines the assignment of each input instance to one of five predefined categories.

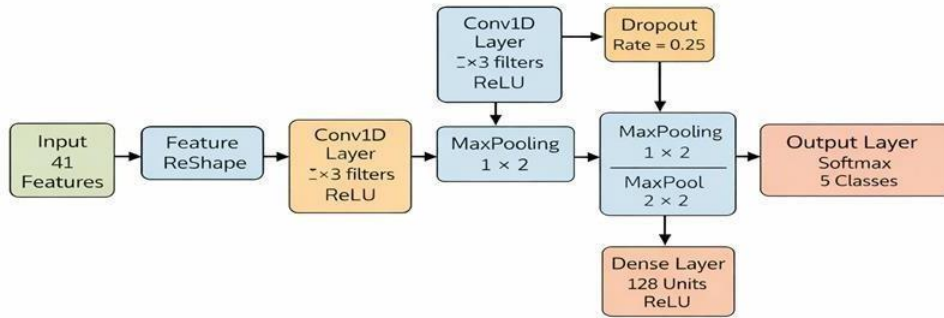


Figure 2. Structure of the proposed CNN-driven IDS model

The Figure 2 illustrates the structure of the CNN used for intrusion detection. The model processes network traffic features through convolutional, pooling, and fully connected layers, together with the ultimate SoftMax layer classify the traffic into normal activity or one of the attack categories.

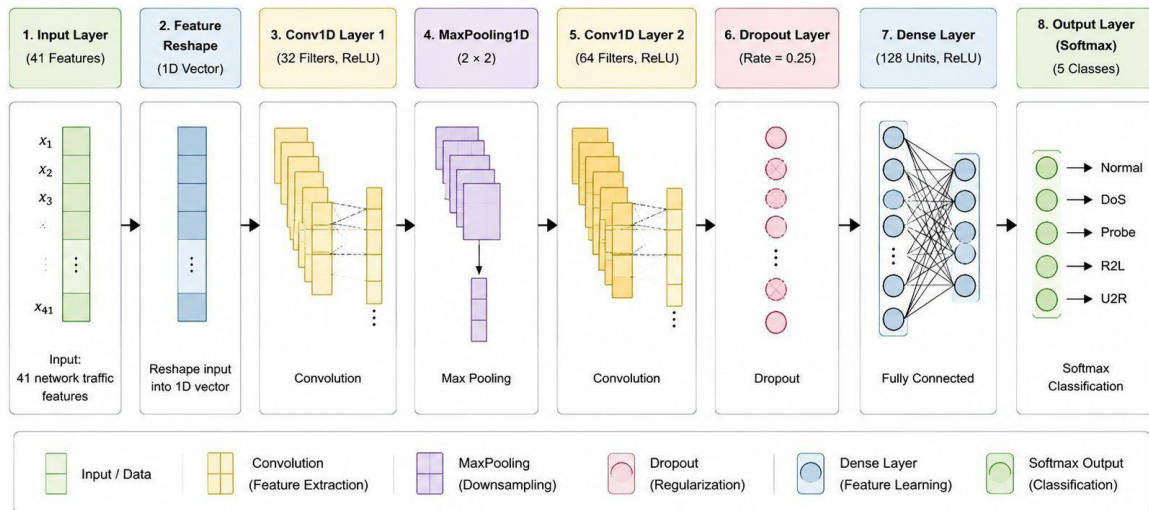


Figure 3. Proposed CNN Architecture for Intrusion Detection

Figure 3. CNN-based Intrusion Detection Model Architecture

Figure 3 demonstrates the architecture of the CNN design used in this study for intrusion detection. The model takes 41 network traffic features as input, applies convolution and max-pooling layers to extract important patterns, and uses a dense layer for feature learning. In the final step, a softmax output layer categorizes the network traffic into five classes representing normal traffic and different attack types.

3.5. Model Training

Loss function used in training:

$$J = (m - y(\theta))^T Q (m - y(\theta))$$

Gradient descent update rule:

$$W_{new} = W_{old} - \alpha (\partial C / \partial W)$$

The ROC curve is used to evaluate the effectiveness of a classifier. This curve illustrates the trade-off between the true positive rate and the false positive rate across various threshold settings. A curve nearer to the top-left region indicates better classification performance, meaning the model demonstrates a superior true positive rate alongside a reduced false positive rate.

Table 4. Evaluation Metrics

Metric	Formula
Accuracy	$(TP + TN) / (TP + TN + FP + FN)$
Precision	$TP / (TP + FP)$
Recall	$TP / (TP + FN)$
F1-score	$2 \times (\text{Precision} \times \text{Recall}) / (\text{Precision} + \text{Recall})$

Table 4 outlines the metrics used to gauge the proposed model's performance. Accuracy represents the overall prediction correctness. Precision captures the fraction of correct positive predictions out of all positive labels. Recall reflects the model's ability to detect every actual positive instance. The F1-score, being the harmonic mean of Precision and Recall, serves as a balanced performance measure, particularly useful under imbalanced class conditions.

4. EXPERIMENTS AND OBSERVATIONS

In this section, we provide an in-depth empirical analysis of the proposed IDS framework. The key aim is to compare how different ML and deep learning models perform on the NSL-KDD benchmark. Quantitative metrics along with visual aids like performance charts and confusion matrices are used to better interpret model behavior and classification accuracy.

Table 5. Performance benchmark of the examined models

Model	Accuracy	Precision	Recall	F1-score
RF	94.6%	92.4%	91.8%	92.1%
SVM	92.1%	90.3%	89.9%	90.1%
CNN	96.3%	93.8%	92.6%	93.2%
LSTM	95.2%	91.5%	91.2%	91.3%

Table 5 shows the comparative performance of the four evaluated models. CNN outperformed all other models in both accuracy and F1-score among the algorithms. This indicates that convolutional feature extraction is effective in capturing complex patterns within network traffic. Although Random Forest also produced strong results, the CNN model demonstrated better overall generalization capability (Figure 4).

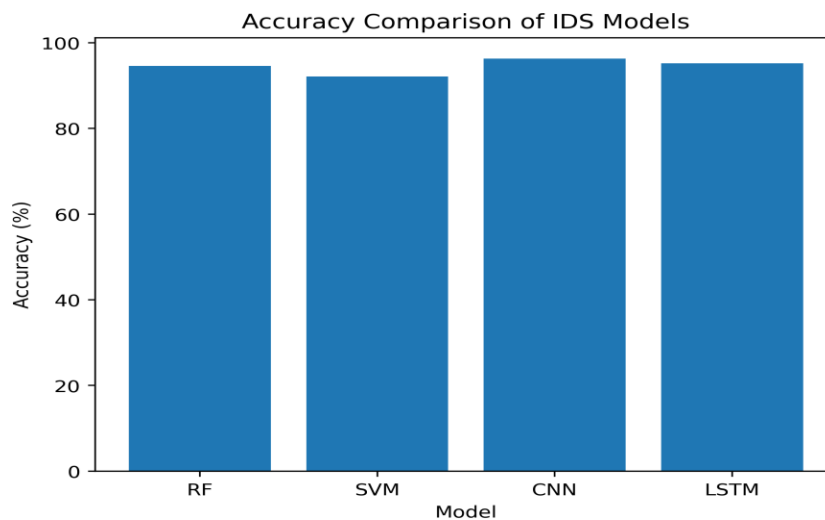


Figure 4. Accuracy comparison of RF, SVM, CNN and LSTM models.

The accuracy comparison graph offers an intuitive illustration of model performance, making it easier to observe the differences between the evaluated algorithms. The CNN model stands out with the highest accuracy value, indicating its strong capability in capturing complex patterns within the dataset. The consistency between graphical and numerical results further validates the reliability of the experimental findings.

Confusion Matrix Analysis

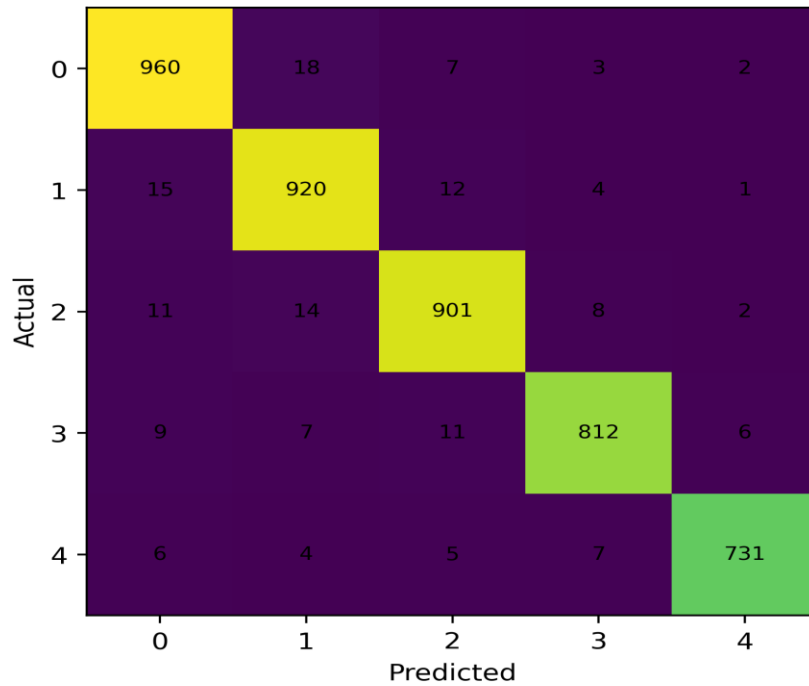


Figure 5. Confusion matrix for the CNN-based IDS model.

The confusion matrix mentioned by class, revealing how successfully the CNN model performed in classification task. It has diagonal elements that show instances classified correctly and off-diagonal elements that show misclassified samples. If there are values heavily centered on the diagonal, signifying that the model delivers effectively when distinguishing between different attack categories.

The results indicated that the CNN model identifies most of the attack types like DoS, Probe, R2L, and U2R with high classification accuracy further confirming its effectiveness in intrusion detection tasks.

5. DISCUSSION

The results obtained from this research show that deep learning techniques contribute significantly to enhancing intrusion detection performance. Across all tested algorithms, the Convolutional Neural Network achieved the highest accuracy and overall classification success, demonstrating its strong ability to learn complex and nonlinear patterns within network traffic data and to successfully separate legitimate traffic from harmful ones. Long Short-Term Memory models also produced competitive results; however, the CNN offered a more balanced and computationally efficient solution for this specific dataset. Classic machine learning techniques, for instance RF and SVMs, yielded slightly lower performance metrics, yet their simplicity and reduced computational requirements make them suitable candidates for real-time deployment.

Another notable observation is the improved detection rates for less frequent attack types like User-to-Root (U2R) and Remote-to-Local (R2L). This enhancement is attributed to the applied preprocessing techniques—particularly feature normalization and dimensionality reduction—which help the model focus on more informative and discriminative patterns. Despite these advantages, deep learning-based models demand greater computational resources and may

encounter limitations in real-time scenarios. Furthermore, their susceptibility to adversarial examples continues to be a major issue that requires attention in future work. Upcoming work should prioritize the development of hybrid and adaptive intrusion detection systems that achieve an effective trade-off among accuracy, robustness, and computational efficiency within dynamic network environments.

6. CONCLUSION

Within this research, a detection framework incorporating both conventional ML and DL architectures were conceived for improving the rate of detection of harmful actions within a network traffic. The proposed method incorporates feature preprocessing and optimization techniques with convolutional neural network (CNN) modeling to enhance the classification capability of intrusion detection systems.

Experimental results using the NSL-KDD dataset indicate that the CNN-based model performs better than traditional machine learning algorithms such as Random Forest and Support Vector Machines. Specifically, the CNN based model attains higher accuracy, F1-score, and ROC-AUC values, which proves its efficiency in learning complex patterns and nonlinear relationships within network traffic data.

Several preprocessing methods, including feature normalization and dimensionality reduction, were additionally employed to minimize redundant information and enhance the model's generalization capability. As a result, detection performance improved for minority attack types namely Remote-to-Local (R2L) and User-to-Root (U2R), attacks that are typically more challenging to identify.

The outcomes of this study shows that DL approaches can be highly effective for intrusion detection tasks. They also highlight the importance of integrating various techniques in order to develop more powerful and reliable systems.

REFERENCES

- Ahmed, M., Mahmood, A. N., & Hu, J. (2016). A survey of network anomaly detection techniques. *Journal of Network and Computer Applications*, 60, 19–31.
- Alazzam, H., Sharieh, A., & Sabri, K. (2020). A feature selection approach for intrusion detection system using Pigeon Inspired Optimizer. *Expert Systems with Applications*, 148, 113249.
- Aljawarneh, S., Aldwairi, M., & Yassein, M. B. (2018). Anomaly-based intrusion detection system through feature selection analysis and building hybrid efficient model. *Journal of Computational Science*, 25, 152–160.
- Biswas, S. (2018). Intrusion detection using machine learning techniques. *International Journal of Computer Applications*, 182(1), 14–20.
- Buczak, A. L., & Guven, E. (2016). A survey of data mining and machine learning methods for cyber security intrusion detection. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 18(2), 1153–1176.
- Cavusoglu, U. (2019). A new hybrid approach for intrusion detection using feature selection and machine learning algorithms. *Computer Networks*, 150, 1–13.

- Folino, G., Sabatino, P., & Vanneschi, L. (2018). A survey on distributed cooperative intrusion detection systems. *Journal of Network and Computer Applications*, 121, 28–47.
- Gao, J., Korayem, M., Yampolskiy, R., & Beling, P. (2014). A survey of intrusion detection and prevention systems. *Journal of Information Security*, 23(3), 110–119.
- Huque, M., Islam, M. R., & Rahman, M. (2012). Genetic algorithm based intrusion detection system. *International Journal of Computer Applications*, 47(12), 1–6.
- Javaid, A., Niyaz, Q., Sun, W., & Alam, M. (2016). A deep learning approach for network intrusion detection system. In *Proceedings of the 9th EAI International Conference on Bio-inspired Information and Communications Technologies* (pp. 21–26).
- Khammassi, C., & Krichen, S. (2017). A genetic algorithm based feature selection and parameter optimization for support vector machines in intrusion detection. *Computers & Security*, 70, 166–181.
- Kim, Y., & Kim, H. (2021). CNN-based intrusion detection system for real-time network traffic analysis. *Journal of Network and Computer Applications*, 173, 102877.
- Moustafa, N., & Slay, J. (2015). UNSW-NB15: A comprehensive data set for network intrusion detection systems. In *Military Communications and Information Systems Conference* (pp. 1–6).
- Ring, M., Wunderlich, S., Scheel, C., Landes, D., & Hotho, A. (2019). A survey of network-based intrusion detection datasets. *Computers & Security*, 86, 147–167.
- Roy, A., Cheung, S. H., Sharma, M., & Jacob, A. (2020). Deep learning approach for intrusion detection using recurrent neural networks. *Procedia Computer Science*, 171, 1186–1193.
- Shone, N., Ngoc, T. N., Phai, V. D., & Shi, Q. (2018). A deep learning approach to network intrusion detection. *IEEE Transactions on Emerging Topics in Computational Intelligence*, 2(1), 41–50.
- Sommer, R., & Paxson, V. (2010). Outside the closed world: On using machine learning for network intrusion detection. In *IEEE Symposium on Security and Privacy* (pp. 305–316).
- Tavallaee, M., Bagheri, E., Lu, W., & Ghorbani, A. A. (2009). A detailed analysis of the KDD CUP 99 dataset. In *Proceedings of the IEEE Symposium on Computational Intelligence for Security and Defense Applications* (pp. 1–6).
- Tsai, C. F., Hsu, Y. F., Lin, C. Y., & Lin, W. Y. (2009). Intrusion detection by machine learning: A review. *Expert Systems with Applications*, 36(10), 11994–12000.
- Yin, C., Zhu, Y., Fei, J., & He, X. (2017). A deep learning approach for intrusion detection using recurrent neural networks. *IEEE Access*, 5, 21954–21961.
- Zhang, J., & Zulkernine, M. (2006). Anomaly based network intrusion detection with unsupervised outlier detection. In *IEEE International Conference on Communications* (pp. 2388–2393).

Kentsel Morfoloji Üzerinden İklim Duyarlı Kentsel Tasarım: Kentsel Isı Adası Ve Gökyüzü Görüş Faktörü İlişkilerinin Değerlendirilmesi

Ece Simay Soyucak¹, Doç. Dr. Umut Erdem²

¹İzmir Demokrasi Üniversitesi, E-mail: ecesimaysoyucak@gmail.com

²İzmir Demokrasi Üniversitesi, E-mail: umut.erdem@idu.edu.tr

Özet: Hızlı kentleşme süreci ve kentlerin fiziksel yapısında meydana gelen değişimler, kentsel alanların kırsal çevreye göre daha fazla ısı tutmasına neden olan Kentsel Isı Adası (KIA) etkisini ve beraberinde mikroiklimsel problemleri getirmektedir. Kentleşmenin getirdiği yoğun yapılaşma, geçirimsiz yüzeylerin artışı, açık yeşil alanların artışı, plansız yerleşimin beraberinde getirdiği sokak geometrisi ve artan bina yükseklikleri nedeniyle kentlerin termal çevresi doğrudan etkilenmiş ve bu durum özellikle yaz aylarında sıcaklıkların artmasına neden olmuştur. Kentsel alanlardaki ısı tutulumu KIA etkisinin artışına ve bu nedenle yalnızca çevresel değil aynı zamanda enerji tüketimi, termal konfor ve kentsel yaşam kalitesine de etki etmiştir. Bu bağlamda kentsel morfolojinin iklim üzerindeki etkilerinin incelenmesi, iklim duyarlı planlama ve tasarım yaklaşımlarının geliştirilmesi açısından önem taşımaktadır. Gökyüzü görüş etkisi; kentsel morfolojinin mikroiklim üzerindeki etkisini morfolojinin kapsadığı yapı yoğunluğu, bina yükseklikleri, sokak geometrisi gibi özellikleri üzerinden değerlendirerek gökyüzünün ne kadar görüldüğü ölçütü üzerinden termal çevrenin değerlendirilmesinde rol oynamaktadır. Bu çalışma, kentsel morfoloji ile doğrudan bağlantılı olan Gökyüzü Görüş Faktörü (GGF) ile Kentsel Isı Adası (KIA) etkisi arasındaki ilişkiyi morfolojik parametrelerle beraber değerlendirerek mikroiklimatik koşulları değerlendirmektedir. Araştırma kapsamında, farklı kentsel dokularda gökyüzü görünürlüğündeki değişimin yüzey sıcaklıklarını nasıl etkilediği ve iklim duyarlı kentsel tasarım stratejileri için gerekli parametreleri değerlendirmektedir. Bu çalışmada CBS tabanlı mekânsal ve iklimsel analiz yöntemlerinden yararlanılarak farklı kentsel dokulardaki KIA göstergeleri ile GGF değerleri değerlendirilmiş örnek çalışma alanı üzerinden analizleri yapılmıştır. Uydu verileri, mekânsal analizler ve morfolojik değerlendirmeler aracılığıyla farklı yapılaşma karakterlerine sahip alanların mikroiklimsel performansları incelenmektedir. Çalışma alanı olarak, bünyesinde gecekondular yerleşimlerinden yüksek katlı modern bloklara kadar farklı morfolojik yapıları barındıran İzmir'in Bayraklı ilçesi seçilmiştir. Farklı morfolojik özelliklere sahip alanları bir arada bulduran Bayraklı İlçesinde, kentsel dokular incelenmiş ve belirlenen örnek alanda yapılan saha çalışmaları ile birlikte farklı dokulardaki GGF değerleri 180 derecelik balıkgözü (fish-eye) lens kullanılarak hemisferik görüntüler çekilmiş ve bu görüntüler binarizasyon (siyah-beyaz maskeleme) yöntemiyle işlenerek hesaplanmıştır. Elde edilen veriler doğrultusunda farklı kentsel dokuların mikroiklim üzerindeki etkilerinin karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesi ve iklim duyarlı kentsel tasarım yaklaşımlarına katkı sağlayacak bir çerçeve oluşturulması hedeflenmektedir.

Anahtar Kelimeler: kentsel ısı adası (kia), gökyüzü görüş faktörü (ggf), kentsel morfoloji, mikroiklim, iklim duyarlı kentsel tasarım

Climate-Responsive Urban Design Through Urban Morphology: Evaluating the Relationship Between Urban Heat Island and Sky View Factor

Ece Simay Soyucak¹, Assoc. Prof. Dr. Umut Erdem²

¹Izmir Democracy University, E-mail:ecesimaysoyucak@gmail.com

²Izmir Democracy University, E-mail:umut.erdem@idu.edu.tr

Abstract: Rapid urbanization and the physical transformation of cities have led to the emergence of Urban Heat Island (UHI) effects, causing urban areas to retain more heat than surrounding rural environments and resulting in various microclimatic problems. The dense built environment brought by urbanization, the increase in impermeable surfaces, the reduction of open and green spaces, irregular street geometry caused by unplanned settlements, and increasing building heights have directly affected the thermal environment of cities, particularly leading to higher temperatures during summer periods. Heat retention in urban areas has intensified the UHI effect, influencing not only environmental conditions but also energy consumption, thermal comfort, and overall urban quality of life. In this context, examining the impacts of urban morphology on climate is essential for the development of climate-sensitive planning and urban design approaches. Sky View Factor (SVF) plays a significant role in evaluating the thermal environment by assessing how much of the sky is visible through morphological characteristics such as building density, building heights, and street geometry, which constitute the effects of urban morphology on the microclimate. This study evaluates microclimatic conditions by examining the relationship between Sky View Factor (SVF) and Urban Heat Island (UHI) effects together with morphological parameters directly associated with urban morphology. Within the scope of the research, the study investigates how variations in sky visibility across different urban textures affect surface temperatures and identifies the parameters required for climate-sensitive urban design strategies. In this study, GIS-based spatial and climatic analysis methods were employed to evaluate UHI indicators and SVF values within different urban textures through analyses conducted on selected sample areas. Satellite data, spatial analyses, and morphological evaluations were utilized to investigate the microclimatic performance of areas with different urbanization characteristics. The study area was selected as the Bayraklı district of İzmir, which contains a wide range of morphological structures from informal settlements to high-rise modern building blocks. Within Bayraklı, where areas with diverse morphological characteristics coexist, urban textures were examined and field studies were conducted in selected sample areas. SVF values in different urban textures were calculated by capturing hemispherical images using a 180-degree fisheye lens and processing these images through a binarization (black-and-white masking) method. Based on the obtained data, the study aims to comparatively evaluate the impacts of different urban textures on the microclimate and establish a framework that contributes to climate-sensitive urban design approaches.

Keywords: urban heat island (uhi), sky view factor (svf), urban morphology, microclimate, climate-sensitive urban design

Giriş

Hızlı kentleşme ve kırdan kente göç hareketleri ile kentlerin fiziksel yapısında önemli değişimlere yol açmaktadır. Nüfus artışı ve kentteki fiziksel değişimlerin yol açtığı mikroiklimsel problemler ortaya çıkmaktadır. Kentsel Isı Adası (KIA) etkisi bu sorunların başında gelmektedir. KIA; kentsel alanların en yakınındaki kırsal alana göre daha fazla ısı tutması durumudur. Bu ısı tutması durumu yağış düzeni gibi iklimsel koşullarla etkileşime girip kentlerde mikroiklimin değişmesine, yüzey sıcaklıklarının artmasına ve insan termal konforunun olumsuz etkilenmesine neden olmaktadır. Ayrıca yüksek sıcaklık değerleri enerji tüketiminin artmasına, açık alan kullanımının azalmasına ve özellikle yaşlılar, çocuklar ve kronik rahatsızlığa sahip bireyler gibi hassas gruplar üzerinde sağlık problemlerinin ortaya çıkmasına yol açabilmektedir. Sıcak hava dalgalarının son yıllarda daha sık görülmesiyle birlikte kentlerde sıcaklık kaynaklı sağlık riskleri daha görünür hale gelmiş, termal konfor ve kentsel sağlık ilişkisi kent çalışmalarında önemli bir araştırma konusu haline gelmiştir. Kentsel iklim krizine karşı dayanıklı kentler hedefinde KIA etkisinin azaltılması gerekli bir hale gelmiştir.

Çalışma kapsamında farklı morfolojilere sahip alanlarda; morfoloji ile direkt bağlantılı Gökyüzü Görüş Faktörü (GGF) ve KIA etkisi arasındaki ilişki incelenmiştir ve bu ilişkinin doğurduğu sonuçlar tespit edilmiştir. Bu kapsamda; iklime duyarlı planlama ve tasarım stratejilerine zemin oluşturabilecek parametrelerin ortaya çıkması hedeflenmiştir. Çalışma kapsamında;

-Farklı kentsel morfoloji özelliklerine sahip alanlarda yapı yoğunluğu, bina yüksekliği, sokak geometrisi ve açık-yeşil alan varlığı KIA etkisi ve mikroiklim koşullarını nasıl etkilemektedir?

-Gökyüzü görüş faktörü ile Kentsel Isı Adası etkisi arasında nasıl bir ilişki bulunmaktadır ve farklı kentsel dokularda gökyüzü görünürlüğündeki değişim yüzey sıcaklıklarını nasıl etkilemektedir?

-Yoğun yüksek yapılaşma alanları, orta yoğunluklu yerleşim alanları ve düşük yoğunluklu açık-yeşil alan ağırlıklı bölgeler arasında Kentsel Isı Adası etkisi, gökyüzü görüş faktörü ve mikroiklimsel performans açısından nasıl farklılıklar ortaya çıkmaktadır? sorularına yanıt bulunması beklenmektedir.

Kavramsal Çerçeve

Kentsel Isı Adası (KIA) Etkisi

Kentsel Isı Adası kavramı ilk olarak Luke Howard tarafından; kentteki ısı seviyelerinin en yakınındaki kırsal alana göre daha yüksek olduğu Londra şehri üzerinde yaptığı çalışma ile birlikte tanımlanmıştır (Howard, 1833, aktaran Oke, 1982). Kentsel ısı adası etkisi, kentsel alanın en yakınındaki kırsal alana göre nüfus, fiziksel yapı ve insan faaliyetleri nedeniyle daha fazla ısı tutma kapasitesi olması durumudur (Demircioğlu Yıldız, Avdan, & Avdan, 2019). KIA etkisi sonucunda nem, yağış oranı ve rüzgar akışında değişikliklere neden olur (Kömürcü, 2022). Aynı zamanda, KIA'nın yarattığı etki ile insan termal sağlığı da negatif yönde etkilenmektedir (Kömürcü, 2022).



Şekil 1 Kentsel Isı Adası Şemasal Gösterimi
Kaynak: World Meteorological Organization [WMO], n.d.

Kentsel Isı Adası Etkisini Etkileyen Faktörler

1. Arazi Örtüsü Değişimi ve Kentsel Fonksiyonlar

Kentleşme süreci ile birlikte alan kullanımları değişmekte; doğal çevre ve açık-yeşil alan kullanımları kentsel alanlarda sınırlı hale gelmektedir (Yılmaz & Öztürk, 2023). Bu süreçte, kentsel yerleşimlerin oluşturduğu geçirimsiz yüzeylerin (yapılar, yollar, otoparklar vb.), doğal ve yarı doğal peyzaj alanlarının yerini alması ile birlikte KIA etkisi oluşumuna neden olduğu gözlemlenebilmektedir (Demircioğlu Yıldız, Avdan, & Avdan, 2019). Kentsel kullanımlarda konut, sanayi, ticaret ve ulaşım gibi fonksiyonların artışı ile birlikte enerji tüketimi, tüketim kaynaklı ısı yayılımı gibi faktörler KIA etkisinin artışına yol açmaktadır (Kömürcüoğlu, 2022).

2. Mavi ve Yeşil Altyapı Varlığı

Kent içerisindeki mavi (deniz, göl, nehir vb.) ve yeşil (orman, parklar, ağaçlar vb.) altyapı kent mikroklimasına etki edip iklimi düzenleme konusunda önemli fonksiyonları olduğu ve yüzey sıcaklarının düşmesini sağlayan soğutma mekanizmalarıdır (Şentürk & Çubukçu, 2022). Kentleşme süreci ile birlikte yapı yoğunluğu artış gösterirken yeşil alanlardaki düşüş ile birlikte doğal soğutma sürecinin kısıtlanması nedeniyle KIA etkisi şiddetlenmektedir (Tonyaloğlu, 2019).

3. Yüzey Malzemelerinin Termofiziksel Özellikleri ve Albedo

Kentsel yüzeylerde kullanılan malzemelerin ışığı yansıtma kapasitesine (albedo) göre ısı depolama kapasiteleri KIA etkisi üzerinde etkili olmaktadır (Gülten, 2014). Kentsel alanlarda kullanılan asfalt, beton, tuğla gibi malzemelerin ışığı yansıtma ve ısıyı tutma kapasiteleri farklılık göstermektedir. Koyu renkli ve düşük albedolu yüzeyler güneş enerjisini emerek gün içinde ısı depolamakta ve gece boyunca depolanan enerji atmosfere salınarak kentsel alanlarda ısı salınımına neden olmaktadır (Kömürcüoğlu, 2022).

4. Kentsel Morfoloji ve Geometrik Yapı

Kentin geometrik yapısı, rüzgar akışı, güneşlenme etkisi, radyasyon alışverişi ve ısı tutma gibi faktörleri etkileyerek KIA etkisini belirleyen faktörlerden biridir; bu fiziksel form bina yüksekliği - sokak genişliği oranı ve Gökyüzü Görüş Faktörü (GGF) kapsamında ısının hapsolmesinde rol oynamaktadır (Gülten, 2014).

5. Antropojenik Isı ve Demografik Faktörler

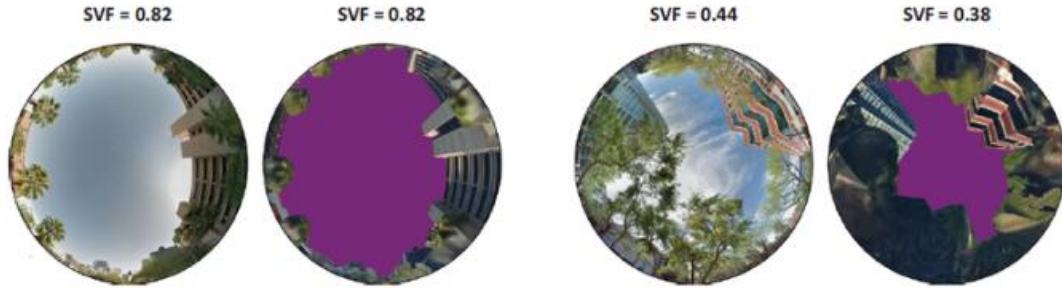
Antropojenik ısı, insan kaynaklı doğrudan atmosfere bırakılan atık ısılar ve kent sıcaklığını yükselten bir diğer ana faktördür (Baş & Partigöç, 2023). Bu ısı yayılımı; sanayi siteleri, trafikte motorlu taşıtların yaydığı ısı, bina soğutma sistemlerinden yayılan sıcak hava gibi etmenlerden ötürü sıcak hava yaymaktadır ve yoğunlaşan nüfus ile nu tür faaliyetlerin artması sebebiyle etkisi güçlenmektedir. (Baş & Partigöç, 2023).

Kentsel Morfoloji

Kentsel morfoloji, sokakların, yapı adalarının ve binaların oluşturduğu mekânsal kurgusunun değerlendirilmesi ve bu yapının zaman içindeki değişimini incelemektedir (Koçdemir, 2022). Kentsel mekanın organizasyonunu; binalar, parseller, sokaklar ve parklar gibi kentsel morfolojiyi tanımlayan elemanların zaman içerisindeki değişimlerini inceleyerek bir yerleşim dokusunun tarihsel dönemler bağlamında nasıl oluştuğunun da tipolojik olarak tespit edilmesini sağlar (Tezer, 2019). Yapı yoğunluğu, yapı yüksekliği, sokak dokusu ve açık alan dağılımı gibi fiziksel çevre özellikleri ile belirlenen kentsel formun yapısını ifade etmekte ve bu yapı kent iklimini, sıcaklık dağılımlarını ve hava akımlarını etkilemektedir (Canan, 2017).

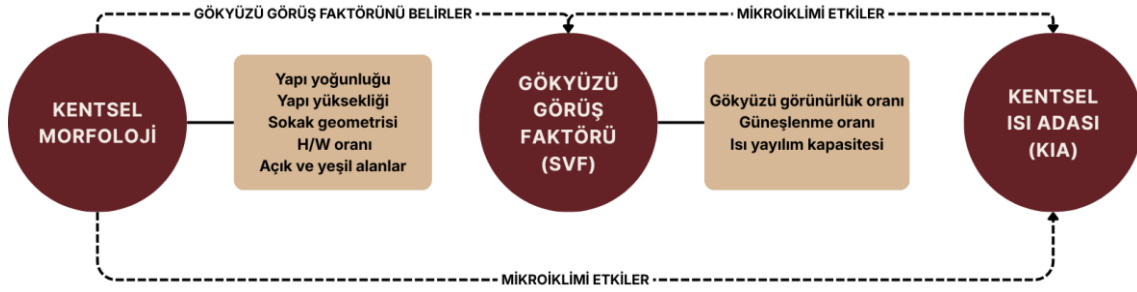
Gökyüzü Görüş Faktörü (GGF)

Gökyüzü görüş faktörü, kentin morfolojik dokusunun Bu faktör, gökyüzünün açıklık seviyesini 0 ile 1 arasında değerlendirildiği bir ölçektir ve bu değerlendirmede değer 1 e yaklaştıkça açıklık seviyesinin yüksek olduğu ve engellenmemiş bir görüntünün elde edildiği bir alanı temsil eder (Middel, Lukasczyk, & Maciejewski, 2017). Bu ölçek kentsel alandaki binalar ve ağaçlar gibi gökyüzü görünüşünü etkileyen engelleyici faktörler ve görünen gökyüzü oranını hesaplayan bir ölçektir (Xu, Lu, & Liu, 2024). Gökyüzü görüş Faktörü morfolojiyi karakterize eden önemli özelliklerden biridir ve birçok çalışma kentsel sıcaklık ve morfoloji arasında belirgin bir bağlantı olduğunu savunmaktadır (Wang, Liu, Chen, Cheng, & Du, 2023). Bu doğrultuda gökyüzü görüş faktörünü belirleyen morfolojik etkiler nedeniyle; bu gösterge KIA etkisi çalışmalarında bir parametre olarak kullanılmaktadır. GGF hesaplamalarında balık gözü fotoğrafı tekniğinde “**GGF= Gökyüzü Alanı/ Toplam Hemisfer Alanı**” formülü kullanılmaktadır.



Şekil 2 Gökyüzü Görüş Faktörü Ölçümü Örnek Fotoğrafları
Kaynak: Middel, Lukasczyk, & Maciejewski, 2017

Kentsel Morfoloji, Kentsel Isı Adası Etkisi ve Gökyüzü Görüş Faktörü İlişkisi



Şekil 3 Kentsel Morfoloji, Kentsel Isı Adası Etkisi ve Gökyüzü Görüş Faktörü İlişkisi Diyagramı
Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Kentsel Morfoloji ve Gökyüzü Görüş Faktörü (GGF) İlişkisi

Kentsel morfoloji kentin fiziksel dokusunu tanımlayan bir unsurdur ve Gökyüzü Görüş Faktörü kentin fiziksel dokusu tarafından engellenen gökyüzünün görülebilme oranı tarafından tanımlanan bir faktör olduğu için morfoloji ile doğrudan ilişkilidir.

Bu kapsamda;

-Yapı yoğunluğu ve yüksekliği arttıkça özellikle yüksek katlı binaların ve yapı adası içindeki binaların birbirine yakın olduğu alanlarda GGF düşme eğilimindedir (Canan,2017).

-Kentsel kanyonlar ve sokak geometrisi kapsamında yüksek binalar ve dar sokakların bulunduğu alanlar “kentsel kanyonlar” olarak tanımlanmıştır (Çiçek & Doğan, 2005) ve bu kent geometrisi yükseklik-genişlik oranı açısından yükseklik artışı yaşanıp sokak genişlikleri azaldıkça GGF düşüş eğilimindedir (Canan,2017).

-Açık alan ve kamusal mekan yerleşiminin olduğu dokularda GGF değeri artış göstermekte bu nedenle KIA etkisi düşüş eğiliminde olmaktadır.

GGF değeri 3 boyutlu olarak tanımlanabilecek alanın morfolojik durumunu ufuk sınırları açısından tanımlayarak 2 boyutlu ölçülebilir bir hale indirmek, bu sayede mikroiklim ve ısı birikimi üzerindeki etkileri sayısal olarak değerlendirilebilmektedir (Middel, Lukasczyk, Maciejewski, Demuzere, & Roth, 2018).

Kentsel Isı Adası (KIA) Etkisi ve Gökyüzü Görüş Faktörü (GGF) İlişkisi

Yoğun ve yüksek yapılaşma bulunan alanlarda, bina yakınlığı ve kanyon geometrisi nedeniyle gündüz depolanan ısının gece atmosfere yayılımını engellemektedir ve böylece bu ısının kentsel doku içerisinde hapsolmesine neden olmaktadır (Canan,2017). Bu nedenle KIA etkisi ve GGF arasındaki ilişki ters orantılıdır. KIA etkisini azaltmak amacıyla yapılan çalışmalarda sürdürülebilir kentsel planlama ve tasarım süreçlerinde GGF açısından düşük değerlere sahip alanlar oluşturulması kentsel ısı birikimini hafifletmek ve termal konforu iyileştirmek ve kentlerin uzun vadeli çevresel ve sosyal hedeflerine ulaşmalarına yardımcı olmak adına kullanılmakta olan bir parametredir (Solanki, Amirtham, & Deb, 2025).

Yöntem

Bu çalışmada nicel araştırma yöntemi esas alınmış; kentsel morfoloji, Kentsel Isı Adası (UHI) etkisi ve Gökyüzü Görüş Faktörü (GGF) arasındaki ilişkiye yönelik ulusal ve uluslararası akademik çalışmalar kapsamlı biçimde incelenmiştir. Gerçekleştirilen literatür değerlendirmeleri doğrultusunda, kentsel dokuların mikroiklim üzerindeki etkilerini ortaya koyan temel mekansal ve çevresel parametreler belirlenmiştir. Çalışmada ayrıca Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), uzaktan algılama yöntemleri ve Landsat uydu verileri kullanılarak farklı kentsel dokuların termal özellikleri incelenmiştir. Belirlenen parametrelerin test edilebilmesi için birden fazla morfolojik yapıyı içerisinde barındıran Türkiye’de yer almakta olan İzmir İli Bayraklı ilçesinin KIA eğilimleri analiz edilmiş ve örnek alan üzerinden morfolojik koşullar ve GGF değeri hesaplamaları ile birlikte KIA eğilimi tespit edilmiştir. GGF değeri balık gözü lens yardımı ile sabir bir yükseklikten hemisferik görüntüler üzerinden gökyüzü ve engelleyici yüzeyler binarization yöntemiyle ayrıştırılmış ve piksel tabanlı alan analizi uygulanmıştır. Örnek alandaki farklı dokuların yer aldığı lokasyonlardan görüntüler alınarak hesaplamalar yapılmıştır.

Bulgular

Çalışma Alanı: İzmir-Bayraklı İlçesi

Çalışma alanı olarak İzmir ilinin Bayraklı İlçesi seçilmiştir. Bayraklı İlçesinin seçilmiş olmasının nedeni çeşitli kentsel dokulara ve morfolojik özelliklere sahip bir alan olmasıdır. Bayraklı İlçesi 1950-1960 yıllarından itibaren aldığı göçle beraber gecekondu yerleşimine konu olmuştur (Koç,2023) ve 2000 li yılların başından itibaren ofis-konut uygulamalarının çoğalması ile birlikte alanda yüksek katlı, ofis-konut yerleşimlerinin de bulunduğu bir alan olmaya başlamıştır (Ballice, Nakıp, & Paykoç Özçelik, 2022). “2003 yılı 1/5000 Nazım İmar Planı” içerisinde kentin yeni merkezi olarak ilan edilen Konak Alsancak Punta Bölgesi ve Bayraklı ilçesi Salhane Mahallesi alanlarında ticari konut ağırlıklı yerleşimin bölgeye uygulanması ile birlikte alanda yüksek katlı ofis-konut yerleşim yoğunluğu artmıştır (Tutar, 2019). Bu sayede Bayraklı İlçesi yamaçlara yerleşmiş olan gecekondu yapısı ve sahil kesiminde bulunmakta olan yüksek katlı yerleşim ve planlı orta katlı mahalleleri de bir arada bulundurmasıyla çeşitli morfolojik özelliklere sahip yerleşim desenine sahip bir alan haline gelmiştir.



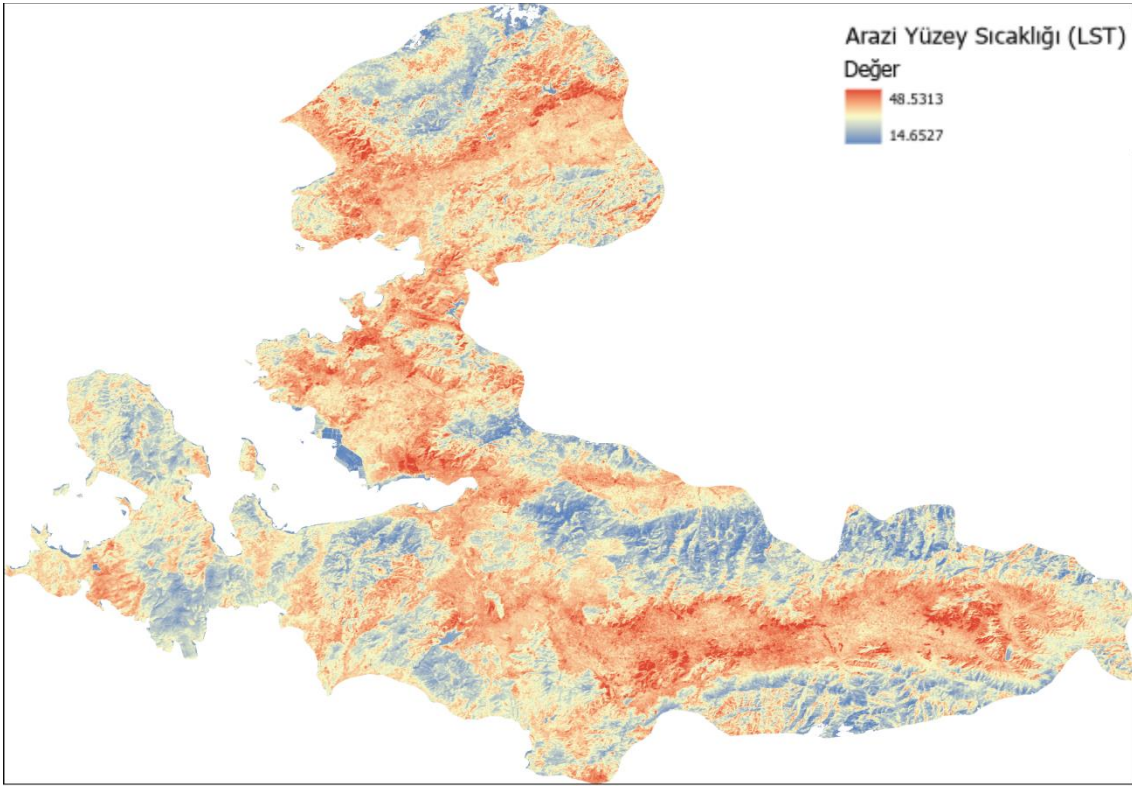
Şekil 4 2003 Yılı İzmir Yeni Kent Merkezi 1/5000 Ölçekli Nazım İmar Planı
Kaynak: İzmir Büyükşehir Belediyesi (2003) aktaran Tutar, Ö. (2019)

Bayraklı ilçesinde farklı kentsel dokuların gözlemlenebilmesi için saha gezileri yapılmıştır. Bu doğrultuda Şekil 4'te gözlemlenebileceği gibi , Yeni Kent Merkezi olarak belirlenmiş alanın Bayraklı İlçesindeki kısmında yüksek katlı ofis-konut yerleşimlerinin bulunduğu kentsel doku, orta katlı (4-8 kat) apartman tipi yapılaşmanın ve düşük katlı konut yapılarının bulunduğu bölge, farklı yapı yükseklikleri ve yapılaşma karakterlerinin bir arada bulunduğu heterojen bir kentsel doku yapısı göstermektedir.



Şekil 5 Bayraklı İlçesi Farklı Kentsel Doku Örnekleri
Kaynak: Yazarın Kişisel Arşivi

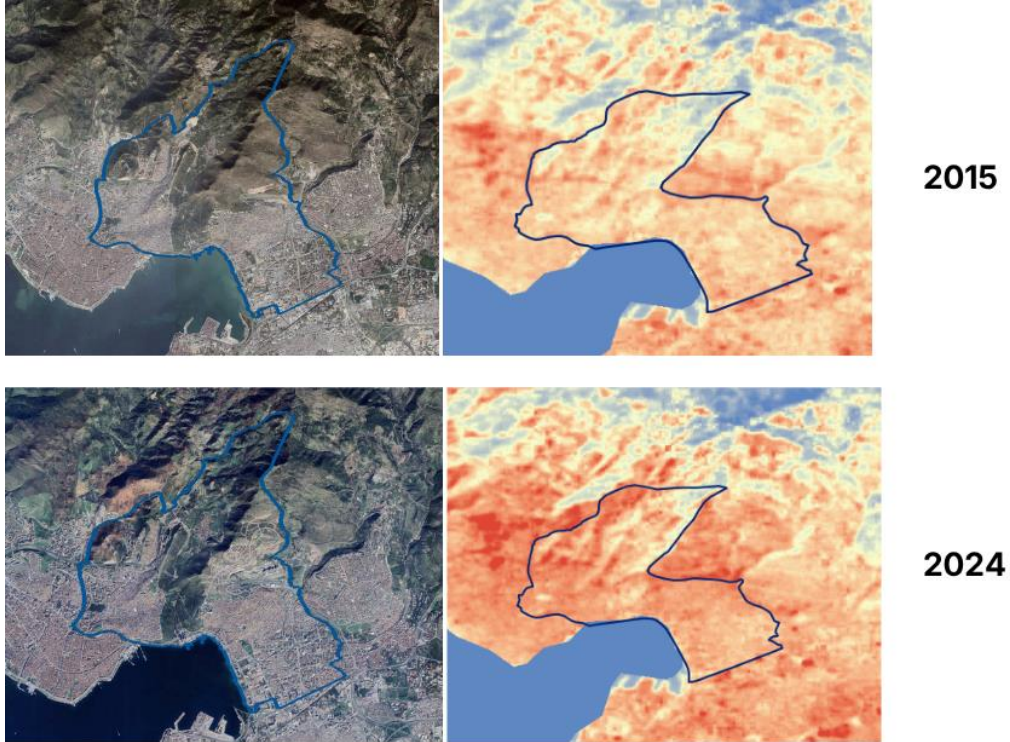
Farklı morfolojik özelliklere sahip yapı dokularını içeren Bayraklı İlçesi'nde gerçekleştirilen Arazi Yüzey Sıcaklığı (LST) analizleri ile Google Earth üzerinden farklı yıllara ait elde edilen görüntülerin karşılaştırılması sonucunda, kentsel yayılımın artışıyla birlikte Arazi Yüzey Sıcaklığı değerlerinde de artış eğilimi gözlemlenmektedir.



Şekil 6 İzmir İli Arazi Yüzey Sıcaklıkları Analizi (2024)

Kaynak: U.S. Geological Survey [USGS], 2024 uydu verileri kullanılarak üretilmiştir.

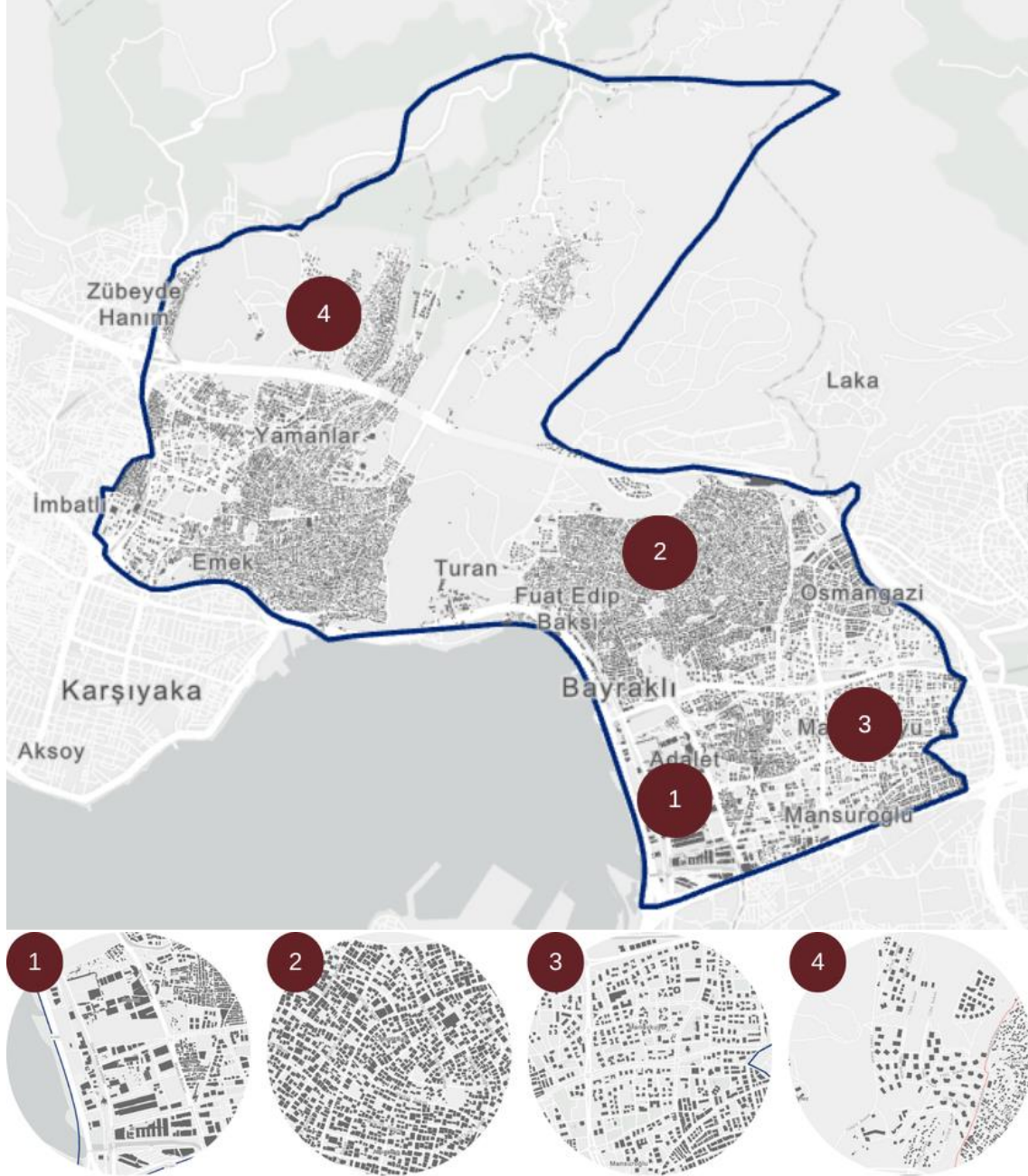
Bayraklı ilçesi kapsamında yapılan Arazi Yüzey Sıcaklıkları analizi ile birlikte kentin büyüme yönüyle uyumlu olarak yüzey sıcaklıklarında artış gözlemlenmektedir.



Şekil 7 Bayraklı İlçesi 2015-2024 Yılları Kentsel Gelişim ve Arazi Sıcaklığı Karşılaştırması

Kaynak: 2015-2024 Google Earth görüntüsü ve USGS 2015-2024 uydu verileri kullanılarak üretilmiştir.

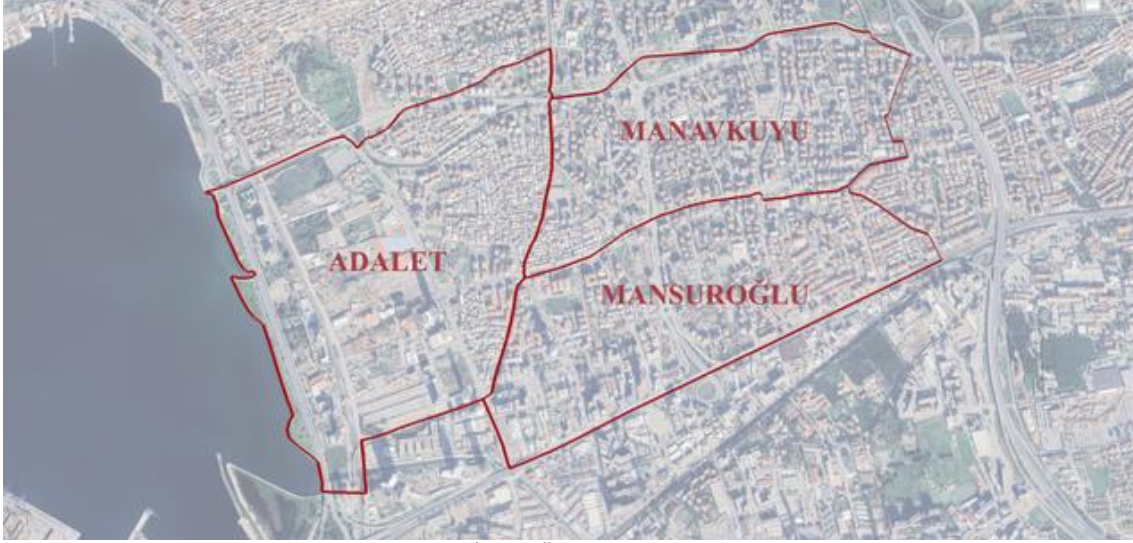
Örnek Alan Çalışması



Şekil 8 Bayraklı İlçesi Farklı Kentsel Dokuları İçeren Alanlar
Kaynak:OpenStreetMap verileri kullanılarak yazar tarafından üretilmiştir.

Farklı morfolojik özelliklere sahip kentsel dokuların bir arada bulunduğu Bayraklı İlçesi'nin 1. ve 3. bölge sınırları içerisinde yer alan Adalet, Mansuroğlu ve Manavkuyu mahallelerinde; düşük, orta ve yüksek katlı yapılaşma örüntülerinin yanı sıra farklı sokak genişliklerine sahip kentsel dokuların varlığı tespit edilmiştir. Bu kapsamda farklı morfolojik özellikleri temsil eden örnek alanlar belirlenmiş ve balıkgözü (fisheye) görüntüler üzerinden Gökyüzü Görüş Faktörü (GGF/SVF) ölçümleri gerçekleştirilerek

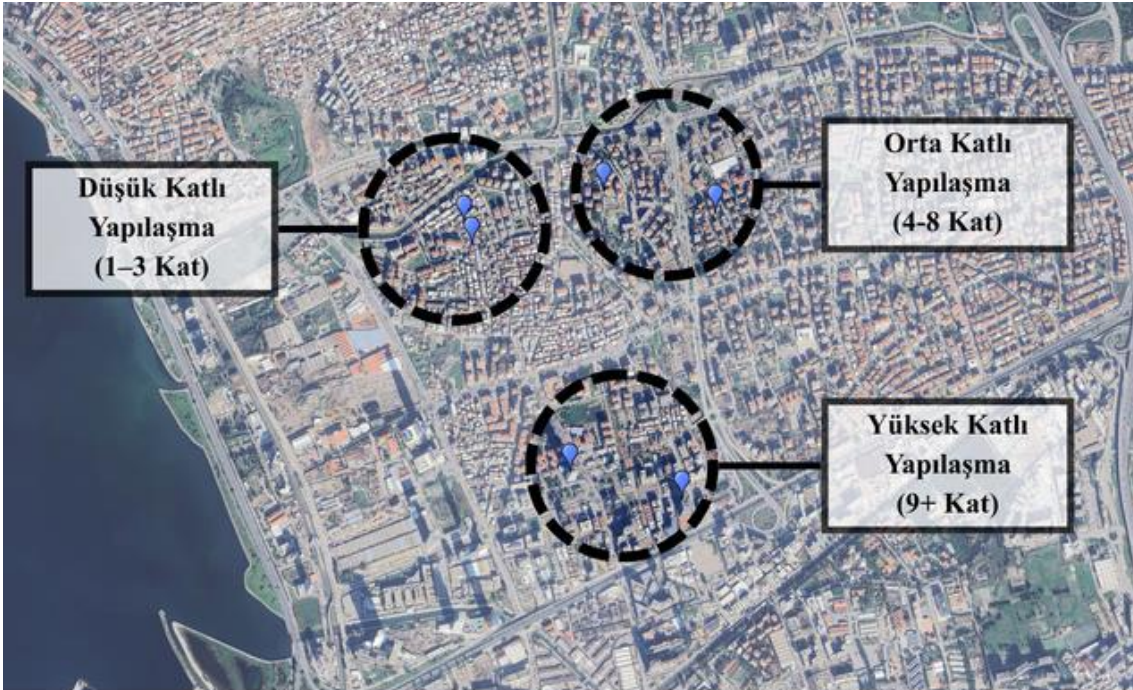
yapı yoğunluğu, kat yüksekliği ve sokak genişliği gibi morfolojik parametrelerin mikroklimatik koşullar üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir.



Şekil 9 Bayraklı İlçesi Örnek Alan Mahalle Sınırları

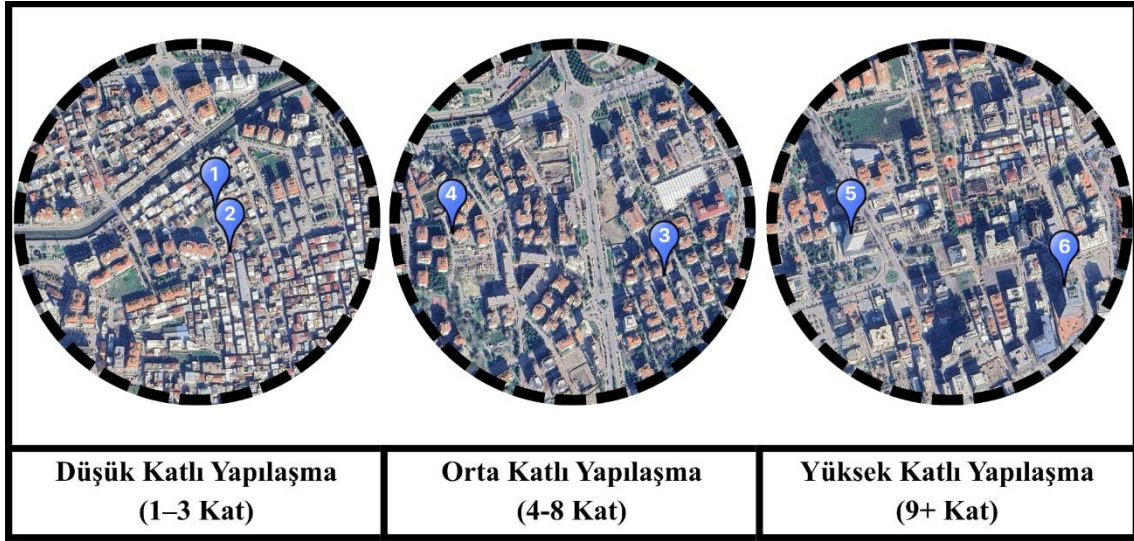
Kaynak: Google Earth görüntüsü kullanılarak yazar tarafından oluşturulmuştur.

Adalet, Mansuroğlu ve Manavkuyu Mahallelerini içine alan örnek alanda farklı kat yüksekliği, sokak deseni ve sokak genişliği olan alanlar tespit edilerek bir örnek analiz alanı oluşturulmuştur.



Şekil 10 Örnek Alan Seçili Yapılar ve Odak Alanlar

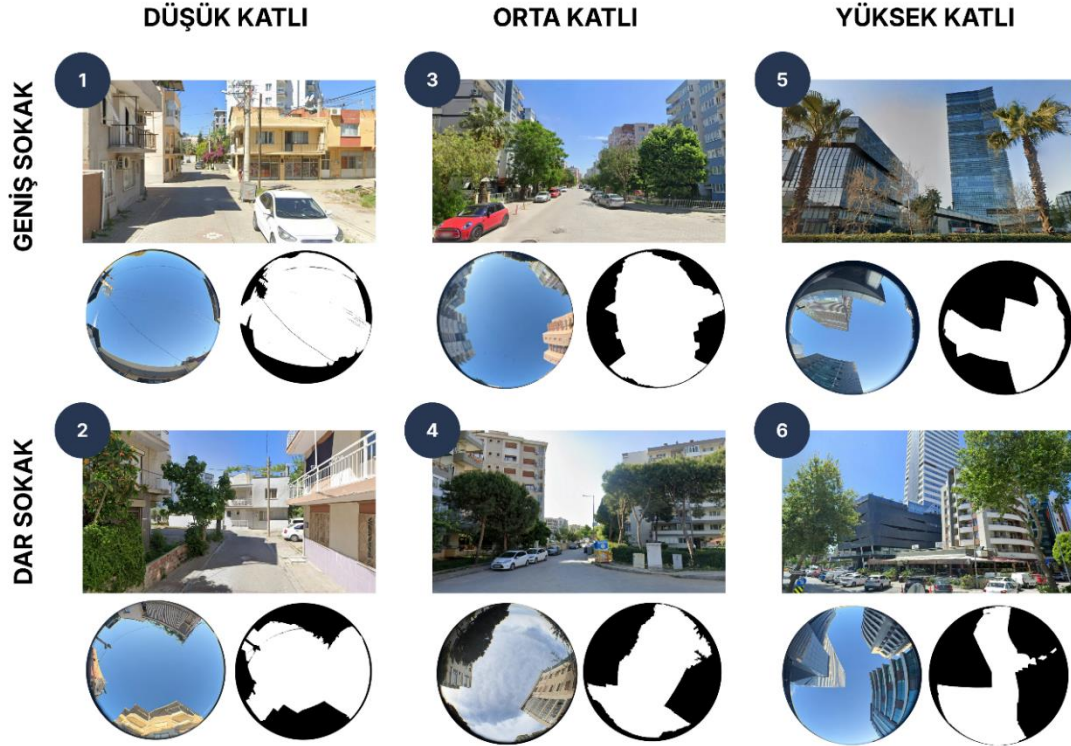
Kaynak: Google Earth görüntüsü kullanılarak yazar tarafından oluşturulmuştur.



Şekil 11 Örnek Alanda Ölçüm Yapılmış Olan Noktaların Numaralandırılması

Kaynak: Google Earth görüntüsü kullanılarak yazar tarafından oluşturulmuştur.

Çalışma kapsamında, kentsel doku özelliklerinin kentsel ısı adası üzerindeki etkisini incelemek amacıyla üç farklı bina yüksekliği ve değişken sokak genişliklerine sahip örnek alanları belirlenmiştir. Bu alanların geometrik yapısını ve gökyüzü açıklığını sayısal olarak ifade etmek için 180 derecelik balıkgözü (fish-eye) lens yardımıyla yerden yaklaşık 1.5-2 metre yükseklikte dairesel fotoğraflar çekilmiştir; elde edilen bu görüntüler üzerinden her bir doku tipine ait Gökyüzü Görünüm Faktörü (GGF) değerleri hesaplanmıştır.



Şekil 12 Farklı Morfolojik Özelliklere Sahip Alanlarda Yapılan Gökyüzü Görüş Faktörü Ölçümleri

Kaynak: Ölçümler yazar tarafından belirlenen alanda saha çalışması yapılarak elde edilmiştir.

Tablo 1 GGF Değerleri ve KIA Eğilimi

No	Yapı Doku Tipi	Sokak Tipi	Yaklaşık GGF	GGF Yorumu	KIA Eğilimi
1	Düşük Katlı	Geniş Sokak	0.88	Yüksek GGF	Düşük KIA
2	Düşük Katlı	Dar Sokak	0.80	Orta-Yüksek GGF	Orta Düzey KIA
3	Orta Katlı	Geniş Sokak	0.81	Yüksek GGF	Düşük-Orta KIA
4	Orta Katlı	Dar Sokak	0.64	Orta GGF	Orta KIA
5	Yüksek Katlı	Geniş Sokak	0.56	Düşük-Orta GGF	Yüksek KIA
6	Yüksek Katlı	Dar Sokak	0.35	Düşük GGF	Yüksek KIA

Ölçüm yapılan alanlarda GGF değerine bağlı olarak literatürde belirtilen ters orantı hesabı ile ölçüm yapılan alanlardaki KIA eğilimi belirlenmiştir. Balıkgözü görüntüler siyah-beyaz maskeleme işleminden geçirilmiş ve gökyüzü piksellerinin toplam hemisferik görüntü alanına oranı ImageJ tabanlı görüntü işleme yaklaşımı ile hesaplanmıştır (Middel vd., 2018).

Özellikle yoğun yüksek yapılaşmanın bulunduğu alanlarda düşük GGF değerlerinin; yüzey sıcaklıklarının artmasının yanı sıra güneş hakkının azalması, gölgeleme etkisinin artması ve görsel geçirgenliğin azalması gibi mekânsal sonuçlar oluşturduğu düşünülmektedir. Bu durum, kentsel morfolojinin mikroiklimsel performans ile birlikte kullanıcı deneyimi ve yaşam kalitesi açısından da değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Şekil 13'te özellikle 6 numaralı ölçüm noktasındaki sokak özellikleri nedeniyle yüksek bina-dar sokak dokusunda güneşlenmeden mahrum kalmakta olan bina ve binanın gölgeleme durumu gözlemlenebilmektedir.



Şekil 13 Yüksek Katlı Dar Sokak Yapılı Alanda Güneş Hakkı Problemi ve Gölgeleme
Kaynak: Yazarın Kişisel Arşivi.

Tartışma ve Sonuç

Çalışma kapsamında belirlenen örnek alanlarda yapılan tespitlerde GGF değerleri ve morfolojik koşullar değerlendirilmiş, bu sayede literatürde yer alan KIA etkisi ve GGF ilişkisi üzerinden seçilen alanların olası KIA etkisi eğilimleri belirlenmiştir. Çalışma kapsamında gerçekleştirilen ön değerlendirmeler doğrultusunda, farklı kentsel morfoloji özelliklerinin mikroiklim koşulları üzerinde etkisi olduğu kanısına varılmıştır. Özellikle yüksek yapı yoğunluğu, yüksek bina yükseklikleri ve dar sokak geometrisine sahip alanlarda GGF değerlerinin azaldığı; buna bağlı olarak yüzey sıcaklıklarının arttığı ve KIA etkisinin daha belirgin hale geldiği yönünde eğilimler gözlemlenmektedir. Bayraklı ilçesinde özellikle yeni kent merkezi niteliği taşıyan yüksek yoğunluklu bölgelerde yapılaşma karakterinin hava dolaşımı, gölgelenme, güneşlenme süresi ve ısı depolama süreçleri üzerinde etkili olduğu değerlendirilmektedir. Seçilen alanlardaki morfolojik özellikler ve alınan GGF değerleri literatürle uyumlu bir şekilde ilerlemektedir. Bina yoğunluklu, dar sokak yapısında ve açık yeşil alanların bulunmadığı bölgelerde GGF değerlerinin düşük; düşük katlı, az yoğunluklu ve açık-yeşil alanların bulunduğu bölgelerde GGF değerleri daha yüksek elde edilmiştir. Bununla birlikte açık ve yeşil alan yoğunluğunun daha fazla olduğu, düşük katlı ve daha geçirgen kentsel dokulara sahip bölgelerde GGF değerlerinin yükseldiği ve daha olumlu mikroiklim koşullarının oluşabileceği düşünülmektedir. Özellikle açık alan sürekliliği, yapı aralıkları ve yeşil alan varlığının yüzey sıcaklıklarının azalmasına katkı sağlayabileceği öngörülmektedir. Aynı zamanda düşük GGF değerlerinin bulunduğu alanlarda güneş hakkının azalması, gölgeleme etkisinin artması ve görsel geçirgenliğin azalması gibi mekânsal sonuçlar oluşturduğu gözlemlenmiştir. Bu durum, yalnızca yapı yoğunluğunun değil; aynı zamanda kentsel boşlukların organizasyonu, açık alan sistemleri ve mekânsal düzenlemelerin de mikroiklim üzerinde belirleyici olduğunu ortaya koymakta, kentsel deneyim ve termal konfor açısından iklim duyarlı tasarım yaklaşımlarının önemini vurgulamaktadır.

Kaynaklar

Baş, E., & Partigöç, N. S. (2023). İklim değişikliğine karşı dirençli kentler: Kentsel ısı adası etkisi bağlamında bir inceleme. *Dirençlilik Dergisi*, 7(1), 183–198. <https://doi.org/10.32569/resilience.1261075>

Canan, F. (2017). Kent geometrisine bağlı olarak kentsel ısı adası etkisinin belirlenmesi: Konya örneği. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 32(3), 69–80.

Çiçek, İ., & Doğan, U. (2005). Ankara’da şehir ısı adasının incelenmesi: Detection of urban heat island in Ankara, Turkey. *Coğrafi Bilimler Dergisi*.

Demircioğlu Yıldız, N., Avdan, U., & Avdan, Z. (2019). Kentsel mekân farklılıklarının ısı adası oluşumuna etkisinin belirlenmesi: Erzurum kenti örneği. *SETSCI Conference Proceedings*, 7, 220–224. *3rd International Symposium on Innovative Approaches in Scientific Studies (ISAS 2019)*, Ankara, Türkiye.

Google. (2026). *Google Earth Pro* [Computer software]. Retrieved May 21, 2026.

Gülten, A. (2014). *Kentsel yüzeylerde ısı adası etkisinin simülasyon yöntemi ile araştırılması* (Doktora tezi). Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, Türkiye.

Honjo, T., Lin, T.-P., & Seo, Y. (2019). Sky view factor measurement by using a spherical camera. *Journal of Agricultural Meteorology*, 75(2), 59–66.

Kömürcüoğlu, İ. Ş. (2022). *Kentsel ısı adası ve kent geometrisi ilişkisi üzerine bir araştırma* (Yüksek lisans tezi). İstanbul Arel Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.

Koçdemir, Y. (2022). *Kent çeperinin dönüşümü ve kentsel morfolojik özellikleri: Menemen–Seyrek Mahallesi örneği* (Yüksek lisans tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, Türkiye.

Middel, A., Lukasczyk, J., & Maciejewski, R. (2017). Sky view factors from synthetic fisheye photos for thermal comfort routing—A case study in Phoenix, Arizona. *Urban Planning*, 2(1), 19–30. doi:10.17645/up.v2i1.855

Middel, A., Lukasczyk, J., Maciejewski, R., Demuzere, M., & Roth, M. (2018). Sky view factor footprints for urban climate modeling. *Urban Climate*, 25, 120–134.

Oke, T. R. (1982). The energetic basis of the urban heat island. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 108(455), 1–24

OpenStreetMap contributors. (n.d.). OpenStreetMap. Retrieved May 15, 2026.

Solanki, P., Amirtham, L. R., & Deb, C. (2025). Optimizing sky view factor and vegetation to mitigate urban heat in hot-humid climates. *Discover Cities*, 2, 79. <https://doi.org/10.1007/s44327-025-00108-9>

Şentürk, Y., & Çubukçu, K. M. (2022). Investigating cooling capacity of urban cool areas, case of İzmir. *Çevre, Şehir ve İklim Dergisi*, 1(1), 106–126.

Tezer, S. T. (2019). *Yerleşme tarihi çalışmaları için bir çerçeve: Antakya örneği* (Doktora tezi). Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.

Tutar, Ö. (2019). Neoliberal kentleşme ekseninde mekânın yeniden üretimi: İzmir yeni kent merkezi örneği (Tez No. 571748) [Yüksek lisans tezi, DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ]. Ulusal Tez Merkezi.

U.S. Geological Survey. (2024). *Landsat 8-9 satellite imagery*. Retrieved May 22, 2026.

World Meteorological Organization. (n.d.). *Urban heat island*. Retrieved May 15, 2026.

Wang, R., Liu, R., Chen, Q., Cheng, Q., & Du, M. (2023). Effects of sky view factor on thermal environment in different local climate zoning building scenarios—A case study of Beijing, China. *Buildings*, 13(8), 1882. <https://doi.org/10.3390/buildings13081882>

Xu, H., Lu, H., & Liu, S. (2024). Online street view-based approach for sky view factor estimation: A case study of Nanjing, China. *Applied Sciences*, 14(5), 2133. <https://doi.org/10.3390/app14052133>

Yılmaz, D., & Öztürk, S. (2023). Kentsel ısı adası etkisinin sistematik bir incelemesi: Kentsel form, peyzaj ve planlama stratejileri. *Çevre, Şehir ve İklim Dergisi*, 2(4), 302–323.

.....

GNS3 Tabanlı Ağ Simülasyonu ve NMS Entegrasyonu ile Kurumsal IoT Cihaz Güvenliği Modellemesi

Yl. Öğr. Yunus Doğan
Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,
E-mail: doganyunuss@outlook.com.tr

Özet: Bu çalışma, kurumsal ağlarda sayıları hızla artan Nesnelerin İnterneti (IoT) cihazlarının merkezi yönetimi, izlenebilirliği ve siber güvenliği için GNS3 platformu üzerinde bütüncül ve ölçeklenebilir bir sistem altyapısı modellemeyi amaçlamaktadır. Günümüzde IP kameralar ve sensörler gibi IoT donanımlarının kontrolsüz büyümesi ve kısıtlı kaynakları, kurumsal ağlarda yanal hareket riskini artırarak kritik güvenlik zaafiyetleri oluşturmaktadır. Araştırma kapsamında, FCAPS (Hata, Yapılandırma, Hesap, Performans, Güvenlik) modeli temel alınarak kapsamlı bir merkezi ağ yönetim sistemi (NMS) mimarisi tasarlanmıştır.

Metodolojik olarak, GNS3 sanallaştırma teknolojisiyle merkez ve uç noktalar arasındaki iletişim hatları gerçeğe yakın şekilde simüle edilmiştir. VPN ve Metro-Ethernet hatları üzerinden tam yedekli bir topoloji kurgulanmış; ağın merkezinde konumlandırılan Fortigate 200F NGFW ile SD-WAN ve derin paket inceleme tabanlı güvenlik politikaları yapılandırılmıştır. Sunucu katmanında Lenovo ThinkSystem SR590 donanımlarının güvenliği BoMC aracıyla optimize edilirken; omurga ağında Aruba/HPE mimarisi kullanılarak VLAN segmentasyonu gerçekleştirilmiştir. Özellikle IoT cihazlarının izolasyonu için "VLAN 100" yapısı oluşturularak mikro-segmentasyon uygulanmıştır. Uzaktan erişim güvenliği için Microsoft Azure AD entegreli SAML tabanlı Çok Faktörlü Kimlik Doğrulama (MFA) protokolleri devreye alınmıştır. Sistemin dayanıklılığı, sızma testleri ve Fortigate üzerindeki "Automation Stitches" gibi proaktif otomasyon kuralları ile test edilmiştir.

Bulgular, merkezi bir NMS platformunun entegre edilmesinin, olaylara müdahale süresinde %80'e varan verimlilik artışı sağladığını göstermiştir. Ayrıca, AE

S-256 şifreleme ve tavizsiz uygulanan VLAN izolasyonunun, ağın saldırı yüzeyini %90 oranında daralttığı metriklerle kanıtlanmıştır. Sonuç olarak; ağ segmentasyonu, bulut tabanlı modern kimlik doğrulama ve proaktif izlemeyi kapsayan "Bütüncül Güvenlik Yaklaşımı"nın, kurumsal IoT altyapılarını siber tehditlere karşı dirençli hale getirdiği ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler: IoT, Gns3, fortigate, siber güvenlik

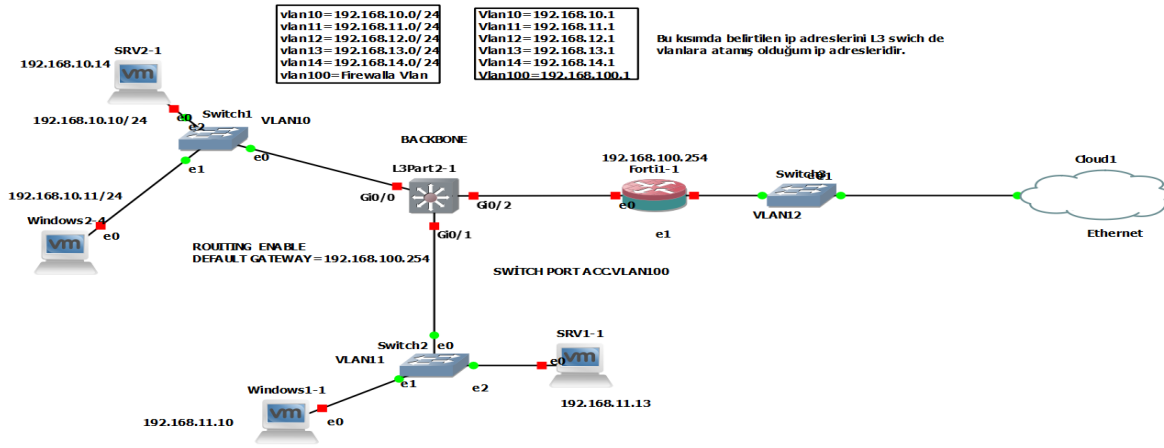
Giriş

Nesnelerin İnterneti (IoT), fiziksel nesnelerin sensörler ve yazılımlar aracılığıyla internet üzerinden veri alışverişi yapmasını sağlayan küresel bir ağ altyapısını ifade eder. Kavramın mucidi olan Ashton (2009), bu teknolojiyi fiziksel dünya ile dijital sistemlerin entegrasyonu olarak tanımlamıştır. Günümüzde IoT cihazları; akıllı şehirlerden endüstriyel tesislere kadar çok geniş bir yelpazede stratejik öneme sahiptir. Özellikle geleceğe hazır şehirlerin inşasında ve kurumsal verimliliğin artırılmasında bu teknolojinin kullanımı kaçınılmaz hale gelmiştir. Ancak bu teknolojik devrim, geleneksel ağ güvenliği anlayışını "insandan insana" iletişimden, "nesneden nesneye" (M2M) iletişime taşımış ve saldırı yüzeyini genişletmiştir. Kurumsal ağlarda IoT cihazlarının yönetimi; izleme, konfigürasyon ve güncelleme süreçlerinin standart bir protokolden yoksun olması nedeniyle büyük bir zorluk teşkil etmektedir. Birçok cihazın varsayılan (admin/admin) kullanıcı bilgileriyle ağa dahil edilmesi ve şifresiz iletişim

protokollerinin (Telnet, HTTP) kullanılması, kurumsal veriler için ciddi bir risk oluşturmaktadır. Bu çalışmanın amacı, kurumsal ağ yöneticilerine FCAPS modeli çerçevesinde hem performans izleme hem de siber güvenlik denetimi sağlayan, ölçeklenebilir ve güvenli bir Merkezi Ağ Yönetim Sistemi (NMS) modeli sunmaktır (Abaklıoğlu, 2019).

Uygulama ve Teknik Yapılandırma

Araştırma kapsamında, GNS3 sanallaştırma platformu üzerinde gerçek donanım verileriyle desteklenen bir vaka analizi yürütülmüştür. Sistem altyapısı, merkez ofis ve uç şubeleri birbirine bağlayan VPN ve Metro-Ethernet hatlarından oluşmaktadır. IoT cihazlarını izole etmek amacıyla Fortinet güvenlik duvarı üzerinde "VLAN 100" bloğu oluşturulmuş ve (Şekil 1)'de detaylandırılan ağ topolojisi kurgulanmıştır. Ortam izleme süreçlerinde BS6000 ve CL1000 serisi cihazlar kullanılarak, veri iletiminde SNMPv3 protokolü ile AES-256 şifreleme katmanları aktif edilmiştir. Merkezi yönetim sisteminin kurulmasıyla; toplu yapılandırma işlemleri sayesinde manuel süreçler dakikalara indirilmiştir. (Tablo 1)'de görüldüğü üzere, bu altyapı iş gücü verimliliğinde %80 artış sağlamıştır. Ayrıca, Fortigate üzerinde kurgulanan otomasyon kuralları (Automation Stitches) ile 2 hatalı parola denemesi yapan IP adresleri otomatik olarak engellenerek proaktif bir savunma katmanı oluşturulmuştur.



Şekil 1. Ağ topolojisi

Tablo 1. NMS Kurulumunda Yapılan İşlemlerden Elde Edilen Sonuçlar

Yedekli kurulum	Hizmet sürekliliği sağlandı, veri kaybı önlendi.
Toplu yapılandırma	Konfigürasyon işlemleri saatlerden dakikalara indirildi.
Kritik eşik değerleri	Donanım arızaları ve bant genişliği doygunluğu önceden tespit edildi.
Otomatik alarm	Hatalı portlar insan müdahalesi olmadan kapatıldı.

Tartışmalar

Bulgular, literatürde vurgulanan IoT cihazlarının ana veri ağından izole edilmesi gerekliliğini (Ülker vd., 2017) desteklemektedir. Ancak, VLAN segmentasyonu her ne kadar saldırı yüzeyini daraltsa da, cihazların kendi içindeki donanımsal zafiyetleri için üretici odaklı firmware güvenliği standartlarının eksikliği temel bir sorun olarak durmaktadır. NIST (2020) standartlarının uygulanabilirliği bu modelle kanıtlanmış olsa da, gelecekte yapay zeka tabanlı anomali tespit sistemlerinin bu NMS yapısına entegrasyonu, sıfır gün saldırılarına karşı daha dirençli bir yapı sunabilir. Mevcut modelin bulut bağımlılığı, internet kesintisi durumunda yerel acil erişim senaryolarının geliştirilmesini bir tartışma konusu olarak ortaya koymaktadır.

Sonuç

Bu çalışma, kurumsal ağlarda IoT güvenliğinin sadece cihaz bazlı şifreleme ile değil, bütüncül bir altyapı yönetimi ve stratejik ağ yapılandırmasıyla sağlanabileceğini kanıtlamıştır. VLAN segmentasyonunun uygulanması, olası bir sızma durumunda saldırganların ağ içindeki yanal hareket imkanını kısıtlayarak kritik verileri korumuştur. SNMPv3 kullanımı ve varsayılan parolaların değiştirilmesi, NIST (2020) standartlarına uyum sağlayarak ağ trafiğini %99 oranında daha güvenli hale getirmiştir. Microsoft Azure AD entegrasyonu ve proaktif otomasyon kuralları, siber tehditlere karşı insan müdahalesine gerek kalmadan anlık koruma sağlamış; merkezi yönetim yaklaşımı ise operasyonel verimliliği %80 oranında artırmıştır.

Kaynaklar

Abaklıoğlu, M. (2019). Geleceğe Hazır Şehirler İçin Akıllı Şehir ve Nesnelerin İnterneti Teknolojisinin Önemi. Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi.

Ashton, K. (2009). That 'Internet of Things' Thing. RFID Journal.

Bettayeb, M., Nasir, Q., & Talib, M. A. (2019). Firmware update attacks and security for IoT devices: Survey. Proceedings of the Arab 6th Annual International Conference Research Track, 1-6.

Butun, I., Sari, A., & Österberg, P. (2020). Hardware security of fog end-devices for the internet of things. Sensors, 20(20), 5729.

ENISA. (2021). Guidelines for Securing the Internet of Things (IoT).

Görmüş, S., Aydın, H., & Ulutaş, G. (2018). Nesnelerin interneti teknolojisi için güvenlik: Var olan mekanizmalar, protokoller ve yaşanan zorlukların araştırılması. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 33(4), 1247-1272.

Hillier, B. (1996). Space is the Machine. Cambridge: Cambridge University Press.

Kropf, K. S. (1996). An alternative approach to zoning in France: typology, historical character and development control. European Planning Studies, 4 (2), 717-37.

NIST. (2020). Security and Privacy Controls for Information Systems and Organizations (SP 800-53 Rev. 5).

OWASP. (2023). OWASP Internet of Things Project – Top 10 Vulnerabilities.

Ülker, M., Canbay, Y., & Sağıroğlu, Ő. (2017). Nesnelerin İnternetinin Kişisel, Kurumsal ve Ulusal Bilgi GŐvenliđi Açısından İncelenmesi. TŐrkiye BiliŐim Vakfı Bilgisayar Bilimleri ve MŐhendisliđi Dergisi
