



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.

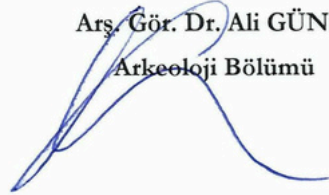
Dağıtım _____ :

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 Kamalievna
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
Flight Performance, Power Requirement and Fuel Consumption Optimization in Helicopter Mission Profile Analysis <i>Devlet Buğra ÖZBEY, Ebru KARAKÖSE</i>	34
Isınan Coğrafyalar, Değişen Kimlikler: Akdeniz Havzası Kentlerinde İklim Değişikliğinin Mekânsal İzleri <i>Ayşe Nur Akyar, Doç. Dr. Gizem Erdoğan Aydın</i>	45

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.

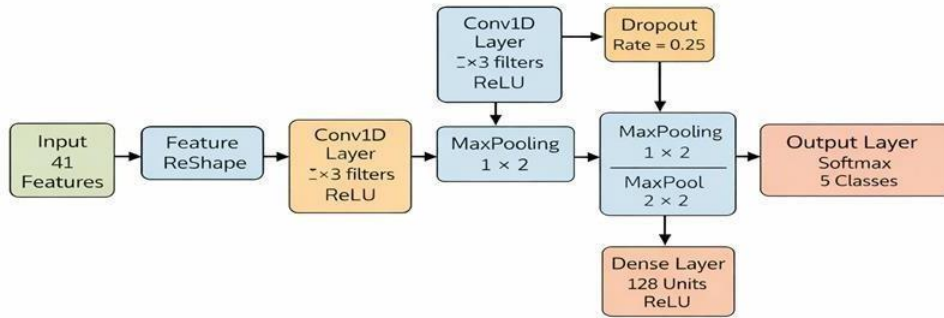


Figure 2. Structure of the proposed CNN-driven IDS model

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.

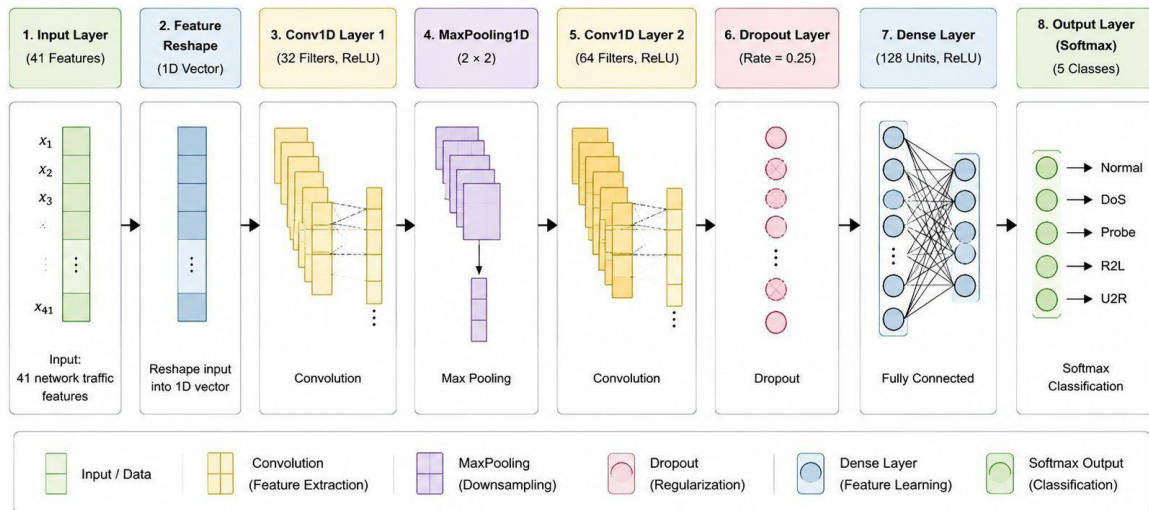


Figure 3. Proposed CNN Architecture for Intrusion Detection

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).

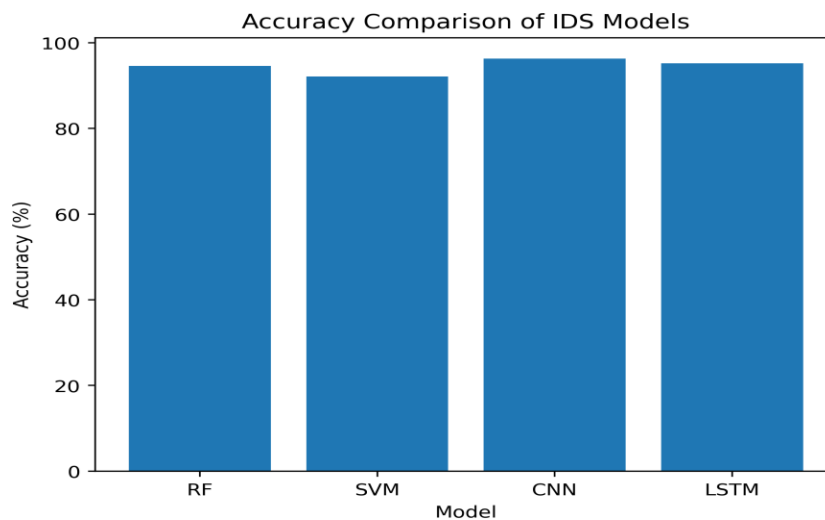


Figure 4. Accuracy comparison of RF, SVM, CNN and LSTM models.

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

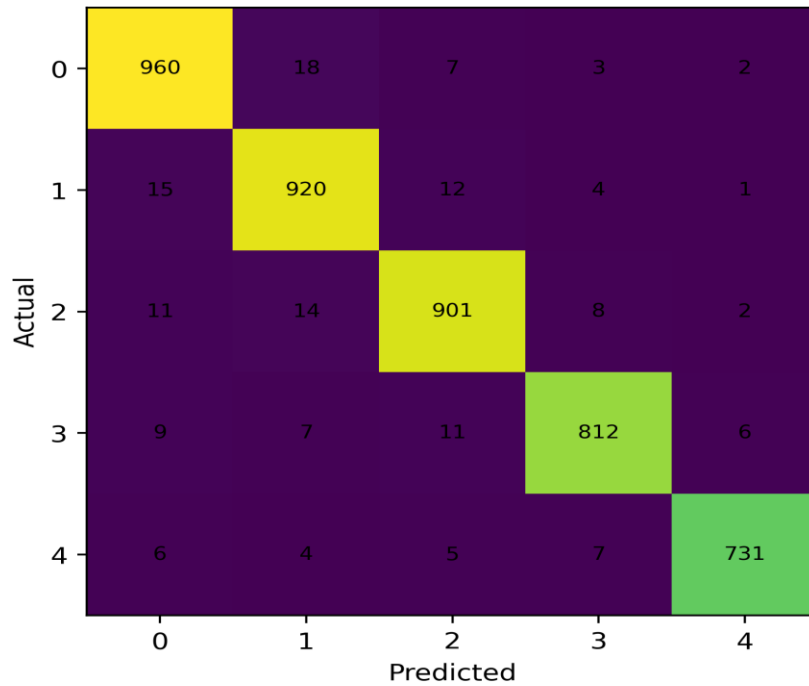


Figure 5. Confusion matrix for the CNN-based IDS model.

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 artmasına 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

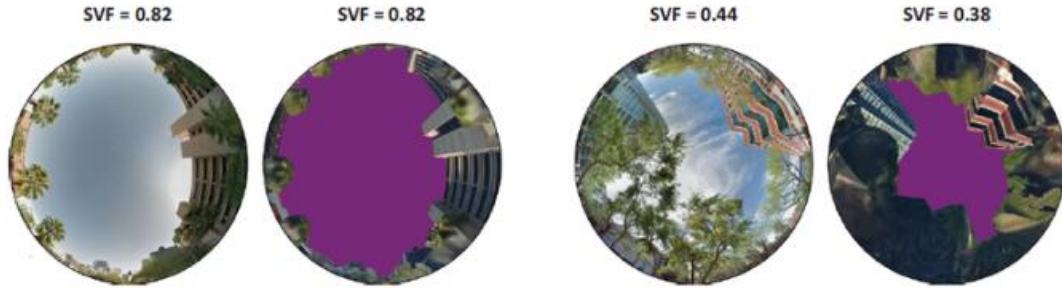
Antropojenik ısı, insan kaynaklı doğrudan atmosfere bırakılan atık ısılar ve kent sıcaklığını yükselten bir diğer ana faktördür (Baş & Partigöç, 2023). Bu ısı yayılımı; sanayi siteleri, trafikte motorlu taşıtların yaydığı ısı, bina soğutma sistemlerinden yayılan sıcak hava gibi etmenlerden ötürü sıcak 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).

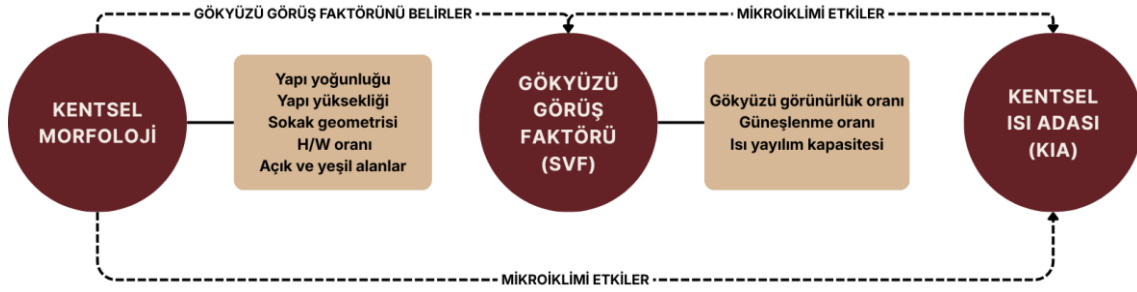
Gökyüzü Görüş Faktörü (GGF)

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.



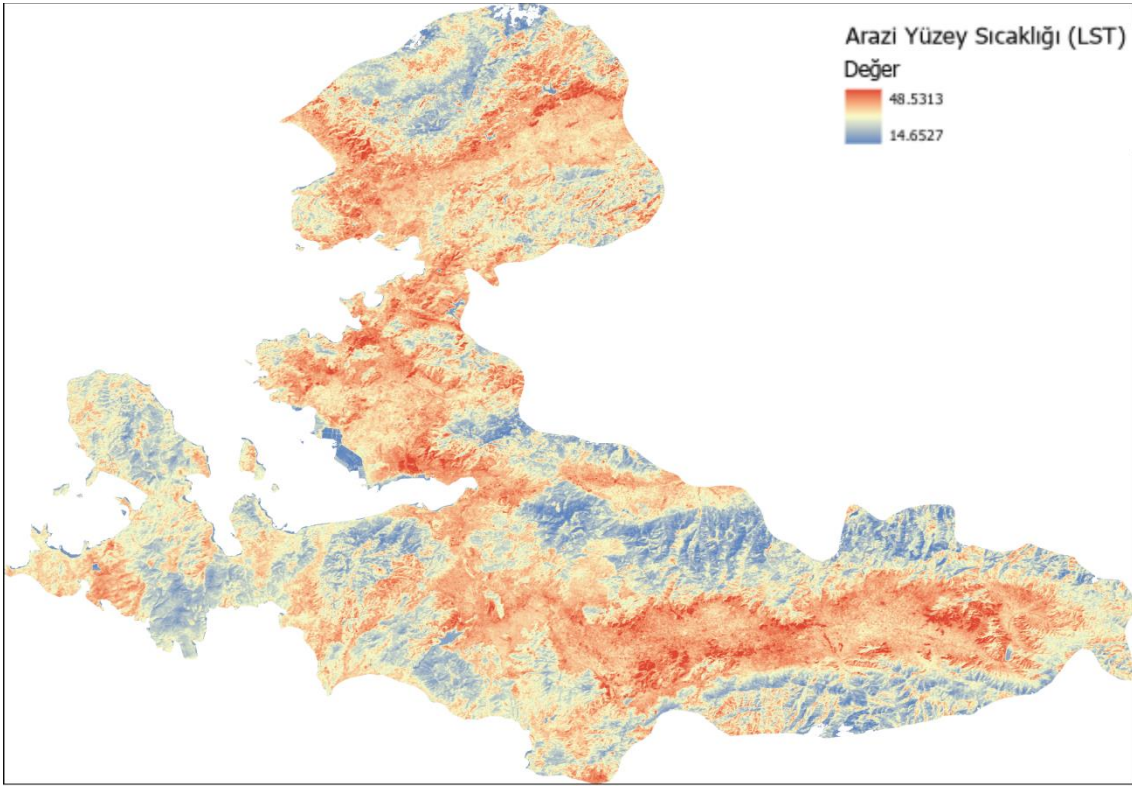
Şekil 4 2003 Yılı İzmir Yeni Kent Merkezi 1/5000 Ölçekli Nazım İmar Planı
Kaynak: İzmir Büyükşehir Belediyesi (2003) aktaran Tutar, Ö. (2019)

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

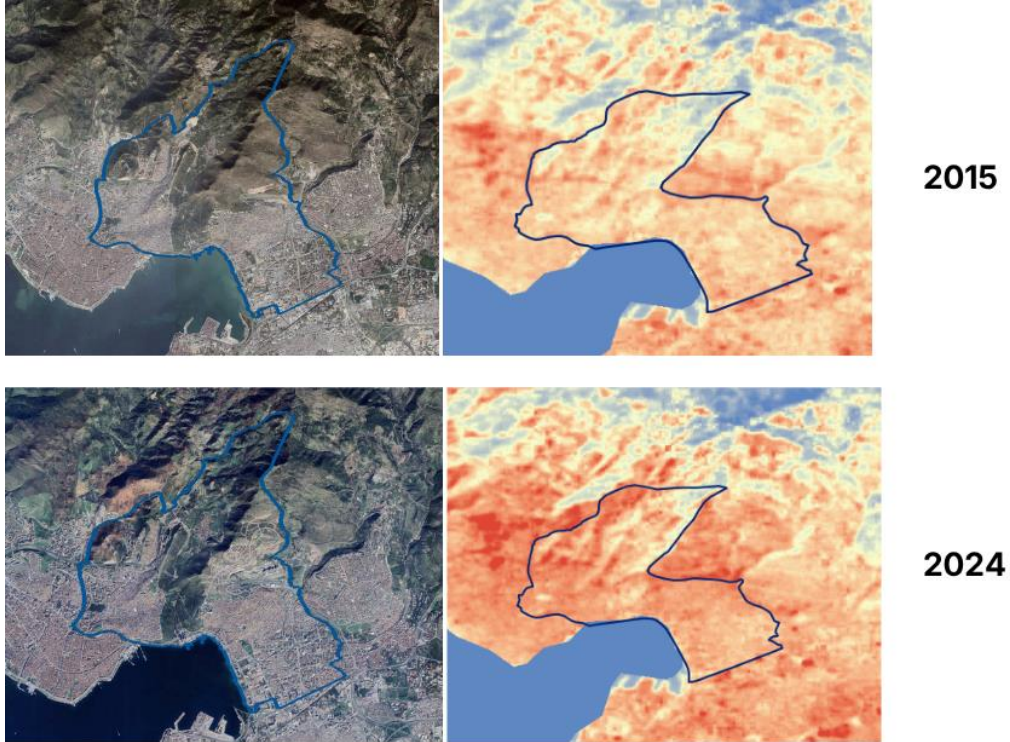
Farklı morfolojik özelliklere sahip yapı dokularını içeren Bayraklı İlçesi'nde gerçekleştirilen Arazi Yüzey Sıcaklığı (LST) analizleri ile Google Earth üzerinden farklı yıllara ait elde edilen görüntülerin karşılaştırılması sonucunda, kentsel yayılımın artışıyla birlikte Arazi Yüzey Sıcaklığı değerlerinde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



Şekil 6 İzmir İli Arazi Yüzey Sıcaklıkları Analizi (2024)

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

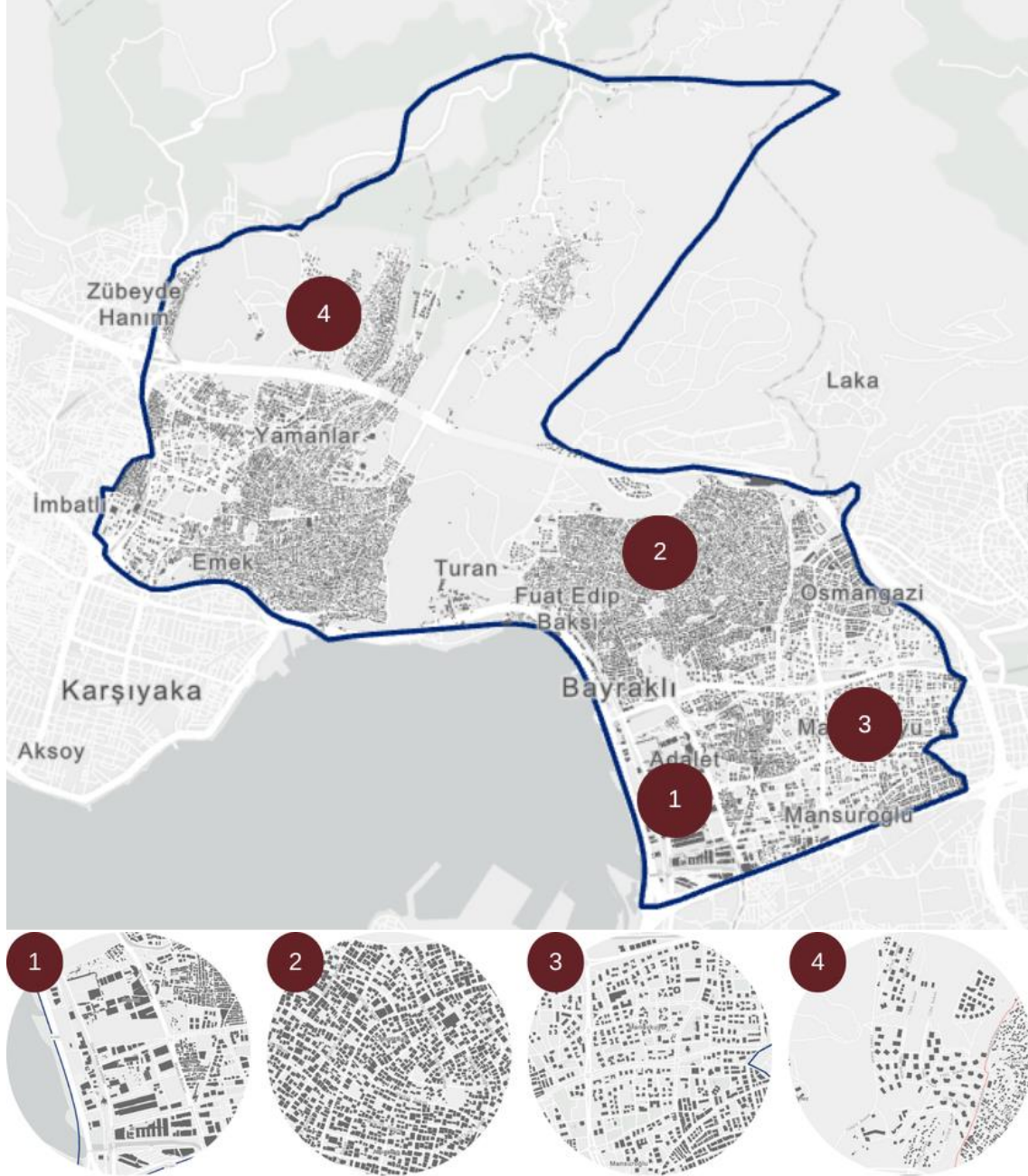
Bayraklı ilçesi kapsamında yapılan Arazi Yüzey Sıcaklıkları analizi ile birlikte kentin büyüme yönüyle uyumlu olarak yüzey sıcaklıklarında artış gözlemlenmektedir.



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

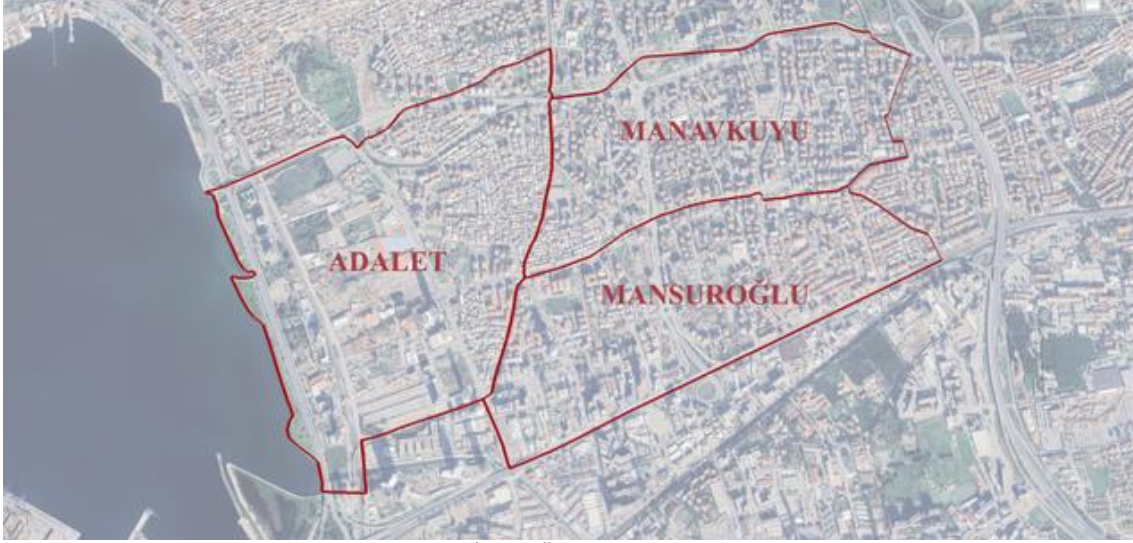


Şekil 8 Bayraklı İlçesi Farklı Kentsel Dokuları İçeren Alanlar

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

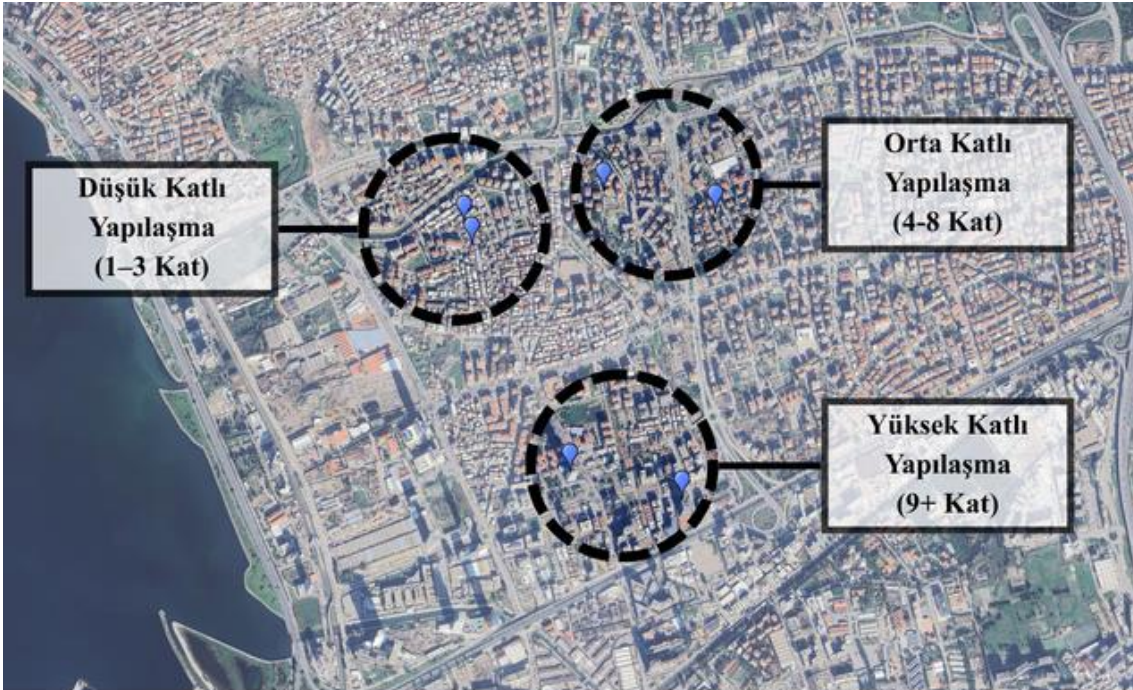
yapı yoğunluğu, kat yüksekliği ve sokak genişliği gibi morfolojik parametrelerin mikroklimatik koşullar üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir.



Şekil 9 Bayraklı İlçesi Örnek Alan Mahalle Sınırları

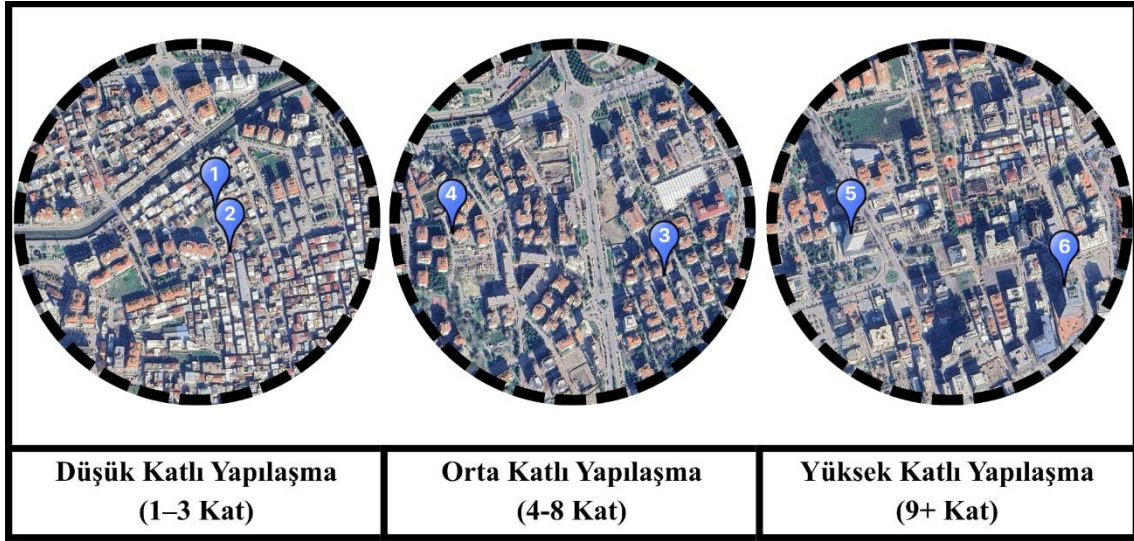
Kaynak: Google Earth görüntüsü kullanılarak yazar tarafından oluşturulmuştur.

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

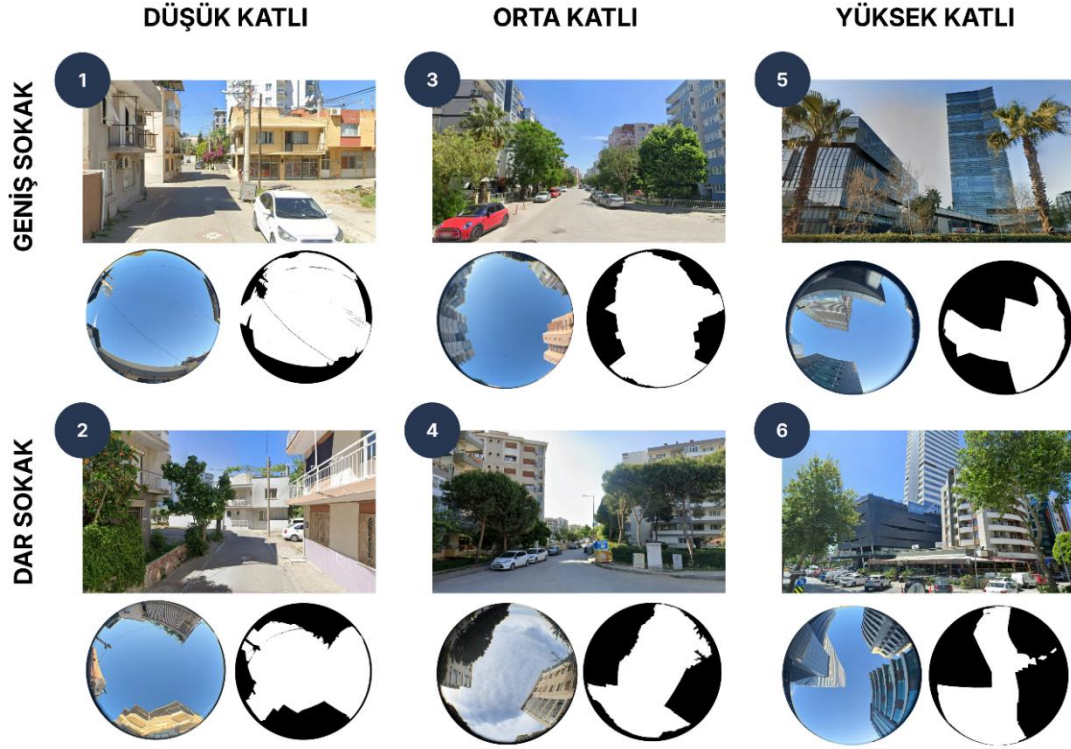
Kaynak: Google Earth görüntüsü kullanılarak yazar tarafından oluşturulmuştur.



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

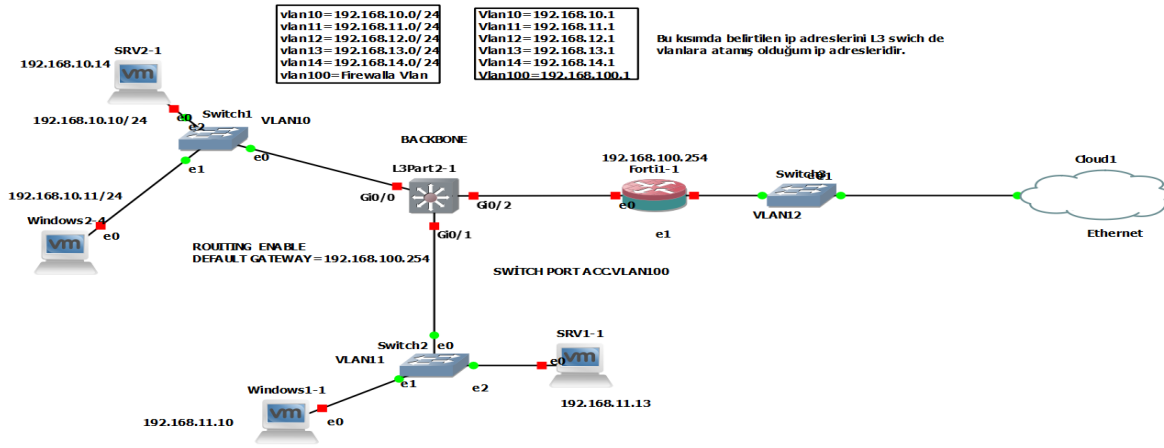
Giriş

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

Flight Performance, Power Requirement and Fuel Consumption Optimization in Helicopter Mission Profile Analysis

Devlet Buğra ÖZBEY¹, Ebru KARAKÖSE²

¹Firat University, Aviation Science and Technologies, Elazığ, Türkiye, E-mail: devletbugraozbey@gmail.com
²Firat University, School of Civil Aviation, Department of Aviation Electrical and Electronics, Elazığ, Türkiye, E-mail: eozbay@firat.edu.tr

Abstract: Helicopter mission performance depends not only on the selected aircraft model, but also on how the mission is flown. In particular, cruise speed, loiter speed, mission altitude, power requirement, and mission duration directly affect fuel and energy consumption. For this reason, a MATLAB-based mission analysis framework was developed in this study to evaluate a predefined helicopter mission profile across different speed-altitude combinations. The aim was not to generate a new geographical route or to perform automatic route planning. Instead, the study focused on determining a more efficient operating point for a given mission profile while preserving selected performance and feasibility constraints.

The mission profile was divided into short hover segments during takeoff and landing, climb, outbound cruise, a 10-minute loiter segment, return cruise, and descent. The baseline case was defined with a 60 km outbound-and-return route leg. The total flown distance was approximately 81 km, and the baseline mission duration was calculated as 34.67 minutes. A representative UH-1H-class single-main-rotor helicopter model was used for the calculations. This model was not intended to reproduce certified UH-1H flight-manual data; rather, it was used as an engineering-level performance model for preliminary mission assessment. The calculation framework included standard atmosphere properties, hover and forward-flight power estimation, available power, fuel flow, mission energy, and preliminary rotor envelope indicators.

Cruise speed, loiter speed, and mission altitude were selected as the main decision variables. A grid-search was conducted over cruise speeds of 40–65 m/s, loiter speeds of 28–44 m/s, and mission altitudes of 500–2000 m. In total, 693 mission combinations were evaluated. Candidate cases were accepted only if they preserved fuel reserve, maintained positive power margin, did not exceed the baseline mission duration, and remained within the selected advancing-tip Mach and CT/σ blade loading indicator limits.

For the baseline mission, cruise speed, loiter speed, and mission altitude were 97.2 kt, 68.0 kt, and 3281 ft, respectively. The optimized case was obtained at 102.1 kt cruise speed, 66.1 kt loiter speed, and 1640 ft mission altitude. Fuel consumption decreased from 93.65 kg to 91.93 kg, energy consumption decreased from 292.66 kWh to 287.29 kWh, and mission duration decreased from 34.67 minutes to 32.42 minutes. These results show that speed and altitude selection can be evaluated together with power margin and preliminary rotor indicators to support defined helicopter mission profile assessment.

Keywords: helicopter flight performance, mission profile analysis, power requirement, fuel consumption, performance optimization

1. Introduction

Helicopters are used in a wide range of missions because they can take off and land vertically, hover, fly at low speeds, and operate in confined areas. These capabilities make rotorcraft useful for search-and-rescue, emergency medical support, surveillance, transport, and other operations where runway-independent flight is required. However,

these advantages also bring important performance challenges. Helicopter performance changes noticeably with airspeed, altitude, temperature, gross weight, and flight phase. For this reason, a helicopter mission should not be evaluated only at a single steady-state flight condition, especially when fuel consumption, energy demand, and mission duration are part of the analysis (Leishman, 2006; Seddon & Newman, 2011).

A typical helicopter mission is made up of several flight segments, such as hover or take-off, climb, cruise, loiter, descent, and landing. Each of these segments has its own power and fuel consumption characteristics. In forward flight, the required power can be considered through induced, profile, parasite, and auxiliary or tail-rotor-related power components. Induced power is more influential at hover and low-speed conditions, while parasite power becomes more important as forward speed increases. Because of this balance, the power-required curve has a U-shaped form, and the most efficient speed depends on the purpose of the flight segment. A loiter segment is mainly time-based and is closer to endurance-oriented operation, whereas a cruise segment is distance-based and is more closely related to range-oriented operation. Therefore, cruise and loiter speeds should not automatically be assumed to have the same optimal value (Wagtendonk, 2011; Leishman, 2006).

Altitude and temperature are also important for helicopter performance. When altitude or temperature increases, air density decreases. This affects both the power required to produce rotor thrust and the power available from the propulsion system. As a result, the power margin becomes smaller, and hover capability may be reduced. Classical helicopter performance references and previous studies have discussed rotor performance, power requirement, range, endurance, mission calculation, fuel consumption, and rotorcraft optimization from different viewpoints. Rotor performance prediction and optimization have also been examined through blade element momentum theory, CFD-based methods, free-wake approaches, surrogate models, and evolutionary algorithms (Bohorquez et al., 2010; Syal & Leishman, 2012; Farrokhfal & Pishavar, 2013; Wang & Zhao, 2019; Bu et al., 2020; Wu et al., 2023). Based on this background, the present study evaluates a predefined helicopter mission profile under different cruise speed, loiter speed, and mission altitude options. The aim is not to create a new geographical route or to perform map-based route planning. Instead, the study searches for a suitable operating point within the selected mission definition and constraints by using a representative UH-1H-class single-main-rotor helicopter performance model (Leishman, 2006; Wagtendonk, 2011; Goulos et al., 2013).

2. Materials and Methods

The method was built around a predefined helicopter mission, not around a route-planning problem. The calculation process combines a representative helicopter performance model, atmosphere calculations, hover and forward-flight power estimates, mission segment calculations, fuel and energy estimation, and a grid-search optimization. The assumptions were kept at a preliminary engineering level so that the effect of speed and altitude selection could be compared without claiming flight-manual-level accuracy.

2.1. Helicopter Performance Model and Study Scope

The study evaluates a predefined helicopter mission profile for different cruise speeds, loiter speeds, and mission altitude values. A simplified performance model was used to compare the main changes in required power, fuel consumption, energy use, and mission

duration. The helicopter was treated as a UH-1H-class single-main-rotor configuration. However, the model was not used as a certified UH-1H flight manual model or as a flight-test-validated aircraft model. Its purpose was more limited: to compare how speed and altitude choices affect a fixed mission profile.

The calculations were carried out in MATLAB with a segment-based mission analysis script. For each candidate mission case, the script calculated atmosphere properties, required and available power, fuel flow, mission energy, aircraft weight change, and preliminary rotor operating indicators. After each case was calculated, the grid-search loop compared only the feasible mission combinations according to total fuel consumption.

2.2. Atmospheric Model and Power Margin

The atmosphere was represented by a standard atmosphere model. For each mission altitude, air density, temperature, and speed of sound were calculated. These values were needed because they directly affect the rotor power requirement, available power, and the advancing-tip Mach indicator. When altitude or temperature increases, air density decreases. This can increase the power required in hover and low-speed flight, while also reducing the available power from the propulsion system.

Power margin was therefore calculated as the difference between available power and required power during the mission. In this model, a positive margin means that the selected flight condition remains feasible within the assumed power limits. This follows the classical helicopter performance approach, where the comparison between required and available power is central to flight feasibility (Leishman, 2006; Wagtendonk, 2011; Seddon & Newman, 2011; Stepniewski, 1950; Bazov, 1972).

2.3. Hover and Forward-Flight Power Calculation

The power calculation was separated into hover and forward-flight conditions. In hover, the required power was represented mainly by induced and profile power. Induced power is related to producing the thrust needed to support the helicopter's weight, while profile power is related to the drag of the rotor blades.

For forward flight, the total required power was calculated as the sum of induced power, profile power, parasite power, and the tail rotor power contribution. This form was selected because each component changes differently with airspeed. At low speeds, induced power has a stronger effect. At higher speeds, parasite power becomes more important because of the drag of the fuselage and other non-lifting parts. This type of power breakdown is consistent with classical helicopter performance formulations (Leishman, 2006; Wagtendonk, 2011; Seddon & Newman, 2011).

2.4. Mission Segment Calculation and Fuel/Energy Estimation

The baseline mission was divided into separate flight segments: short hover during takeoff, climb, outbound cruise, loiter, return cruise, descent, and short hover during landing. The baseline case used a cruise speed of 97.2 kt, a loiter speed of 68.0 kt, and a mission altitude of 3281 ft. The outbound-and-return route leg was defined as 60 km. With the climb, descent, and hover parts included, the total flown distance was approximately 81 km, and the mission duration was 34.67 minutes.

Each segment was calculated separately because hover, climb, cruise, loiter, descent, and landing do not have the same power and fuel behaviour. Mission energy was obtained by

integrating the required power over the mission duration. Fuel consumption was calculated from required power and specific fuel consumption, and total mission fuel was obtained by integrating fuel flow over time. The aircraft’s weight was also updated as fuel was burned, so later mission segments were calculated with the reduced weight. This allows the model to include the effect of weight change on power and fuel consumption during the mission (Seddon & Newman, 2011; Goulos et al., 2013; Avanzini et al., 2022).

2.5. Optimization Setup and Constraints

A grid-search method was used to test the defined mission under different operating conditions. The decision variables were cruise speed, loiter speed, and mission altitude. The search range was 40–65 m/s for cruise speed, 28–44 m/s for loiter speed, and 500–2000 m for mission altitude. In total, 693 mission combinations were evaluated.

For every cruise speed, loiter speed, and altitude combination, the mission was recalculated segment by segment. Cases that violated the selected constraints were removed from the feasible set. Among the remaining feasible cases, the one with the lowest total fuel consumption was selected. Similar grid-search, parametric, and optimization-based approaches are also used in rotor and rotorcraft performance studies when the aim is to compare performance trends within a defined design or operating range (Bohorquez et al., 2010; Walsh et al., 1987; Goulos et al., 2013).

The objective function was total mission fuel consumption. However, the lowest-fuel case was accepted only if it satisfied the mission constraints. These constraints included preserving the required fuel reserve, keeping the power margin positive, preventing the optimized mission duration from exceeding the baseline mission duration, keeping the advancing-tip Mach indicator below the selected operational threshold, and keeping the CT/σ blade loading indicator within its preliminary limit. The advancing-tip Mach number and CT/σ were used only as engineering-level rotor operating indicators. They were not treated as exact compressibility, stall, or certified flight-envelope limits (Leishman, 2006; Padfield, 2018).

2.6. Governing Performance Equations

The main calculation relations used in the model are listed in Table 1. These equations were used for the power margin, hover power, forward-flight power, mission energy, fuel consumption, advancing-tip Mach indicator, and blade loading indicator. The references in the table show the classical helicopter performance concepts on which these relations are based. They should not be read as a validation of a certified aircraft-specific model.

Table 1. Performance Calculation Equations

Relation	Equation	References
Power margin	$P_{margin} = P_{available} - P_{required}$	(Stepniewski, 1950; Seddon & Newman, 2011)
Hover required power	$P_{hover} = P_i + P_0$	(Leishman, 2006; Stepniewski, 1950; Johnson, 1994)
Forward-flight required power	$P_{req} = P_i + P_0 + P_{par} + P_{tail}$	(Leishman, 2006; Wagtendonk, 2011; Seddon & Newman, 2011)

Mission energy	$\int_0^{t_{mission}} P_{req}(t) dt$	(Seddon & Newman, 2011; Goulos et al., 2013)
Fuel flow rate	$\dot{m}_{fuel} = SFC \cdot P_{req}$	(Seddon & Newman, 2011; Avanzini et al., 2022)
Total fuel consumption	$m_{fuel} = \int_0^{t_{mission}} \dot{m}_{fuel}(t) dt$	(Seddon & Newman, 2011; Goulos et al., 2013; Avanzini et al., 2022)
Advancing-tip Mach indicator	$M_{adv,tip} \approx \frac{\Omega R + V}{a}$	(Leishman, 2006; Wagtendonk, 2011)
Blade loading indicator	$\frac{C_T}{\sigma} = \frac{T}{[\rho A (\Omega R)^2 \sigma]}$	(Leishman, 2006; Johnson, 1994)

The same relations were used in MATLAB for each mission segment and for every candidate case in the grid-search process. This allowed the baseline and optimized missions to be compared with the same calculation logic.

3. Results

The results are presented in a sequence that follows the calculation logic of the study. First, the power–speed behaviour of the representative helicopter model is examined. Then, the forward-flight power components, altitude and temperature effects, power margin, and mission optimization results are discussed. This order makes it easier to relate the final mission results to the underlying power requirement, feasibility limits, and preliminary rotor operating indicators.

3.1. Power Requirement Characteristics

The forward-flight calculation produced the expected U-shaped power-required curve. This behaviour is consistent with classical helicopter performance theory, since the total power required in forward flight is formed by components that do not change in the same way with airspeed. At low speeds, induced power has a stronger influence because the rotor must generate the thrust required to support the helicopter’s weight. As forward speed increases, the induced power demand decreases due to the increased mass flow through the rotor disk. At higher speeds, however, parasite power becomes more important because of the aerodynamic drag of the fuselage and other non-lifting parts. The combined effect of these trends creates a minimum-power region at an intermediate speed and a rising power requirement at higher speeds (Leishman, 2006; Wagtendonk, 2011; Seddon & Newman, 2011).

In this model, the minimum-power speed was approximately 66 kt, while the best-range speed was approximately 107 kt. These values are important because they do not

represent the same flight objective. The minimum-power speed is more closely related to endurance or loiter operation, where the aim is to stay airborne with lower power demand. The best-range speed is more relevant for cruise flight, where the aim is to cover distance efficiently. Figure 1 shows the calculated power-required curve together with the available power line, the minimum-power speed, and the best-range speed.

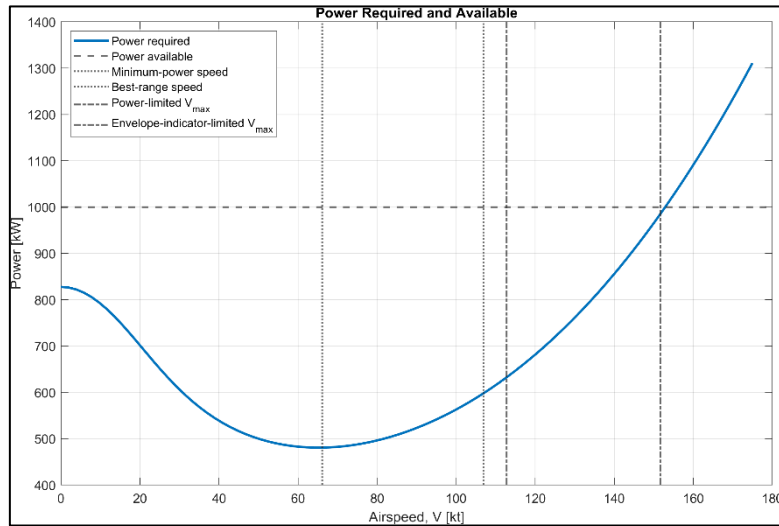


Figure 1. Required and Available Power as a Function of Forward Speed

3.2. Forward-Flight Power Components

The power breakdown in forward flight shows why the total power curve changes with airspeed. In the low-speed region, induced power is the main contributor to the total requirement. As speed increases, induced power decreases, but parasite power begins to rise and becomes more influential at higher forward speeds. Profile power changes more gradually, while the tail rotor power remains smaller than the main components but still contributes to the total shaft power. The variation of these power components with airspeed is shown in Figure 2.

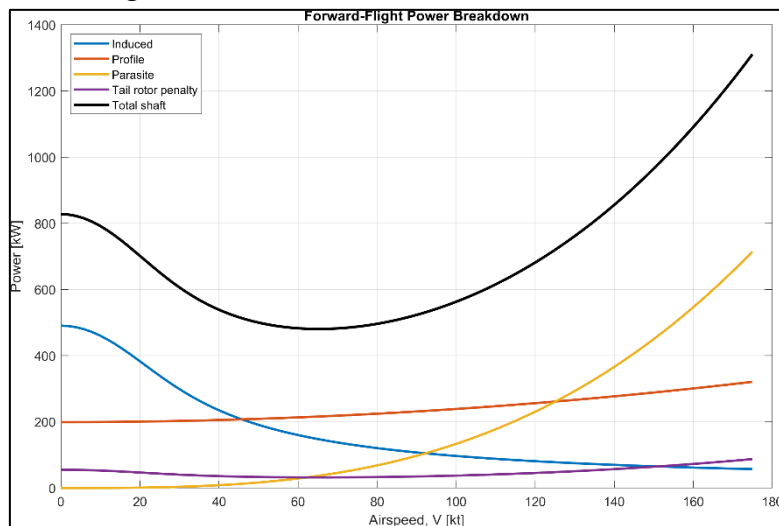


Figure 2. Forward-Flight Power Components and Total Shaft Power

The optimized speed values follow the same trend. The loiter speed selected by the optimization was 66.1 kt, which is almost the same as the calculated minimum-power

speed. The optimized cruise speed was 102.1 kt and therefore closer to the best-range region. This separation is expected: the loiter segment is time-based, whereas the cruise segment is distance-based. For that reason, both segments were allowed to use different speed values in the optimization.

3.3. Altitude and Temperature Effects on Hover Performance

The hover results show a clear reduction in hover capability as altitude and temperature increase. The highest hover ceiling was obtained under ISA conditions. When the atmosphere was warmer, represented by the ISA+15 and ISA+30 cases, the hover ceiling decreased step by step. This behaviour is expected because both higher altitude and higher temperature reduce air density. Lower air density affects the rotor thrust production and also reduces the power available from the propulsion system. Therefore, the available power margin becomes smaller under high-temperature and high-density-altitude conditions. This trend is consistent with classical descriptions of the effect of altitude and atmospheric density on helicopter power required and power available (Leishman, 2006; Wagtendonk, 2011; Bazov, 1972).

In this model, the hover ceiling was identified through the power margin. When the difference between available power and required power approached zero, the helicopter reached the limiting condition for the considered hover case. For that reason, the hover ceiling result should be read as a power-limited hover capability indicator within the assumptions of the model. The effect of altitude and temperature on hover power margin and hover ceiling is shown in Figure 3.

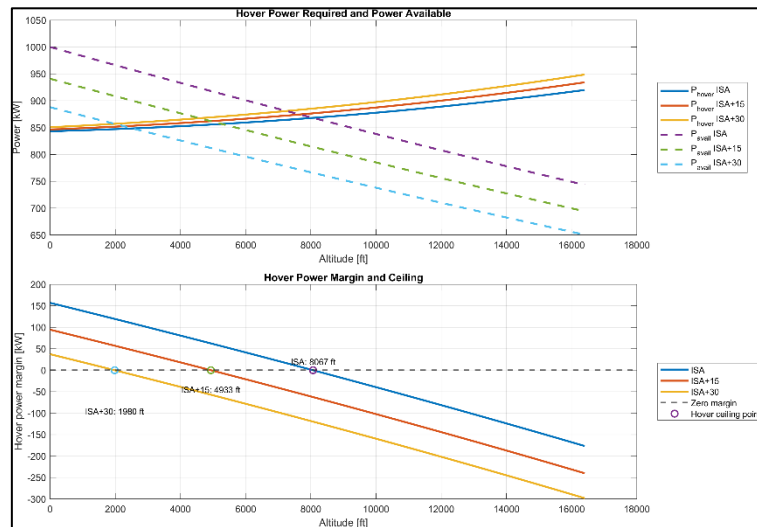


Figure 3. Effect of Altitude and Temperature on Hover Power Margin and Hover Ceiling

3.4. Power Margin and Feasibility Assessment

Power margin was used as a basic feasibility check in the mission analysis. It was calculated as the difference between available power and required power. A positive margin means that the representative helicopter model still has enough available power for the considered flight condition. A smaller margin means that the operating point is getting closer to a power-limited region.

The results show that power margin changes with altitude, temperature, and airspeed. In hover and low-speed conditions, higher altitude and temperature reduced the margin because of lower air density and lower available power. In forward flight, the margin followed the shape of the power-required curve. It was larger around the intermediate-speed region and decreased at higher speeds, where parasite power increased. For this reason, fuel consumption was not used as the only selection criterion. Each candidate's mission case was also checked to ensure that the power margin remained positive throughout the mission.

This check is important because the lowest-fuel case is not necessarily an acceptable operating point. If available power is insufficient, the mission case cannot be considered feasible even if its fuel consumption is low. Therefore, power margin was evaluated together with fuel consumption, energy consumption, mission duration, advancing-tip Mach indicator, and CT/σ blade loading indicator during the final selection. The variation of power margin with airspeed is shown in Figure 4.

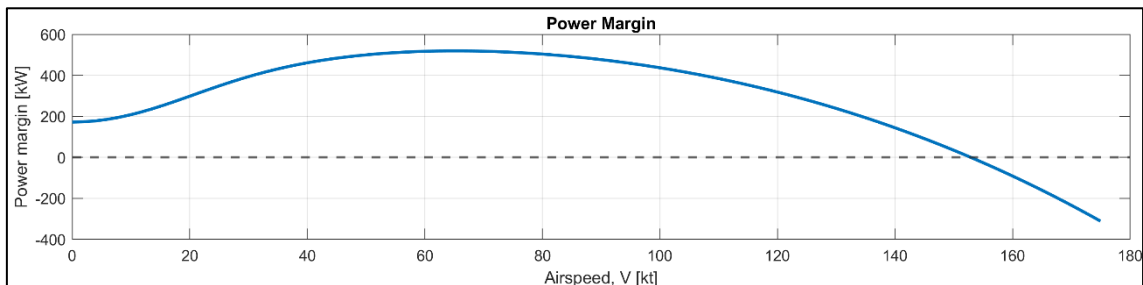


Figure 4. Power Margin as a Function of Airspeed, V [kt]

3.5. Mission Optimization Results

The grid-search process tested the mission by changing cruise speed, loiter speed, and mission altitude. In total, 693 mission combinations were evaluated within the selected ranges. The baseline case used 97.2 kt cruise speed, 68.0 kt loiter speed, and 3281 ft mission altitude. For this case, the fuel consumption was 93.65 kg, the energy consumption was 292.66 kWh, and the mission duration was 34.67 minutes.

The optimization maps show how fuel consumption changes with speed and altitude. The fuel-consumption map and the minimum feasible fuel variation with mission altitude are given in Figure 5.

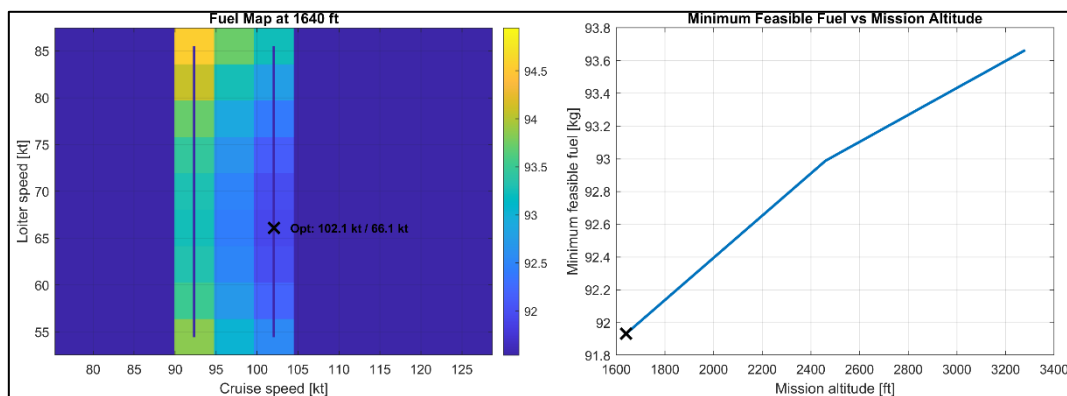


Figure 5. Mission Optimization Maps and Baseline–Optimized Fuel/Energy Comparison

3.6. Baseline and Optimized Mission Comparison

The lowest feasible fuel value was obtained at 102.1 kt cruise speed, 66.1 kt loiter speed, and 1640 ft mission altitude. At this operating point, fuel consumption decreased to 91.93 kg, energy consumption decreased to 287.29 kWh, and mission duration decreased to 32.42 minutes. This corresponds to an approximately 1.84% reduction in both fuel and energy consumption.

The optimized case also met the selected feasibility constraints. The power margin stayed positive, the mission duration remained below the baseline duration, the advancing-tip Mach indicator stayed below the selected operational threshold, and the CT/σ blade loading indicator remained within its preliminary limit. Table 2 compares the baseline and optimized mission cases.

Table 2. Baseline and Optimized Mission Comparison

Parameter	Baseline Mission	Optimized Mission	Change
Cruise Speed	97.2 kt	102.1 kt	+4.9 kt
Loiter Speed	68.0 kt	66.1 kt	-1.9 kt
Mission Altitude	3281 ft	1640 ft	-1641 ft
Fuel Consumption	93.65 kg	91.93 kg	-1.84%
Energy Consumption	292.66 kWh	287.29 kWh	-1.84%
Mission Duration	34.67 min	32.42 min	-2.25 min

The values in Table 2 show that the optimized case reduced fuel consumption, energy consumption, and mission duration without violating the selected feasibility constraints.

4. Discussion

The optimization result should not be read only from the fuel value. In this work, the final operating point was selected after checking fuel consumption together with power margin, mission duration, advancing-tip Mach indicator, and CT/σ blade loading. This is important because the lowest-fuel case may not always be a feasible or operationally acceptable operating point for the representative helicopter model.

4.1. Interpretation of the Optimized Operating Point

One of the main observations is that the cruise and loiter speeds moved toward different regions of the power curve. The optimized loiter speed was close to the minimum-power speed, which is expected because loiter is mainly a time-based segment. In that part of the mission, staying airborne with lower power demand is more important than covering distance quickly. Cruise, on the other hand, is distance-based. For this reason, the optimized cruise speed was closer to the best-range region. This result supports the decision to treat cruise speed and loiter speed as separate variables instead of using a single mission speed.

The altitude result also needs to be interpreted carefully. The optimized altitude of 1640 ft does not mean that this altitude is generally the best choice for helicopter operations. It was the best feasible altitude only for the mission definition, search ranges, and

constraints used in this study. In this case, the lower altitude helped preserve power margin and reduced the penalty associated with lower air density at a higher altitude. If terrain elevation, obstacle clearance, wind, airspace restrictions, noise limits, or a different route length were included, the preferred altitude could change.

The fuel and energy reduction was about 1.84%, which may seem small at first. However, the comparison is still useful because the reduction was obtained without exceeding the selected feasibility limits. The optimized case kept a positive power margin, remained within the mission duration constraint, and did not exceed the preliminary rotor operating indicators. In other words, the result was not only a lower-fuel point; it was a lower-fuel point that remained acceptable within the assumptions of the model.

4.2. Model Limitations and Future Work

The advancing-tip Mach number and CT/σ blade loading indicator were used only as preliminary checks. They should not be interpreted as exact compressibility or stall limits. Their role was to prevent the optimization from choosing a point that looks efficient in terms of fuel consumption but is questionable from a rotor operating condition perspective.

The model was intentionally kept at the mission-analysis level. It compares the effects of speed and altitude on fuel, energy, time, and feasibility, but it does not resolve detailed blade geometry, unsteady wake interaction, aeroelastic response, wind effects, terrain elevation, obstacle clearance, or map-based route constraints. More detailed CFD, free-wake, aeroelastic, or surrogate-based methods can be used when the main objective is to study blade geometry, wake interaction, or aeroacoustic effects in detail (Farrokhfal & Pishavar, 2013; Wang & Zhao, 2019; Bu et al., 2020; Wu et al., 2023). Future versions of the model could include terrain profiles, wind models, detailed engine maps, higher-fidelity rotor aerodynamics, and validation with flight-manual or flight-test data.

For this reason, the main output of the study should not be seen as a universal route, speed, or altitude recommendation. The main contribution is the MATLAB-based calculation process itself: it allows a predefined helicopter mission to be compared under different speed and altitude choices while checking fuel use, energy use, mission duration, power margin, and preliminary rotor operating indicators together.

5. References

- Avanzini, G., de Angelis, E. L., & Giulietti, F. (2022). Optimal cruise performance of a conventional helicopter. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part G: Journal of Aerospace Engineering*, 236(5), 865-878. <https://doi.org/10.1177/09544100211024091>
- Bazov, D. I. (1972). *Helicopter Aerodynamics* (NASA Technical Translation F-676). National Aeronautics and Space Administration. (Original work published 1969)
- Bohorquez, F., Pines, D., & Samuel, P. D. (2010). Small rotor design optimization using blade element momentum theory and hover tests. *Journal of Aircraft*, 47(1), 268-283. <https://doi.org/10.2514/1.45301>
- Bu, Y., Song, W., Han, Z., Zhang, Y., & Zhang, L. (2020). Aerodynamic/aeroacoustic variable-fidelity optimization of helicopter rotor based on hierarchical Kriging model.

Chinese Journal of Aeronautics, 33(2), 476-492.
<https://doi.org/10.1016/j.cja.2019.09.019>

Farrokhfal, H., & Pischevar, A. R. (2013). Aerodynamic shape optimization of hovering rotor blades using a coupled free wake-CFD and adjoint method. *Aerospace Science and Technology*, 28(1), 21-30. <https://doi.org/10.1016/j.ast.2012.09.004>

Goulos, I., Giannakakis, P., Pachidis, V., & Pilidis, P. (2013). Mission performance simulation of integrated helicopter-engine systems using an aeroelastic rotor model. *Journal of Engineering for Gas Turbines and Power*, 135(9), 091201. <https://doi.org/10.1115/1.4024869>

Johnson, W. (1994). *Helicopter Theory*. Dover Publications.

Leishman, J. G. (2006). *Principles of Helicopter Aerodynamics* (2nd ed.). Cambridge University Press.

Padfield, G. D. (2018). *Helicopter Flight Dynamics: Including a Treatment of Tiltrotor Aircraft* (3rd ed.). John Wiley & Sons.

Seddon, J., & Newman, S. (2011). *Basic Helicopter Aerodynamics* (3rd ed.). John Wiley & Sons.

Stepniewski, W. Z. (1950). *Introduction to Helicopter Aerodynamics, Volume 1: Performance*. Rotorcraft Publishing Committee.

Syal, M., & Leishman, J. G. (2012). Aerodynamic optimization study of a coaxial rotor in hovering flight. *Journal of the American Helicopter Society*, 57(4), 1-15. <https://doi.org/10.4050/JAHS.57.042003>

Wagtendonk, W. J. (2011). *Principles of Helicopter Flight* (2nd U.S. ed.). Aviation Supplies & Academics.

Walsh, J. L., Bingham, G. J., & Riley, M. F. (1987). Optimization methods applied to the aerodynamic design of helicopter rotor blades. *Journal of the American Helicopter Society*, 32(4), 39-44. <https://doi.org/10.4050/JAHS.32.39>

Wang, Q., & Zhao, Q. (2019). Rotor aerodynamic shape design for improving performance of an unmanned helicopter. *Aerospace Science and Technology*, 87, 478-487. <https://doi.org/10.1016/j.ast.2019.03.006>

Wu, Y., Sun, G., & Tao, J. (2023). An improved multi-objective particle swarm optimization method for rotor airfoil design. *Aerospace*, 10(9), 820. <https://doi.org/10.3390/aerospace10090820>

Isınan Coğrafyalar, Değişen Kimlikler: Akdeniz Havzası Kentlerinde İklim Değişikliğinin Mekânsal İzleri

Ayşe Nur Akyar¹, Doç. Dr. Gizem Erdoğan Aydın²

¹ İzmir Demokrasi Üniversitesi, Kentsel Tasarım ABD, E-mail: aysenurakyar9@gmail.com

² İzmir Demokrasi Üniversitesi, Kentsel Tasarım ABD, E-mail: gizemerdogan@gmail.com

Özet: İklim değişikliği, yalnızca çevresel sistemleri değil, aynı zamanda kentlerin fiziksel yapısını, toplumsal yaşamını ve kültürel kimliğini dönüştüren çok boyutlu bir süreçtir. Özellikle Türkiye'nin de içinde yer aldığı Akdeniz Havzası; artan sıcaklıklar, azalan yağışlar, uzun süreli kuraklıklar, orman yangınları ve su stresi gibi etkiler nedeniyle iklim değişikliğine karşı en kırılgan bölgelerden biri olarak kabul edilmektedir. Tarihsel süreç boyunca iklim koşulları, doğal çevre, mimari gelenekler ve toplumsal pratiklerin etkileşimiyle şekillenen Akdeniz kentleri, kendine özgü güçlü bir kent kimliği geliştirmiştir. Ancak iklim değişikliğinin neden olduğu çevresel baskılar, bu kimliği oluşturan mekânsal ve sosyo-kültürel bileşenlerde önemli dönüşümlere yol açmaktadır. Bu çalışmanın amacı, iklim değişikliğinin Akdeniz Havzası'ndaki kentlerin kimlik unsurları üzerindeki etkilerini değerlendirmeye yönelik bütüncül bir gösterge seti geliştirmektir. Çalışma, kent kimliğinin iklim değişikliği karşısında nasıl dönüştüğünü ortaya koymayı ve bu dönüşümün ölçülebilir göstergeler aracılığıyla analiz edilmesini hedeflemektedir.

Araştırmada nitel araştırma yöntemi benimsenmiş; iklim değişikliği, kent kimliği ve iklime uyumlu tasarım yaklaşımlarına ilişkin ulusal ve uluslararası literatür sistematik olarak incelenmiştir. Literatür taraması sonucunda elde edilen bulgular doğrultusunda, iklim değişikliği ile kent kimliği arasındaki ilişkiyi açıklayan göstergeler belirlenmiş ve iki temel mekânsal ölçekte sınıflandırılmıştır. Yapı ölçeğinde yönlenme, malzeme kullanımı, cephe tasarımı ve pasif iklimlendirme unsurları; sokak ölçeğinde ise gölgeleme, kamusal alan kullanımı, geçirgen yüzeyler ve zemin kaplamaları değerlendirilmiştir.

Geliştirilen gösterge setinin, Akdeniz kentlerinde iklim değişikliğinin kent kimliği üzerindeki etkilerini analiz etmek için kavramsal bir çerçeve sunması beklenmektedir. Çalışmanın, yerel kimlik değerlerini koruyan, iklim değişikliğine uyum sağlayan ve kentsel dayanıklılığı artıran tasarım ve planlama stratejilerinin geliştirilmesine katkı sağlaması öngörülmektedir. Ayrıca önerilen yaklaşımın, akademik çalışmalar ve yerel yönetim uygulamaları için yol gösterici bir araç olarak kullanılabilmesi değerlendirilmektedir.

Anahtar Kelimeler: İklim Değişikliği, Akdeniz, Kent Kimliği, Kent Morfolojisi, Kentsel Tasarım

Warming Geographies, Changing Identities: Spatial Traces of Climate Change in Mediterranean Basin Cities

Abstract: Climate change is a multifaceted process that transforms not only environmental systems but also the physical structure, social life, and cultural identity of cities. The Mediterranean Basin, including Turkey, is considered one of the most vulnerable regions to climate change due to effects such as rising temperatures, decreasing rainfall, prolonged droughts, forest fires, and water stress. Throughout history, Mediterranean cities have developed a strong and unique urban

identity, shaped by the interaction of climate conditions, the natural environment, architectural traditions, and social practices. However, environmental pressures caused by climate change are leading to significant transformations in the spatial and socio-cultural components that constitute this identity. The aim of this study is to develop a comprehensive set of indicators to assess the impacts of climate change on the identity elements of cities in the Mediterranean Basin. The study aims to reveal how urban identity is transforming in the face of climate change and to analyse this transformation through measurable indicators.

This research adopted a qualitative research method; national and international literature on climate change, urban identity, and climate-adaptive design approaches was systematically examined. Based on the findings of the literature review, indicators explaining the relationship between climate change and urban identity were identified and classified at two main spatial scales. At the building scale, orientation, material use, facade design, and passive climate control elements were considered; at the street scale, shading, public space use, permeable surfaces, landscaping, and ground coverings were evaluated.

The developed indicator set is expected to provide a conceptual framework for analysing the impacts of climate change on urban identity in Mediterranean cities. The study is anticipated to contribute to the development of design and planning strategies that preserve local identity values, adapt to climate change, and enhance urban resilience. Furthermore, the proposed approach is usable as a guiding tool for academic studies and local government practices.

Keywords: *Climate change, Mediterranean Sea, Urban Identity, Urban Morphology, Urban Design*

Giriş

Son yıllarda etkisinin daha fazla hissedilmeye başlandığı ve genel olarak insan faaliyetleri ile meydana gelen iklim değişikliği, Dünya çapında önemli bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Fosil yakıtların kullanımının artması, kentleşmenin hız kazanması ve bu duruma bağlı olarak nüfus artışıyla birlikte belirgin bir duruma gelen iklim sorunu sanayileşme süreciyle ivmesini artırmıştır. Enerji tüketiminin yoğunlaşması ve nüfus artışı kentleri iklim değişikliğine karşı yüksek seviyede kırılganlık yaşanan alanlar haline getirmektedir.

Kentlerin iklim değişikliğine uyum kapasitesi; yapılaşma alanlarının yoğunluğu, geçirimsiz zeminlerin artması, kentsel ısı adası gibi durumlar doğrultusunda sınırlanmaktadır. Dolayısıyla kentler sadece iklim değişikliği sorunun kaynağı olmayıp aynı zamanda çözümünün de bir parçasını oluşturmaktadır. Bu kapsamda teknik ve çevresel stratejilerin geliştirilmesinin yanı sıra sosyal yapı ve mekânsal kimlik öğelerini de barındıran stratejilerle kent ölçeğinde önlemlerin alınması gerekmektedir.

İklim değişikliğinin yarattığı olumsuz etkiler, günümüzde birçok ülkenin mekânsal planlama ve kentleşme politikaları ile doğrudan ilişki kurmaktadır. Oluşan etkilerin bölgeden bölgeye farklılık göstermekte olduğu bilinmekle birlikte, en belirgin şekilde hissedildiği bölgelerden biri Akdeniz Havzası'dır. Kendine özgü iklimi, denizle kurulan güçlü bağlantı, tarım alanlarının verimliliği sayesinde birçok medeniyete ev sahipliği yapmış olup farklı toplumların izlerini taşımaktadır. Fakat günümüzde yaşanan sıcaklık

artışı, kuraklık, yağış rejimindeki düzensizlik gibi durumlar bu bölgedeki kentler üzerinde tehdit unsuru oluşturmaktadır. Bu tehditler yalnızca doğal çevre üzerinde olmayıp tarihsel doku, mekânsal kurgu, sosyal yaşam ve kent kimliği üzerinde de dönüştürücü etkiler meydana getirmektedir.

Doğal ve yapılanmış çevre, kültürel değerler ve sosyal yaşam şekillerinin etkileşimi kent kimliğini meydana getirmektedir. Bu oluşum; bireylerin kentle kurduğu ilişki, mekanı algılama şekilleri ve gündelik hayattaki alışkanlıkları üzerinde etkili olmaktadır. İklim değişikliği ise bu çok katmanlı yapıyı dönüşüme uğratmaktadır. Malzeme tercihi, mimari biçimlenme, sokak ve kamusal alan kullanımı, gibi pek çok unsur iklim değişikliğinden doğrudan veya dolaylı şekillerde etkilenmektedir. Bu doğrultuda iklime duyarlı olarak gelişen Akdeniz kentlerinde özgün dokuların zarar görmesi ve kent kimliğinin aşınması olasıdır.

Bu çalışmada, iklim değişikliğinin kent kimliği üzerindeki dönüştürücü etkilerinden hareketle kapsamlı bir gösterge seti oluşturulması amaçlanmaktadır. İklim değişikliği ile kent kimliği arasındaki bağlantıyı ortaya koymak adına literatür taraması gerçekleştirilmiş olup bu alandaki göstergeler değerlendirilmiştir. İlişkili göstergeler sentezlenerek yapı ve sokak olmak üzere iki ölçekte ele alınan bir gösterge seti geliştirilmiştir. Oluşturulan bu çalışmanın Akdeniz kentleri için yönlendirici olması beklenmektedir.

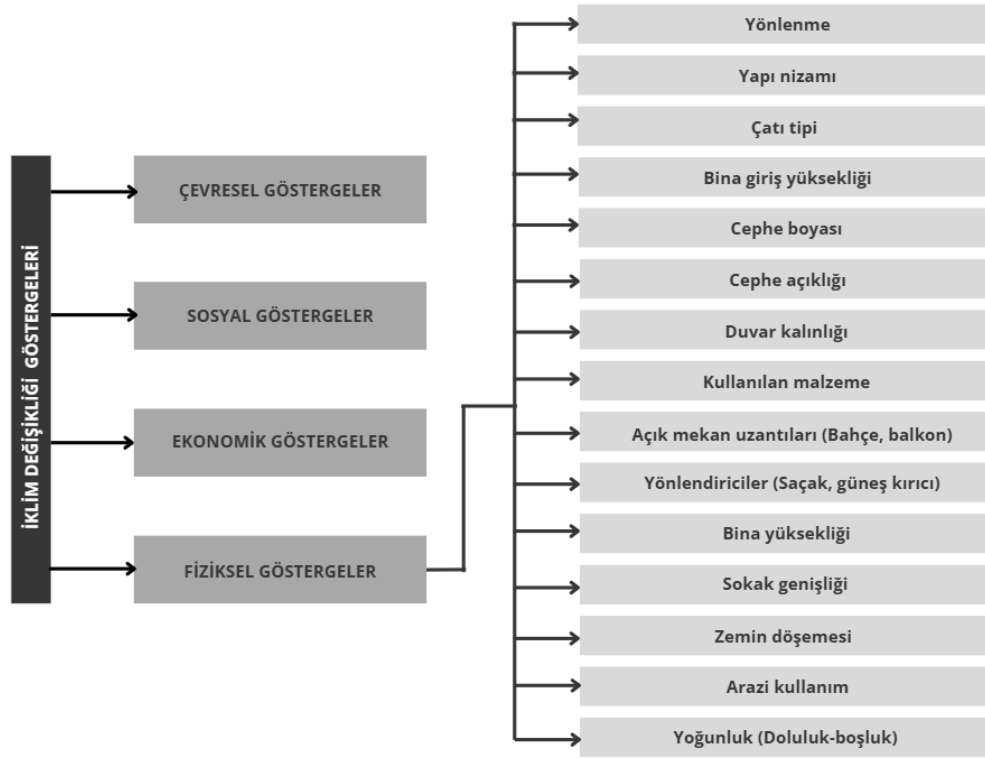
Gelişme

Değişen ve dönüşen iklim şartları; kuraklık, kentsel eşitsizlik, göç, azalan işgücü gibi birbirini tetikleyen sorunları meydana getirmektedir. Bu nedenle iklim değişikliğinin çok boyutlu bir şekilde ele alınması ve iklim değişikliği göstergeleri doğrultusunda koruma yaklaşımlarının geliştirilmesi gerekmektedir. İklim değişikliği, aynı coğrafi bölgede yer alan ve aynı gelişmişlik düzeyine sahip kentlerde farklı etkiler gösterebilmektedir. Bu doğrultuda iklim değişikliği ile mücadele ve uyum çalışmalarının her kent için kendine özgü tasarlanması gerekliliği ve kentin etkilenebilirliğini belirleyen iklim değişikliği göstergelerinin neler olduğu konusu önem kazanmaktadır. Bu göstergeler dört başlıkta olmak üzere çevresel göstergeler, sosyal göstergeler, ekonomik göstergeler ve fiziksel göstergeler şeklinde ele alınmıştır.

Kentte meydana gelen olumsuz değişimlere karşı kırılma seviyesinin düşürülmesi ve ekosistem unsurlarının niteliği ile sürekliliğinin sağlanması çevresel göstergeleri oluşturmaktadır. Bu göstergeler arasında; ortalama sıcaklık değerleri, yağış rejimi, kara ve su ekosistemlerinin varlığı, yeşil alanların yoğunluğu, deniz seviyesindeki yükselme durumu bulunmaktadır (Kaya, 2018). Sosyal göstergeler başlığı altında ise; sosyal bağlantılar ve iş birlikleri, eğitim düzeyi ve okuryazarlık oranı, temel kamu hizmetlerine olan erişim, geçmişte yaşanan doğal afet tecrübesinin varlığı yer almaktadır (Kaya, 2018). Bireylerin sahip olduğu maddi olanakların iklim değişikliğinden etkilenme durumu ve başa çıkma becerisiyle bağlantılı göstergeleri ekonomik göstergeler oluşturmaktadır. Kentin ekonomik yapısı, hane düzeyi geliri, işgücü piyasası ve istihdam düzeyi, mülkiyet güvenliğine dair göstergeler bu kapsamda değerlendirilmektedir.

Fiziksel göstergeler başlığı altında kentin biçimlenme şekli ve mekânsal özelliklerine dair göstergeler yer almaktadır. Kentin tehlikelere karşı maruziyet ve savunma düzeyinin tespit edilmesi adına; coğrafi konum, jeolojik yapı, deniz seviyesine göre yerleşim yüksekliği ana kriterler olarak değerlendirilmektedir. Aynı zamanda kentin morfolojik yapısı, arazi kullanım, yapılı çevre, altyapı sistemlerinin niteliği, ulaşım bağlantıları gibi ögeler bu başlık altında gösterilmektedir. Tasarım sürecine yön veren en belirleyici ögelerden biri iklim olarak kabul edilmektedir. Kullanıcı konforunu ön plana almak, enerji tüketimini düşürmek, ekonomik dengeyi sağlamak, sosyal yaşamı aktif hale getirmek ve iklimden fayda sağlamak iklime duyarlı tasarım yaklaşımlarının amacını oluşturmaktadır. Bu kapsamda özellikle fiziksel göstergeler olmak üzere iklim değişikliği bağlamında söz konusu göstergeler, kentsel mekanda önemli bir rol oynamaktadır (Tablo 1).

Tablo 1. İklim Değişikliği Göstergeleri



Kaynak: (Yazar tarafından oluşturulmuştur).

İklime bağlı göstergeler arasında yönlenme önemli bir öge olarak karşımıza çıkmakta olup yapının yönü cephe üzerinde oluşan güneş ışınımlardan fayda sağlama düzeyini etkilemektedir. Yapıların nizami olarak biçimlenişi de doğal hava sirkülasyonunu etkilemekte ve hava sızıntısı ile ısı kaybı oranında belirleyici olmaktadır. Bu doğrultuda yapının yer aldığı iklim bölgesinin doğurduğu ihtiyaçlar çerçevesinde güneş ve rüzgardan yerine göre faydalanıp korunarak mekan kurgusu oluşturulmalıdır. Bina yüksekliği, çatı tipi, cephe eğimi gibi bileşenler yapı formunu ifade etmektedir. Ek olarak bina giriş yüksekliği de iklim bağlamında özellikle enerji verimliliği ve konfor açısından önemli bir

unsurdur. İklim koşullarına göre yapı girişlerinin tasarımı, soğuk bölgelerde ısı kaybının önüne geçip sıcak bölgelerde ise serinlik yaratmakta ve rüzgarı yönetmektedir.

Bir binayı diğerlerinden ayıran yatay, düşey ve tüm yapı elemanlarının meydana getirdiği sistem yapı kabuğunu oluşturmaktadır. Kabukta yer alan geçirgen yüzeyler ısı kazancı ve kayıpları konusunda önem taşımaktadır. Bu bağlamda cephe açıklığı oluşturan pencere ve kapı oranları; güneş enerjisinden faydalanma, doğal aydınlatma ve havalandırma yönünden etki oluşturmaktadır. Aynı zamanda açık mekan uzantılarından; bahçe, açık-kapalı balkon (cumba) öğeleri yine doğal aydınlatma ve havalandırma için önem taşımaktadır. Geçirgen yüzeyler ısı geçişinde etkili olurken, dolu yüzeylerde kullanılan malzemelerin niteliği ve yerelliği ile duvar kalınlıkları ısı bağlamında temel bileşenler arasında yer almaktadır. Cephede tercih edilen renk, yine mekandaki sıcaklık dengesini etkilemektedir. Aynı zamanda hava ve güneş ışınımını yönlendirici söve, saçak ve güneş kırıcı gibi öğeler iklime bağlı yapı tasarımında önemli bir gösterge olarak ifade edilebilmektedir. Doğal özellikleri barındıran, yerel kaynaklardan temin edilen ve iklim koşullarıyla uyumlu malzemelere yönelmek önemli bir tasarım kriteridir. Dolayısıyla yapıda kullanılan malzemenin sürdürülebilirlik ilkelerinden hareketle seçilmesi gerekmektedir. Böylelikle doğal çevrede meydana gelebilecek olumsuz etkileri azaltılmasına ve konforlu mekan şartlarının oluşmasına olanak sağlanmaktadır.

Kentlerdeki iklime duyarlı tasarım yaklaşımlarında sokak ölçeği öne çıkan bir diğer önemli boyuttur. Belirli bir düzen içerisinde konumlandırılan yapılan meydana getirdiği sokaklar ulaşım koridorlarını ve kent içi hareketliliği sağlayan mekanlardır. Sokakların şekillenmesi ile yükseklik-genişlik oranlarının belirlenmesi kentteki iklim koşullarının üzerinde etki yaratmaktadır. Nitekim hava ve yüzey sıcaklıklarının şekil almasında bu duruma bağlıdır. İklim koşullarına bağlı olarak kamusal mekanların geçirimsiz ve sert zemin kaplamaları ısıyı tutarak ışınımı artırmaktadır. Tam aksine daha yumuşak zemin kaplamalarının tercih edildiği, toprak ve bitki örtüsünün yoğun biçimde kullanıldığı tasarımlar iklim değişikliğinin etkilerinden en az seviyede etkilenmeyi sağlayan göstergelerdir.

Kentlerdeki iklim ve dış mekan konforu yönünden en önemli gösterge, sokak geometrisi olarak ifade edilmektedir. Gökyüzü görünürlük faktörü-GGO (Sky View Factor-SVF), sokak geometrisini oluşturan yapı yüksekliği ve sokak genişliği oranı (Y/G) üzerinden değerlendirilmektedir (Dursun, Yavaş, 2017). 0 ile 1 arasında değişkenlik gösteren bu gösterge, değer 1'e yaklaşması doğrultusunda sokaktaki gökyüzü açıklığını ve güneş ışınımının etkilerinin arttığını ifade etmektedir (Tozkoparan, 2017). Sokakta iklim bağlamında hissedilen etki, güneşlenme ve havalanma olanaklarını belirleyen önemli kıstas olarak öne çıkmaktadır.

Kentlerin iklimi ve enerji dengesi üzerinde farklı arazi kullanım türlerinin belirleyici bir rolü bulunmaktadır. Kentsel alanlarda genel olarak iki arazi kullanım şekli bulunmaktadır. Bu arazi kullanım şekilleri; parklar ve göller gibi sıcaklığı dengeleyen alanlar ile kentsel çekirdek ve üretim bölgelerini oluşturan yerleşim alanları olarak belirtilmektedir (Dursun ve Yavaş, 2017). Karma kullanımlar ise yaygın olarak tercih edilen tasarım yöntemi olmakla birlikte kirlilik gibi birtakım çevresel problemlere de yol açabilmektedir. Bu doğrultuda yerleşim dokusunun arazi üzerindeki dağılımı iklim koşullarının şekillenmesinde önemli bir husustur. Bir yerleşimin fiziksel yapısına ait

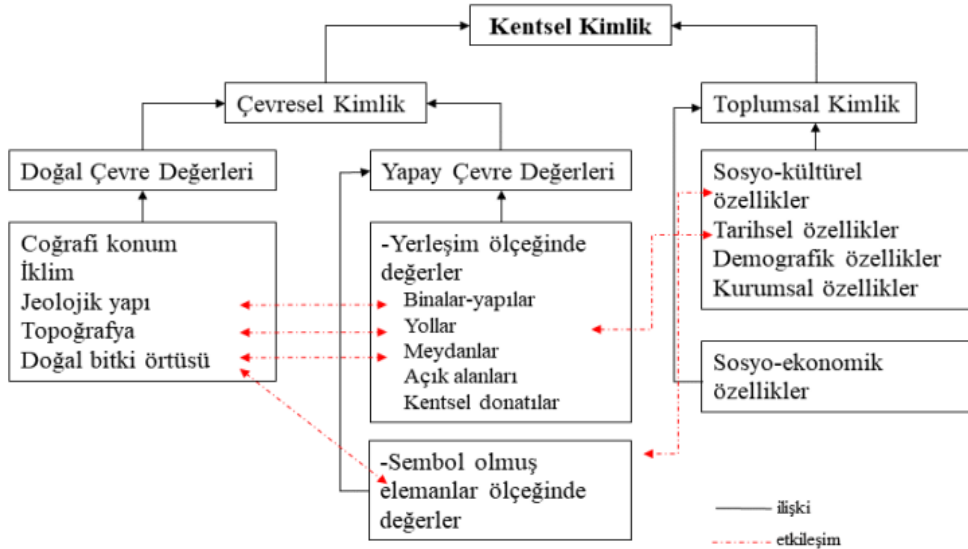
verilerinin yanı sıra o yerleşimdeki yaşam biçimini ortaya çıkaran öge yoğunluk olarak adlandırılmaktadır. Yüksek yoğunluklu ve kompakt tasarlanmış kentsel alanlarda sıcaklık düzeyinin daha yüksek olduğu bilinmekle birlikte yoğunluk göstergesi sokaklarda oluşan hava akımını biçimlendirmektedir (Tozkoparan, 2017).

Söz konusu veriler ışığında kentlerde iklim değişikliğine uyum sağlanması; iç mekanlar, yapı, sokak ve kent dokusunun bağlantı kurmasıyla mümkün olmaktadır. İklim değişikliğinin etkileri çerçevesinde gerçekleştirilen incelemeler doğrultusunda oluşturulan tablo 1, ön plana çıkan göstergeleri kapsamaktadır.

İklim ile etkileşim halinde olan Akdeniz kentlerinin günümüzdeki durumu ele alındığında bölgenin iklime bağlı meydana gelen olumsuz değişimlerle karşı karşıya olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu etkiler her ne kadar bölgesel olarak farklılık gösterse de bir Akdeniz ülkesi olan ülkemizde de gözle görünür bir duruma geldiği görülmektedir. Akdeniz'in iklim bağlamında kendine özgü yapılanması beraberinde bir kimlik oluşumunu getirmektedir. Kentin sahip olduğu çevresel özelliklere ek olarak kullanıcıların kenti algılama şekli kimlik olarak adlandırılmaktadır. Her kentin kendine ait bir tarzı, çevresel ve sosyal yapısı bulunmakta ve bu özgünlük kimliği oluşturmaktadır.

Kent kimliği; devamlı gelişip dönüşen, kenti diğerlerinden ayırarak farklı algılanmasını sağlayan, özgün bir perspektif sunan, kullanıcılarından etkilenen, kültürel-sosyal ve ekonomik yapısıyla biçimlenen, geçmişten günümüze uzanan etkileşimlerin tamamıdır (Uygun, 2026). Bu açıdan kent kimliği göstergeleri önemli bir noktada durmakta ve iki temel başlıkta ele alınmaktadır (Tablo 2).

Tablo 2. Kent Kimliği Göstergeleri



Kaynak: (Sağlık ve Kelkit, 2019).

Çevresel kimlik kavramı, çevremizdeki tüm somut oluşumları içeren kentin fiziksel yapılanmasına ilişkin özellikleri ifade etmekte olup doğal ve yapay çevre olarak iki

başlıkta ele alınmaktadır. Bahsedilen iki kimlik ögesi kendi aralarında ve sosyal kimlik ile etkileşim oluşturmaktadır. Bu durumun kentsel mekanların şekillenmesi ve kimliklerinin meydana gelmesinde belirgin bir rolü bulunmaktadır.

Doğanın kendi halinde biçimlendiği ve oluşum sürecinde insan faktörünün bulunmadığı yapı, doğal çevre olarak adlandırılmaktadır. Kentlerin konumlandıkları arazinin eğimi, yükseltisi ve şeklini oluşturan topografya ögesi doğal çevre göstergeleri bağlamında öne çıkmaktadır. Yerleşim alanlarının topografyadan etkilendiği belirgin bir şekilde hissedilmektedir. Yeryüzünde oluşan farklılıklar kentlerde de farklı formlar meydana getirmekte ve bu sebeple oluşan nehir, dere, kıyı ve tepeler kentte algılanan formu şekillendirmektedir (Can, 1999). Topografya ve kentsel yapı arasındaki dengenin sağlanması kent kimliğini özgün ve sürdürülebilir kılmaktadır.

Doğal çevrenin oluşumunda yağış, ısı, nem ve rüzgar gibi iklim olayları da yer almaktadır. Değişen sıcaklık seviyeleri ekolojik anlamda çeşitlilik meydana getirmekte ve doğal çevrenin kimliğini etkilemektedir. İklim göstergesi doğrultusunda; mimari tasarım, malzeme tercihi, cephe renkleri ve mekânsal kurgu her kente özgünlük kazandırmaktadır. Kentin oluşumdaki bu özgün farklılıklar kent kimliğini yaratmaktadır (Can, 1999). İklim kentlerin kimliğinin yanı sıra flora ve fauna türlerini meydana getiren temel ögedir. Bu paralelde iklim koşullarının çeşitlenmesi bitki örtüsünde de çeşitlilik yaratmaktadır. Yoğun yağış görülen alanlarda yaygın yeşil alanlar öne çıkarken seyrek yağış görülen alanlarda sınırlı bitki örtüsü öne çıkmakta ve bu durum kentlerin farklı algılanmalarına neden olmaktadır.

Kentler buldukları sınırlar içerisinde farklı coğrafi konumlara sahip olmaları sebebiyle karakterlerini oluştururlar. Ek olarak kentin coğrafi konumunun yanında stratejik açıdan konumu önemli diğer bir belirleyicidir. Bir kentin çevre yerleşimler ile olan ilişkisi o kente biçim vermektedir. Ayrıca yine coğrafi konum kapsamında; iklim topografya, bitki çeşitliliği gibi göstergeler kentlerin kendine özgü kimlik geliştirmesine katkı sağlamaktadır.

Kentler yer aldıkları farklı coğrafi konumlar sebebiyle farklı jeolojik yapılara sahip olup o alana uygun bir yerleşim düzeni oluşturmaktadır. Zemin şartlarından meydana gelebilecek olumsuz durumları azaltmak adına bu alanlarda çeşitli imar yönetmelikleri uygulanabilmektedir. İmar kararları ile birlikte jeolojik yapı, kentteki yapı boyutlarını ve tercih edilen yapı malzemelerini etkilemektedir. Kentin genel görünümünü şekillendiren yapı boyutlarındaki çeşitlilik, kentsel doku ve kimliğin önemli bir parçasını oluşturmaktadır. Jeolojik yapı doğrultusunda kentin bünyesinde barındırdığı yer üstü ve yer altı su kaynakları kentin gelişim yönünü ve bazı durumlarda da sınırlarını oluşturmaktadır.

Kentleri özgünleştiren insan müdahalesinin dahil olduğu yapay çevre, kentsel kimlik bakımından önemli rol oynayan bir diğer gösterge olarak gösterilmektedir. Kimlik oluşumunda; yapılaşma şekilleri, arazi kullanımları, sosyal mekanlar ve günlük yaşamdaki alışkanlıklar önem kazanmaktadır. İnsan eliyle biçimlenen bir kent; kültürel birikimini, sosyal yapısını ve tarihini yansıtmaktadır. Bu bakımdan mekânsal unsurların yanı sıra kenti tanımlayan ve karakterini oluşturan simgeler yapay çevre olarak adlandırılmaktadır (Nas, 2026). Kentsel mekanlar kullanıcıların zihninde güçlü bir imge

oluşturmakta ve yapılar, dolaşım alanları, açık alanlar olmak üzere üç başlıkta incelenmektedir (Can, 1999).

Mekanlar arasındaki bağlantıyı oluşturan yollar, mekanlar arasında sürekliliği oluşturarak bir bütünlük sağlamaktadır. Kullanıcılar tarafında kolay bir şekilde okunan ana ulaşım aksları, bu akslar üzerinde yer alan yapılar ve tali yollar, yön bulmak adına yardımcı öğeleri oluşturmaktadır. Sokak, kentsel mekanda önem taşıyan bir diğer öğedir. Tarihi kentlerde görülen sokak genişliklerinin farklılaşması ve zemin kaplama malzemeleri, kentin kimliğini yansıtan başlıca göstergeler arasında yer almaktadır.

Açık alanları oluşturan meydanlar, yeşil alanlar, avlular kentsel mekanın unsurlarıdır. Açık alanlar, sahip oldukları mekânsal biçim ve donatı öğeleriyle kentlilere çeşitli anlamlar aktaran önemli odak noktaları şeklinde ifade edilmektedir. Bu doğrultuda kentlilerin etkileşim içinde bulunduğu ve deneyimler elde ettiği açık alanlar, toplumsal kültürün biçimlendiği ve kent kimliğinin ortaya çıktığı önemli kamusal alanlardır.

Kentsel ölçekten yapı ölçeğine inildiğinde özellikle cephe bağlamında belirgin kimlik öğeleri karşımıza çıkmaktadır. Tekrarlayan mimari unsurlar, doluluk-boşluk, pencere ve kapı oranları gibi tasarım kararları cephenin kimliğini oluşturmaktadır. Kentteki mimari tasarım genellikle kent planlama kararları doğrultusunda şekillenmekte ve tarz, kullanılan malzeme, yapı teknolojileri bu bağlamda düzenlenmektedir. Aynı zamanda bir kentin mimarisi sosyal, kültürel ve tarihi parçaların bir araya geldiği oluşum olarak ifade edilmektedir. Bu durumda estetik kaygılarla birlikte malzeme seçimi, renk paleti, kullanıcı algısı ve sosyal yaşam dikkate alınarak tasarım oluşturulmasının gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Kentsel dokunun çoğu yapay çevre öğelerinden oluşmakta ve bina yüksekliği, kat sayısı, çatı biçimi, pencere konumları gibi mimari tasarımlar kentin görünümü üzerinde rol oynamaktadır. Doku ve renk uyumu, yeşil alanlar, yapı, meydan ve sokak birleşimi mekanları oluşturan unsurlardır (Uygan, 2026). Mekanların barındırdığı yapıların meydana gelmesinde bu unsurların nitelikleri ve çevresiyle uyumu etkili olmaktadır.

Çalışma kapsamında yapı göstergeleri Akdeniz mimarisi doğrultusunda ele alındığında iklimin ön planda tutulduğu ve kimliği yansıttığı görülmektedir. Kültürel ve tarihi değerler, iklim ve doğa dikkate alınarak yerel malzemeler tercih edilmektedir. Genel olarak kat sayısının düşük olduğu görülen bu yapılaşma tarzında pişmiş toprak veya kırmızı kil kiremitlerle kaplı çatılar görülmektedir. Aynı zamanda saçaklar ve sövelerin estetik bağlamında kullanılmasının yanı sıra yaz aylarında yüksek güneş ışınlarını keserek iç mekanın aşırı ısınmasını önlediği ve güneş kontrolü sağladığı bilinmektedir.

Cephe; beyaz, bej, sarı gibi sıcak ve nötr tonlarla renklendirilmekte ve genel olarak sıva ile kaplandığı görülmektedir. Bu durum kimlik oluşumunu sağlamakta ve aynı zamanda da yapıyı güneş ışınlarından koruyarak iç mekanda serinlik yaratmaktadır. Akdeniz tipi yapılarda ahşap panjurlar, uzun ve dar kapı ile pencereler dikkat çekmektedir. Bu öğeler yapının doğal ışık ve hava alımını desteklemekle birlikte iç ve dış mekân arasındaki bağın güçlenmesini sağlayan bir tasarım kriteridir. Akdeniz mimarisinde çoğunlukla yerellik tercih edilmiş olup malzeme kullanımı bu yönde gelişmiştir. Bu doğrultuda özellikle kireçtaşı gibi doğal ve yerel malzemeler sıklıkla kullanılmaktadır. Yapısal bağlamda ise ahşap kirişler ve yığma taşıyıcı duvarların oluşturduğu strüktür kurgusuna sahiptir.

Verilen bu tasarım kararları Akdeniz Havzası'nda değerlendirildiğinde aslında oluşan tarzın süreklilik gösterip sınırlarının dışına taşıdığı görülmektedir (Bölükbaş, 2024). Böylelikle kimlik, mimari yapı ve kültürle bağlantı kurarak ortaya çıkmaktadır.

Akdeniz insanının açık mekanla devamlı olarak ilişki içerisinde bulunduğu bilinmektedir. Böylelikle yapı tasarımlarında avlu, bahçe ve balkon yaygın olarak kullanılmakta ek olarak yapılar çoğunlukla sokaktan giriş almaktadır. Kent içerisindeki hareketlilik mekanlara yansımakta olup sokak ve meydanlar etkin kamusal mekanlar haline gelmektedir (Bölükbaş, 2024). Açık hava mekanlarında oluşturulan faaliyetler iklime bağlı kimlik göstergesini oluşturmaktadır. Bu çerçevede dar sokaklar sıcak kimlikli Akdeniz'e serinlik sağlamakta olup yaz mevsiminde güneş ışınlarının zemine gelmesini önleyerek gölge oluşumunu meydana getirmektedir. Yine Akdeniz'e has kimlik göstergesi olan çakıl zemin kaplamaları günümüzde bazı yerleşimlerde kullanılmaya devam edilmektedir. Bu uygulama estetik ön planda tutularak iklim bağlamında mekana işlev kazandırmakta ve ısı dengesini sağlamaya yardımcı olmaktadır.

Toplumun barındırdığı özellikler kentlerin kimliği üzerinde etkili olmaktadır. Sosyal yapının birey ve toplum bileşenlerinden meydana geldiği bilinmektedir. Sosyal göstergeler çerçevesinde kent kimliği üzerinde etki bırakan en önemli husus kültürdür. Yaşam kalitesini, değer kavramını, kentlilik algısını ve gündelik yaşamı oluşturan yapı kültür olarak ifade edilmektedir. Kentlerdeki geçmiş ve gelecek arasında yer alan bu yapı kimlik göstergesi olarak dikkat çekmekte ve bireylerin sosyal yönden mekana duyduğu aitlik hissini yaratmaktadır.

Toplumsal süreç içerisinde meydana gelen olayların sonucu olarak oluşan ve sosyal yaşama ayna tutan kentsel mekanlar kültürel çevreyi meydana getirmektedir. Doğal unsurlarla entegre olarak biçimlenen çevre, döneme bağlı kalarak ekonomik ve sosyal olanakları, estetik unsurları, akım ve inançlarını kente iletmektedir. Bu durumda sonucunda çevre ve sosyokültürel yapının birleşimi sosyal kimliği ortaya çıkarmaktadır. Yaşadığı bölgeyi bir yandan dönüştürüp bir yandan etkilenen birey kentle sosyal etkileşim kurarak kimliği yaratmaktadır.

Kültür ögesi ile birlikte toplulukların yerleşik yaşama geçmesi, tarım etkinlikleri ve suya bağlı olarak balıkçılık faaliyetleri ekonomik açıdan kimliği etkilemiştir. Zamanla ticaret merkezleri oluşmaya başlamış olup sanayi devrimi ile birlikte kentlerde dönüşüm süreci başlamıştır. Bu çerçevede sosyoekonomik yapılanma meydana gelmekte ve kentteki nüfus hareketlerine yön veren bir etken olarak görülmektedir. Mekanın biçimlenmesinde ekonomik faktörlerin önemli bir payı bulunmaktadır. Özellikle yer seçimi ve üretim bağlantıları çevresinde yapılanmayı getirmekte ve doğal olarak sosyal yapıyı etkilemektedir. Meydana gelen bu sosyoekonomik faaliyetler kent kimliğine de yansımaktadır. Psikolojik yapı sosyal kimliği oluşturan bir diğer öge olarak kabul edilmektedir. Birey yaşadığı çevreyi kullanıp, dönüştürmektedir. Birey ile çevre arasında meydana gelen bu kimlik algıları psikolojik çerçevede hisleri de barındırmaktadır (Özer ve Zor, 2025). Bu psikolojik durum kentsel çevreye nitelik kazandırmaktadır.

Aktarılan bilgiler doğrultusunda çevresel ve sosyal kimlik öğelerinin birbiriyle etkileşim halinde şekillenmesi kent kimliğinin meydana gelmesini sağlamaktadır. İklim değişikliğinin yaratacağı etkiler kentlere ve kent kimliğine aksedeceği ortaya çıkmakta

olup ve incelemeler doğrultusunda yapı ve sokak ölçeğinde kent kimliğine dair göstergeler değerlendirilmiştir. Akdeniz kentlerinin iklime bağlı değişiklikten oldukça etkileneceği görülmektedir. Bu bağlamda Akdeniz kentlerinin mimari kimliği ortaya çıkarılmıştır. Bu durumlar doğrultusunda her kentin kendine özgü iklim değişikliğiyle mücadele ve uyum yaklaşımının oluşturulması ve kent kimliğinin korunması bağlamında gösterge seti hazırlanması önem taşımaktadır. Literatür taraması ile elde edilen bulgular doğrultusunda, ilişkili göstergeler tespit edilip gösterge setine işlenmiştir (Tablo 3).

Tablo 3. Gösterge Seti

GÖSTERGELER		
Yapı Tipolojisi	Yapı Formu	Yönlenme
		Yapı Nizamı
		Kat Sayısı
		Bina Giriş Yüksekliği
		Çatı Tipi
	Yapı Kabuğu	Cephe Açıklığı (Kapı, pencere)
		Cephe Boyası
		Kullanılan Malzeme
		Açık Mekân Uzantıları (Bahçe, balkon)
		Yönlendiriciler (Saçak, güneş kırıcı)
Sokak Tipolojisi	Sokak Geometrisi	Bina Yüksekliği
		Sokak Genişliği
	Sokak Dokusu	Zemin Döşemesi
		Arazi Kullanım

Kaynak: (Yazar tarafından oluşturulmuştur).

Sonuç

İklim ile kent kimliği arasında meydana gelen ilişki fiziksel, sosyal ve kültürel yapının etkileşim süreci olarak ortaya çıkmaktadır. Kentsel mekanlardaki ulaşım, enerji kullanımı ve yapılaşma hareketleri kenti iklim bağlamında kırılğan mekanlar durumuna getirmektedir. İklimle bağlı olarak meydana gelen kent kimlikleri de bu durumdan etkilenmektedir. Bu doğrultuda kentsel tasarım kararlarının iklim değişikliğinden en düşük seviyede etkilenecek ve uyum sağlayacak şekilde verilmesi gerekmektedir. Aynı zamanda kimlik bağlamında sürekliliğin sağlanması önem taşımaktadır. İklimle bağlı olarak kentlerin şekil alma biçimi ve Akdeniz kentlerinin kimliğe bağlı olarak şekil alma biçimi özellikle yapı ve sokak ölçeğinde sentezlenerek bir gösterge seti oluşturulmuştur.

Tartışmalar

İklim ve kent kimliği göstergelerinin benzer öğelerden oluşması ve etkileşim halinde bulunmaları sebebiyle kentsel tasarım kararlarının bütüncül olarak ele alınması gerekmektedir. İklim bağlamında kenti doğrudan etkileyen kamusal alan kullanımları, sokak dokusu, yapı üzerindeki mimari kararlar, malzemelerin yerelliği gibi göstergeler kentteki özgün kimliği oluşturmaktadır. İklim değişikliğine uyum sağlama yaklaşımları, kentin yerel özellikleri ön planda tutulup mekan kurgusu oluşturulduğunda kent kimliğinin daha da güçlenebileceğini ortaya koymaktadır.

Fakat günümüzde pek çok kentte uygulanan tek tip ve bağlamdan kopuk çözümler, kimlik öğelerini geri planda bırakarak her noktasında aynı özellikleri gösteren mekanların ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Çalışmada ele alınan Akdeniz kentlerinde geleneksel mimari ve kentsel formun halihazırda iklimde uyumlu nitelikler taşıdığı görülmektedir. Bu nedenle yeni oluşturulacak kentsel tasarımların mevcut kimlik öğelerini baz alarak geliştirilmesi fayda sağlayacaktır. Bu bağlamda hem kimliği koruyan hem de iklime uyum sağlayan tasarımlar çevresel düzenlemelerin yanı sıra sosyal ve kültürel bakımdan sürekliliği de gözetmektedir. İklim duyarlı tasarım öğeleri ile Akdeniz kent kimliği göstergelerinin birlikte ele alınması ile oluşturulan yönlendirici set, Akdeniz kentlerin iklim değişikliğine karşı direncini artırarak özgün mekânsal karakterlerin oluşumuna katkı sağlamaktadır.

Kaynaklar

Bölükbaş, E. İ. (2024). Akdeniz'de kentsel doku ile yaşam arasındaki etkileşim: Bodrum örneği. Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, İstanbul, 207 s. (Yüksek Lisans Tezi).

Can, N. (1999). Kent Kimliği. Gazi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kamu Yönetimi Anabilim Dalı. Ankara, 279 s. (Yüksek Lisans Tezi).

Dursun, D., Yavaş M. (2017). Soğuk İklim Duyarlı Kentsel Tasarım Yaklaşımları. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi. 7(2), 269-278.
DOI 10.21597/jist.2017.125

Kaya, Y. (2018) İklim Değişikliğine Karşı Kentsel Kırılganlık: İstanbul İçin Bir Değerlendirme. International Journal of Social Inquiry. 11(2), 219-257.

Nas, E. N. (2026). Kent Kimliği Olgusunun İç Mekan Kurgusu Üzerindeki Etkileri. İstanbul Nişantaşı Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, İstanbul, 197 s. (Yüksek Lisans Tezi).

Özer, H., Zor, A. (2025). Kentsel Kimliğin Psikolojik Yansımaları ve Kentlere Ait Sosyo-Kültürel Özelliklerin Geometrik Biçimlerle Afiş Olarak Tasarımı. 21. Yüzyılda Eğitim ve Toplum. 14(40), 163-178.

Sağlık, E., Kelkit, A. (2019). Kentsel Kimlik Bileşenlerinin Kent Kullanıcıları Tarafından Belirlenmesi: Örnek Kent Çanakkale. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen

Bilimleri Enstitüsü Dergisi. 5 (1), 63-79.
DOI <https://doi.org/10.28979/comufbed.539309>

Tozkoparan, İ. B. (2017). İklim Değişikliği ve Kentler Arasındaki İlişki: İklim Verilerinin Kent Planlamasında Kullanılması. Pırı Reis International Congress On Linguistic & History & Geography-I, 17-21 July, Ankara (The Congress Book), 69-84.

Uygan, A. F. (2026). Kentsel Dönüşümün Kent Kimliğine ve Kent Güvenliğine Etkisi: İstanbul Şehri Fatih İlçesi Karagümrük Mahallesi Sulukule Örneği. İstanbul Aydın Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Mahalli İdareler ve Yerinden Yönetim Anabilim Dalı, İstanbul, 170 s. (Yüksek Lisans Tezi).