

ISSN: 2618-6241



HALIÇ ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ DERGİSİ

HALIÇ UNIVERSITY
JOURNAL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

Yıl: 1 • Sayı: 1 • Tarih: 30 Eylül 2018
Year: 1 • Volume: 1 • Date: 30 September 2018

Haliç Üniversitesi Adına Sahibi <i>Owner on behalf of Haliç University</i>	Prof. Dr. Abdurrahman EREN Haliç Üniversitesi Rektörü
Editörler <i>Editors</i>	Prof. Dr. Temel SAVAŞKAN Editör / Editor-in-Chief Doç. Dr. Emine Esra KASAPBAŞI Editör Yardımcısı / Associate Editor Uzman Merve Ayyüce KIZRAK Editör Asistanı / Assistant Editor Öğretim Görevlisi İsmail GÜNGÖR Editör Asistanı / Assistant Editor
Sorumlu Yazı İşleri Müdürü <i>Publishing Manager</i>	Mustafa KILIÇASLAN Haliç Üniversitesi
Yönetim Yeri <i>Head Office</i>	Haliç Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
Yazışma Adresi <i>Corresponding Address</i>	Haliç Üniversitesi Sütluçe Mah. İmrahor Cad. No: 82 Beyoğlu – İSTANBUL Tel: +90 212 924 24 44 E-posta: fbd@thalicedu.tr
İnternet Adresi <i>Web Address</i>	http://dergipark.gov.tr/hafebid
Yayın Türü <i>Publication Type</i>	Yerel Süreli / <i>Periodical</i> Mart ve Eylül Aylarında olmak üzere yılda iki sayı yayımlanır Published twice a year, in March and September ISSN: 2618-6241
Asitsiz kâğıda basılmaktadır <i>Printed on acid free paper</i>	Bu sayı 500 adet basılmıştır. This issue printed as 500 copies.
Baskı <i>Printing Press</i>	Avcı Etiket Matbaacılık Maltepe Mah. Davutpaşa Cad. Emintaş Davutpaşa Matbaacılar Sit. No:101/28 Cevizlibağ - Zeytinburnu/ İstanbul Tel: +90 212 674 08 62 Sertifika No: 41941
Basım Tarihi <i>Publication Date</i>	30.09.2018
Derginin Tarandığı Kaynaklar <i>Index in</i>	DergiPark AKADEMİK

Yayın Kurulu
Editorial Board

Prof. Dr. Ömer OĞUZ (Haliç Üniversitesi)
Prof. Dr. Emel BOZKAYA (Haliç Üniversitesi)
Prof. Dr. Mübariz EMİNLİ (Haliç Üniversitesi)
Prof. Dr. Burçin Cem ARABACIOĞLU (MSGSU)
Prof. Dr. Füsün SEÇER KARİPTAŞ (Haliç Üniversitesi)
Prof. Dr. M. Burcu IRMAK YAZICIOĞLU (Haliç Üniversitesi)
Doç. Dr. Yasin ALEMDAĞ (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Doç. Dr. Selçuk ÇEBİ (Yıldız Teknik Üniversitesi)
Doç. Dr. Ali GÖKŞENLİ (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Dr. Öğr. Üyesi Turan ŞİŞMAN (Haliç Üniversitesi)
Dr. Öğr. Üyesi Soner ÖZGÜNEL (Haliç Üniversitesi)
Dr. Öğr. Üyesi Ahmet ERKOÇ (Haliç Üniversitesi)
Dr. Öğr. Üyesi Sahra KIRMUSAOĞLU (Haliç Üniversitesi)

Danışma Kurulu
Advisory Board

Prof. Dr. Oya OĞUZ (Haliç Üniversitesi)
Prof. Dr. Halit PASTACI (Haliç Üniversitesi)
Prof. Dr. Önder KÜÇÜKERMEN (Haliç Üniversitesi)
Prof. Dr. Koray TUNÇALP (Haliç Üniversitesi)
Prof. Dr. Hasan SOFUOĞLU (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Hüseyin CÖMERT (Beykent Üniversitesi)
Prof. Dr. Hüseyin ÇİMENOĞLU (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Ferhat DİKMEN (Yıldız Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Rıfat YAZICI (İstanbul Ticaret Üniversitesi)
Prof. Dr. Gündüz ÖZİŞİK (Işık Üniversitesi)
Prof. Dr. Şükrü KARATAŞ (İstanbul Aydın Üniversitesi)
Doç. Dr. Murat AYDIN (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Doç. Dr. Can ÜLKER (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Dr. Öğr. Üyesi M. Cem KASAPBAŞI (İstanbul Ticaret Üniversitesi)
Dr. Öğr. Üyesi Meriç KURTULUŞ (Haliç Üniversitesi)

1. Sayı Hakem Listesi
1st Issue Reviewer List

Prof. Dr. Hasan SOFUOĞLU
Prof. Dr. Hülya Yılmaz AYDOĞAN
Prof. Dr. Emel BOZKAYA
Prof. Dr. M. Burcu IRMAK YAZICIOĞLU
Prof. Dr. Ali Osman GÜROL
Prof. Dr. Füsün Seçer KARİPTAŞ
Doç. Dr. Ali GÖKŞENLİ
Doç. Dr. Selhan Yalçın USAL
Dr. Öğr. Üyesi Salih SALBACAK
Dr. Öğr. Üyesi Şenay ÇABUK
Dr. Öğr. Üyesi Esin Sarıman ÖZEN
Dr. Öğr. Üyesi Julide EDİRNE
Dr. Öğr. Üyesi Özlem SAĞLAM
Dr. Öğr. Üyesi Gülşay BAYSAL

AMAÇ VE KAPSAM

Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Eylül 2018 tarihinden başlamak üzere yılda iki kez yayımlanır. Bu dergide temel bilimler, mühendislik ve mimarlık alanlarında araştırmaya dayalı Türkçe veya İngilizce dilinde özgün ve derleme makaleler yayımlanır. Gönderilen makaleler hakemler tarafından incelenerek değerlendirilir ve kabul edilen makaleler derginin web sayfasında on-line ve basılı olarak yayımlanır.

Yayın İzni

Bireysel kullanım dışında, Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi'nde yayınlanan makaleler, şekiller ve tablolar yazılı izin olmaksızın çoğaltılamaz, bir sistemde arşivlenemez ve reklam ya da tanıtım amaçlı materyallerde kullanılamaz. Bilimsel makalelerde, uygun şekilde kaynak gösterilerek alıntılar yapılabilir.

Açık Erişim Politikası

Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi açık erişim politikasını benimsemiş bir dergidir.

Yazıların Bilimsel ve Hukuki Sorumluluğu

Yayınlanan makalelerin bilimsel ve hukuki sorumluluğu yazarlarına aittir. Yazıların içeriğinden ve kaynakların doğruluğundan yazarlar sorumludur. Editör, Yardımcı Editörler, Yayın ve Danışma Kurulu üyeleri ve Yayımcı, dergideki hatalardan veya bilgilerin kullanımından doğacak olan sonuçlardan sorumlu tutulamaz.

AIMS AND SCOPE

Haliç University Journal of Natural and Applied Sciences is published twice a year starting from September 2018. This journal publishes original and compilation articles in Turkish or English based on research in the fields of basic sciences, engineering and architecture. The submitted articles will be reviewed and evaluated by the referees and the accepted articles will be published on-line and in print on the web page.

Permission Requests

Apart from individual use, articles, forms and tables published in Haliç University Journal of Natural and Applied Sciences cannot be reproduced without written permission and cannot be archived in a system or used for advertising or promotional materials. Scientific articles can be cited with appropriate references.

Open Access Policy

Haliç University Journal of Natural and Applied Sciences is a journal, which has adopted open access policy.

Scientific and Legal Responsibility of Articles

The scientific and legal responsibility of the published articles belongs to their authors. The writers are responsible for the content of the articles and for the correctness of the sources. Editor, Associate Editors, Aditorial and Advisory Board members and the Publisher cannot be held responsible for errors or any consequences arising from the use of information contained in this journal.

Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisinin Değerli Okurları,

Dergimizin ilk sayısını siz değerli okurlarımıza sunmaktan büyük mutluluk duyuyoruz. Dergimizin bu sayısında makine mühendisliği, mimarlık, iç mimarlık ve moleküler biyoloji ve genetik alanlarında hazırlanmış yedi makaleye yer verilmiştir.

Dergimizin yayın hayatına geçmesini sağlayan Rektörümüz Sayın Prof. Dr. Abdurrahman EREN'e çok teşekkür ederiz. Ayrıca, dergimize makale gönderen tüm yazarlarımıza, bu makaleleri değerlendirerek görüşlerini bildiren hakemlerimize ve derginin hazırlanmasında emeği geçen tüm ekip arkadaşlarımıza teşekkürü bir borç biliriz.

Dergimizin bu sayısının siz okurlarımıza yararlı olmasını diler, saygılar sunarız.

Prof. Dr. Temel SAVAŞKAN
Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Editörü

Dear Readers of the Journal of Haliç University Natural and Applied Sciences,

We are pleased to present the first issue of our journal to you. In this issue we are presenting seven articles related to the fields of mechanical engineering, architecture and molecular biology and genetics.

First of all we would like to thank to our President Prof. Dr. Abdurrahman EREN for his encouragement and support to publish this journal. We also thank to the authors of the articles, the reviewers for their valuable comments and our team for their help and efforts for preparing this journal for publication.

We hope that this issue of our journal will be beneficial to you.

With our respect,

Prof. Dr. Temel SAVAŞKAN

Editor of the Journal of Haliç Üniversity Natural and Applied Sciences

İÇİNDEKİLER / CONTENTS

Araştırma Makaleleri / Reserch Articles

Makine Mühendisliği

- Basınç ve Kayma Hızının Zn-15Al-3Cu Alaşımının Yağsız Çalışma Durumundaki Sürtünme ve Aşınma Özelliklerine Etkilerinin İncelenmesi1-26
Investigation of the Effects of Contact Pressure and Sliding Speed on the Unlubricated Friction and Wear Properties of Zn-15Al-3Cu Alloy
Ali Paşa HEKİMOĞLU, Temel SAVAŞKAN

Moleküler Biyoloji ve Genetik

- MODY3 Hastalarında *HNFI1A* Geni *rs1169288* (A>C) Mutasyonunun Etkilerinin Araştırılması.....27-43
Effects of *rs1169288* (A>C) Mutation of *HNFI1A* Gene in Patients with MODY3
Deniz KANCA DEMİRCİ, Nurdan GÜL, Yıldız TÜTÜNCÜ, Oğuz ÖZTÜRK, İlhan SATMAN, Hülya YILMAZ AYDOĞAN

Mimarlık

- Heybeliada'daki Tescilli Konut Mimarisinin Fiziksel Veri Analizine Yönelik Bir Alan Çalışması.....45-62
A Survey on Morphological Analysis of Patented Residential Architecture in Heybeliada
Büşra ÇELİK BAY, Tuğba ERDİL POLAT

Çevresel, Sosyal ve Ekonomik Bağlamda Akıllı Cephe Sistemlerinin Sürdürülebilir Kalkınmaya Etkileri63-98

The Effects of Smart Facade Systems to Sustainable Development in Terms of Environmental, Social and Economical Context

Birnur SÖNMEZ, Gözde ÇAKIR KIASIF

Cephe Düzenlemeleri Üzerinden Sokaklardaki İnsan Dolaşımının Artırılmasına Yönelik bir Yaklaşım: Yaşayan Sokaklar99-117

An Approach for Increasing Human Circulation on the Streets by Making Facade Arrangements: Living Streets

Sennur HİLMİOĞLU

Derleme Makaleler/ *Review Articles*

Moleküler Biyoloji ve Genetik

Nanoteknolojide Nano Gümüşün Antibakteriyel Özelliği 119-130

Antibacterial Properties of Nano Silver in Nanotechnology

Elest İrem CANSIZ, Sahra KIRMUSAOĞLU

Kanserde Hedefe Yönelik Monoklonal Antikor Tedavisi131-142

Targeted Monoclonal Antibody Therapy in Cancer

M. Burcu IRMAK YAZICIOĞLU, Betül CEYLANER,

Seval TURNA, Havva KAŞIKÇI

Basınç ve Kayma Hızının Zn-15Al-3Cu Alaşımının Yağsız Çalışma Durumundaki Sürtünme ve Aşınma Özelliklerine Etkilerinin İncelenmesi

Ali Paşa HEKİMOĞLU^{1*}, Temel SAVAŞKAN²

¹ Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği, Rize, Türkiye

² Haliç Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği, İstanbul, Türkiye

Geliş Tarihi: 14.06.2018

***Sorumlu Yazar e mail:** ali.hekimoglu@erdogan.edu.tr **Kabul Tarihi:** 23.07.2018

Özet

Bu çalışmada Zn-15Al-3Cu alaşımı kokil döküm yöntemiyle üretildi. Metalografik incelemeler sonucunda bu alaşımın içyapısının β dendritleri ile a, η ve ϵ (CuZn_4) fazlarından oluştuğu görüldü. Alaşımın yağsız durumdaki sürtünme ve aşınma özellikleri blok-disk esaslı bir aşınma deney düzeneğinde farklı basınç (1-5 MPa) ve kayma hızlarında ($0,5-2,5 \text{ ms}^{-1}$) 2500 m'lik kayma yolu tamamlanmaya kadar incelendi. Alaşımın sürtünme katsayısının artan basınç ile azaldığı, kayma hızından ise fazla etkilenmediği gözlemlendi. Aşınma ile meydana gelen hacim kaybı ve sıcaklık değerlerinin artan basınç ve kayma hızıyla arttığı görüldü. Ayrıca basınç ve kayma hızı arttıkça yüzeylerdeki aşınma ve/veya hasar izlerinin daha belirgin hale geldiği görüldü. Aşınma yüzeylerinin altında farklı mikroyapı ve mikrosertlik değerlerine sahip tabakaların yer aldığı gözlemlendi. Bu tabakaların oluşumu gerilme etkisi ile yüzey altında meydana gelen yapısal dönüşümlere ve aşınma parçacıklarının yüzeye sıvanmalarına dayandırılarak açıklandı. Yüzeyde yer alan sıvama tabakasının kalınlık ve mikrosertlik değerinin artan basınç ve kayma hızı ile arttığı belirlendi. Basınç ve kayma hızının alaşımın tribolojik özellikleri üzerindeki etkileri çalışma sırasında yapısal ve mekanik özelliklerde meydana gelen değişimlere göre açıklandı.

Anahtar Kelimeler: Zn-15Al-3Cu Alaşımı, Basınç ve Kayma Hızı, Mekanik Özellikler, Sürtünme ve Aşınma, Yüzey Altı Yapısal Değişimler, Aşınma Parçacıkları

Investigation of the Effects of Contact Pressure and Sliding Speed on the Unlubricated Friction and Wear Properties of Zn-15Al-3Cu Alloy

Abstract

In this study, Zn-15Al-3Cu alloy was prepared by permanent mold casting. The microstructure of the alloy was observed to be consisted of β dendrites and α , η and ϵ (CuZn_4) phases. Unlubricated friction and wear properties of the alloy were investigated at different contact pressures (1-5 MPa) and sliding speeds ($0.5\text{-}2.5\text{ ms}^{-1}$) for a sliding distance of 2500 m with a block-on-disk type wear test machine. The friction coefficient of alloy decreased with contact pressure, but was not affected significantly by the sliding speed. The wear volume and temperature of the sample increased with contact pressure and sliding speed. As the contact pressure and sliding speed increased, the wear and/or damage traces on the surface became more apparent. Layers with different microstructures and microhardness values were observed underneath the wear surfaces. The formation of these layers was explained on the basis of the stress-induced microstructural changes under the surface and smearing of the wear particles on the surface. It was observed that the thickness and microhardness values of the smeared layer on the wear surface increased with increasing contact pressure and sliding speed. The effects of contact pressure and sliding speed on the tribological properties of the alloy were discussed in terms of the changes took place in microstructural and mechanical properties of the alloy during the tests.

Keywords: Zn-15Al-3Cu Alloy, Contact Pressure and Sliding Speed, Mechanical Properties, Friction and Wear, Subsurface Microstructural Changes, Wear Particle

1. Giriş

Çinko esaslı alaşımlar üretimlerinin kolay ve ekonomik olmasının yanı sıra yüksek aşınma direncine sahip olmaları, iyi yüzey kalitesi elde etmeye elverişli olmaları, sürtünme koşullarında sert parçacıkları içine alabilmeleri, yetersiz yağlama durumunda bile ideal tribolojik davranış sergilemeleri ve yüksek titreşim sönümlene kapasitesine sahip olmaları gibi nedenlerden dolayı pek çok endüstriyel uygulamada kullanılmaktadır [1-4]. Bu uygulamaların başında kaymalı yatak ve makine parçası imalatı gelmektedir [1-4]. Bunlara otomobil parçası, ara bağlantı elemanı, spor aleti, dekoratif parça ve oyuncak yapımı da eklenebilir.

Çinko esaslı alaşımların yapı ve özellikleri içerdikleri alaşım elementlerinin türü ve oranına göre değişmektedir. Örneğin ikili Zn-Al alaşımlarında alüminyum oranı arttıkça yoğunluk azalmakta; sertlik ve akma ve çekme dayanımları artmakta; süneklik değerleri ise belirli bir alüminyum oranına kadar artıp daha sonra azalmaktadır [5]. Bakır katkısının ikili Zn-Al alaşımının mekanik ve tribolojik özelliklerini iyileştirmenin yanı sıra korozyon direncini de önemli ölçüde artırdığı görülmüştür [6-9]. Ancak belirli bir oranın üzerindeki bakır katkılarının söz konusu alaşımın hem boyutsal kararlılığını hem de mekanik ve tribolojik özelliklerini olumsuz etkilemektedir [6-10]. Bakır katkısının ikili Zn-Al alaşımının sözü edilen özellikleri üzerindeki etkileri katı çözelti sertleştirmesinin yanı sıra metallerarası ϵ (CuZn_4) ve T' ($\text{Al}_5\text{Zn}_4\text{Cu}$) fazlarının oluşmasına dayandırılarak açıklanmaktadır [6, 10]. Yapılan çalışmalar Zn-Al-Cu alaşımlarının beyaz metal ve bronz gibi geleneksel yatak malzemelerinden daha üstün mekanik ve tribolojik özelliklere sahip olduklarını göstermiştir [11,12]. Bu alaşımların üstün tribolojik özellikler sergilemesi yapısal ve mekanik özelliklerine dayandırılarak açıklanmaktadır [9, 12-17]. Şöyle ki bu alaşımların içyapıları yumuşak α , η ve/veya β fazlarını içeren nispeten yumuşak bir matris ile sert ϵ (CuZn_4) ve/veya T' ($\text{Al}_5\text{Zn}_4\text{Cu}$) fazlarından oluşmaktadır [6, 10, 12-17]. Bu alaşımların içyapısında bulunan sert fazlar yük taşıma görevi yaparken nispeten yumuşak fazlar kaymayı kolaylaştırmaktadır [12-17].

Piyasada ALZEN 305, ALZEN 501, ZA 8, ZA 12 ve ZA 27 gibi Zn-Al esaslı pek çok ticari alaşım kullanılmaktadır [1]. Son zamanlarda en uygun kimyasal bileşimi belirlemek amacıyla Zn-Al esaslı alaşımlar üzerinde yapılan çalışmalar sonucunda üçlü Zn-15Al-3Cu alaşımı geliştirilmiştir [6,9]. Bu alaşımın yapısal ve mekanik özelliklerinin yanı sıra yağlı çalışma şartlarındaki tribolojik özellikleri detaylı olarak ortaya konulmuştur [18]. Ancak literatürde bu alaşımının yağsız çalışma durumundaki tribolojik özellikleri hakkında herhangi bir bilgi yer almamaktadır. Gerçek uygulama sırasında yağ kesilmesine yol açan nedenlerden dolayı iş makinalarında bazen yağsız

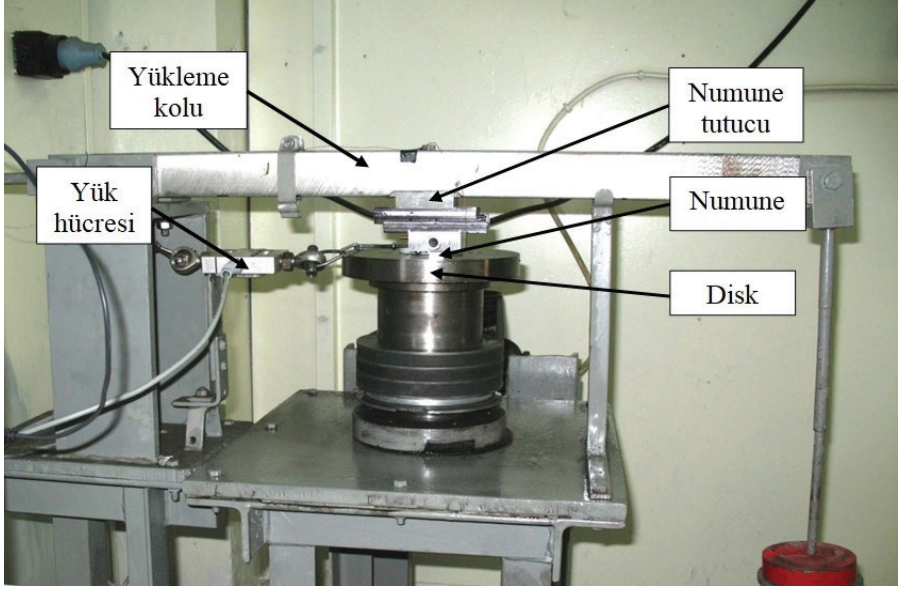
çalışma durumu ortaya çıkabilir. Bu durumda yatak malzemesinin sürtünme ve aşınma özellikleri ön plana çıkar. Bu nedenle bu çalışmada basınç ve kayma hızının Zn-15Al-3Cu alaşımının yağsız çalışma durumundaki sürtünme ve aşınma özelliklerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Metot

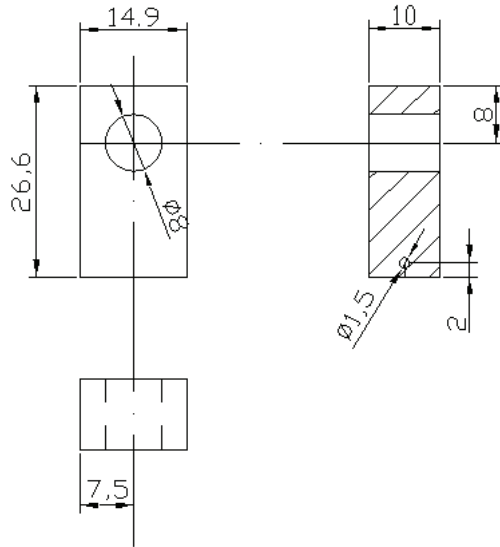
Bu çalışmada Zn-15Al-3Cu alaşımı kokil döküm yöntemiyle üretildi. Alaşımın üretiminde ticari saflıkta alüminyum (%99,70), yüksek saflıkta çinko (%99,9) ve alüminyum-bakır (Al-50Cu) alaşımı kullanıldı. Alaşımın üretilmesi için belirlenen miktarlardaki alaşım elementleri bir elektrikli pota fırını içerisinde ergitilerek karıştırıldı. Sıvı durumdaki alaşım yaklaşık olarak 510°C'lik sıcaklıktan, oda sıcaklığında tutulan 45 x 60 x 190 mm boyutlarındaki bir çelik kalıba (kokil) dökülerek katılaştırıldı. Üretilen alaşımın kimyasal bileşimi atomik absorpsiyon yöntemiyle belirlendi. Alaşımın iç yapısının incelenmesi için alınan numuneler standart metalografi yöntemleriyle hazırlandı ve %3 oranında nitrik asit (HNO₃) ve etanol içeren Nital ayırıcı ile dağlandı. Hazırlanan numuneler önce ışık mikroskopunda daha sonra da taramalı elektron mikroskopunda (SEM) incelendi ve iç yapılarını gösteren fotoğraflar (mikrograf) elde edildi. Ayrıca, bu alaşımın iç yapısında bulunan fazlar enerji dispersif spektroskopisi (EDS) yöntemiyle belirlendi. Alaşımın yoğunluğunun belirlenmesi için önce taşlı işlemle silindirik numuneler hazırlandı ve daha sonra bunların kütle ve boyutları ölçüldü. Numunelerin kütlelerinin ölçülmesinde ±0,01 mg hassasiyetine sahip bir dijital terazi, boyutlarının ölçülmesinde ise ±0,001 mm hassasiyetine sahip bir dijital mikrometre kullanıldı. Ölçülen kütle değerlerinin hesaplanan hacim değerlerine bölünmesiyle alaşımın yoğunlukları belirlendi.

Sürtünme ve aşınma deneyleri, fotoğrafı Şekil 1'de verilen blok-disk esaslı bir deney düzeneği yardımıyla oda sıcaklığında ve %55-65 nem oranına sahip bir ortamda gerçekleştirildi. Söz konusu düzenek

bir elektrik motoru, bu motor tarafından tahrik edilen bir mil ve buna bağlı bir aşındırma diski, bir numune tutucusu, bir yükleme kolu, bir hız kontrol ünitesi, yağlama sistemi ve sürtünme kuvveti ölçüm devresinden oluşmaktadır. Aşındırma diski SAE 1045 (Fe-0.46%C-0,6%Mn, 0.035%P-0.03%S) çeliğinden imal edildi ve ısıl işleme 55 RSD-C değerine kadar sertleştirildi. Sertleştirme işleminden sonra söz konusu diskin aşındırıcı yüzeyi taşlanarak ortalama 0,07-0,13 µm değerinde bir yüzey pürüzlülüğü elde edildi. Deney düzeneğinde yükleme işlemi, numune tutucusu ile irtibatlandırılmış olan bir yükleme kolunun ucuna ağırlık asmak suretiyle gerçekleştirildi. Sürtünme kuvveti numune tutucusu ile düzenekteki sabit bir mesnet arasına yerleştirilen 50 kg kapasiteli S-50 tipi bir yük hücresi yardımıyla ölçüldü. Sürtünme ve aşınma deneyleri talaşlı imalat yöntemiyle hazırlanan ve teknik resmi Şekil 2’de verilen numuneler ile gerçekleştirildi. Deney sırasında numunelerin sıcaklığı (çalışma sıcaklığı) aşındırıcı diske temas eden yüzeylerinden 2 mm yukarıya açılan bir deliğe yerleştirilen bir bakır-nikel termoeleman çifti yardımıyla ölçüldü ve deney süresince bilgisayar ortamında kaydedildi. Sürtünme ve aşınma numuneleri hem deneylere başlamadan önce hem de deneyler tamamlandıktan sonra ultrasonik bir temizleyicide sırasıyla trikloretilen (C₂HCl₃) ve alkol-aseton karışımı kullanılarak temizlendi. Temizlenen numunelerin kütleleri 0,01 mg’lık hassasiyete sahip bir terazi ile ölçüldü. Ölçülen kütle kaybı değerleri alaşımın yoğunluğuna bölünerek numunelerde aşınma nedeniyle meydana gelen hacim kayıpları belirlendi. Alaşımın sürtünme ve aşınma deneyleri beş farklı basınç (1, 2, 3, 4 ve 5 MPa) ve beş farklı kayma hızında (0,5, 1,0, 1,5, 2,0 ve 2,5 m/s) 2500 m’lik kayma yolu mesafesinde gerçekleştirildi. Deneye tabi tutulan numunelerin aşınma yüzeyleri ve yüzey altı yapıları SEM’de ikincil elektron görüntülemesi yöntemiyle incelendi. Söz konusu numunelerin mikrosertlik profilleri Vickers yöntemiyle 10 g’lık yük altında yapılan ölçümler sonucunda belirlendi. Deneylerden sonra disk yüzeyinden yapışkan bir karbon bant yardımıyla alınan aşınma parçacıkları SEM’de incelenerek görüntülendi.



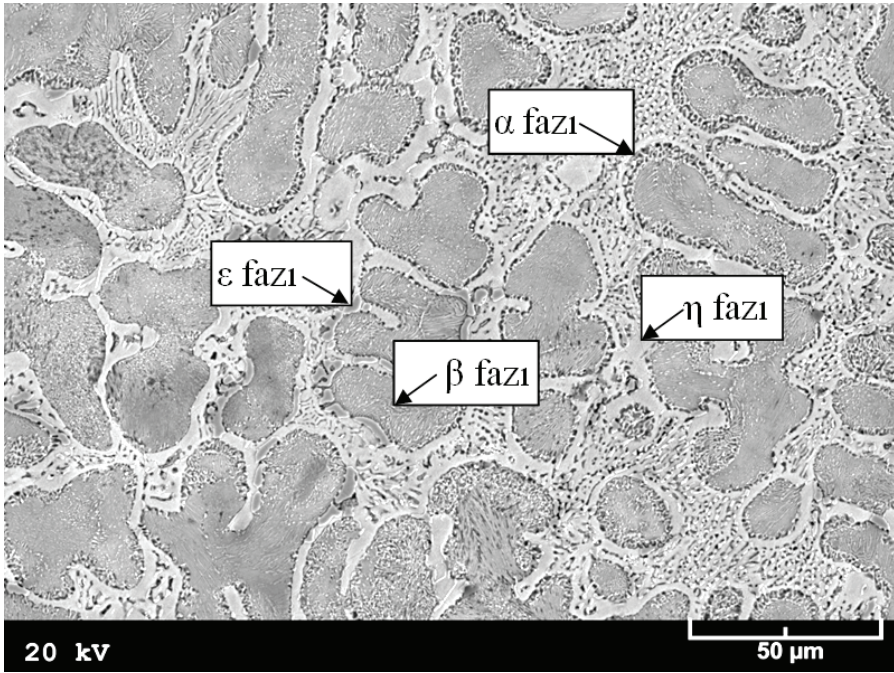
Şekil 1. Aşınma deney düzeneğinin yakından görünümü



Şekil 2. Sürtünme ve aşınma deney numunesinin teknik resmi

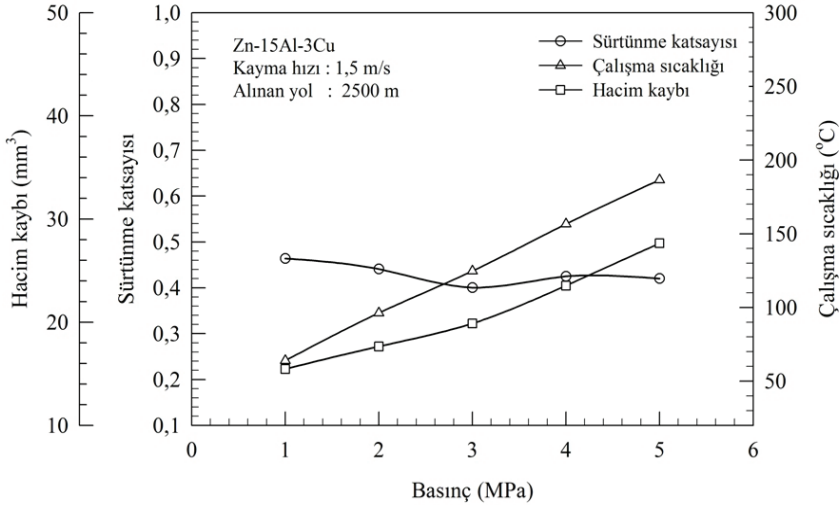
3. Bulgular

Yapılan kimyasal analizler sonucunda, üretilen Zn-15Al-3Cu alaşımının çinko, alüminyum ve bakır oranlarının sırasıyla %81,3, %14,9 ve %2,9 olduğu belirlendi. Alaşımın içyapısının β dendritleri ile bunları çevreleyen $\beta + \eta$ ötektik karışım ve ϵ (CuZn_4) fazından oluştuğu gözlemlendi, Şekil 3.

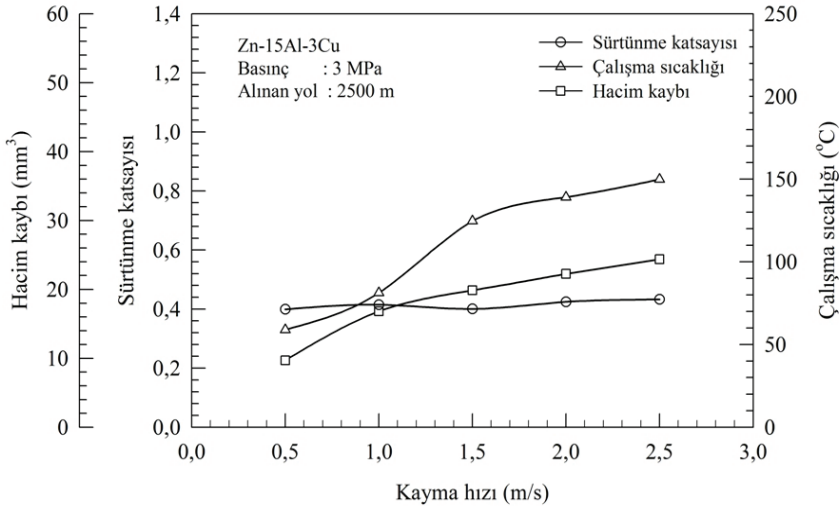


Şekil 3. Zn-15Al-3Cu alaşımının içyapısının SEM görüntüsü

Alaşımının aşınma numunelerinden elde edilen sürtünme katsayısı, çalışma sıcaklığı ve hacim kaybı değerlerinin basınç ve kayma hızına göre değişimlerini gösteren eğriler sırasıyla Şekil 4 ve 5'te verilmiştir. Bu eğriler söz konusu alaşımın sürtünme katsayısının artan basınç ile azaldığını ancak kayma hızından fazla etkilenmediğini, hacim kaybı ve sıcaklık değerlerinin ise hem artan basınç hem de artan kayma hızı ile arttığını göstermektedir.

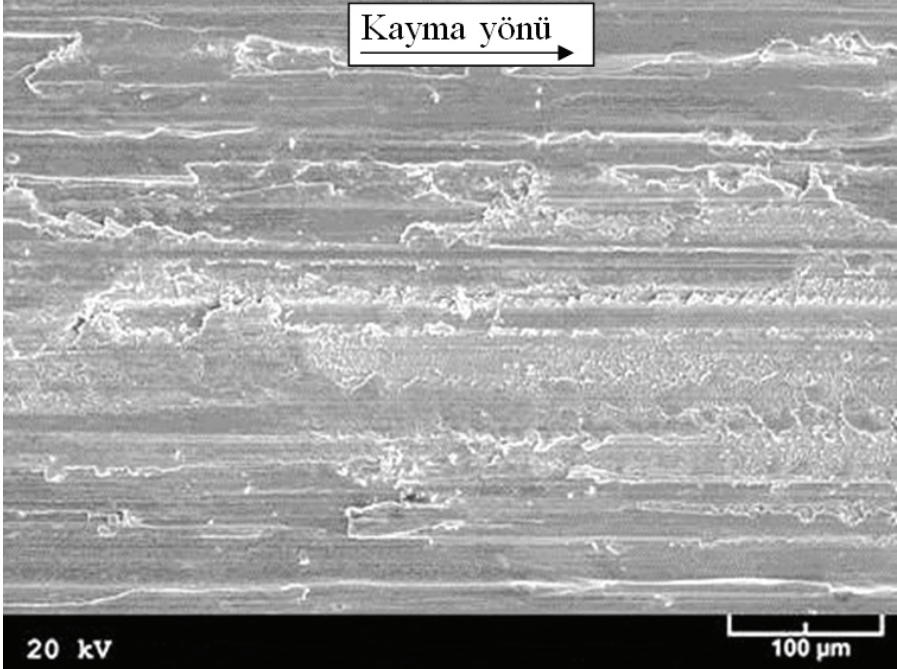


Şekil 4. Zn-15Al-3Cu alaşımının sürtünme katsayısı, sıcaklık ve hacim kaybı değerlerinin basınca göre değişimlerini gösteren eğriler

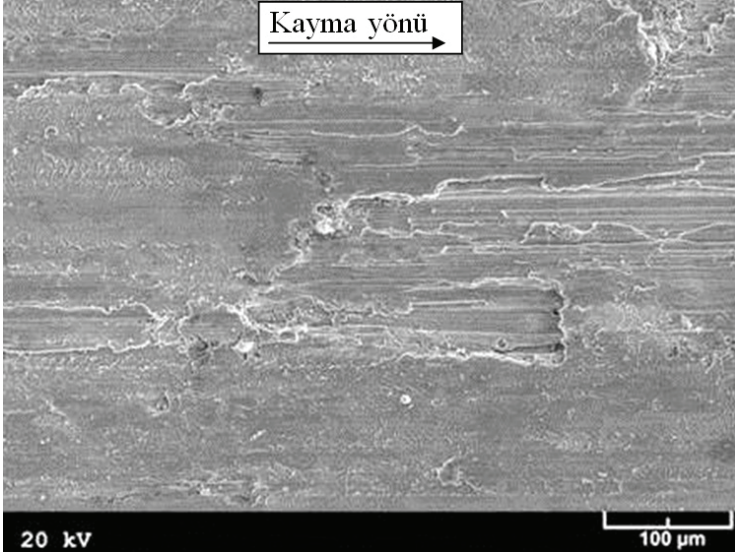


Şekil 5. Zn-15Al-3Cu alaşımının sürtünme katsayısı, sıcaklık ve hacim kaybı değerlerinin kayma hızına göre değişimlerini gösteren eğriler

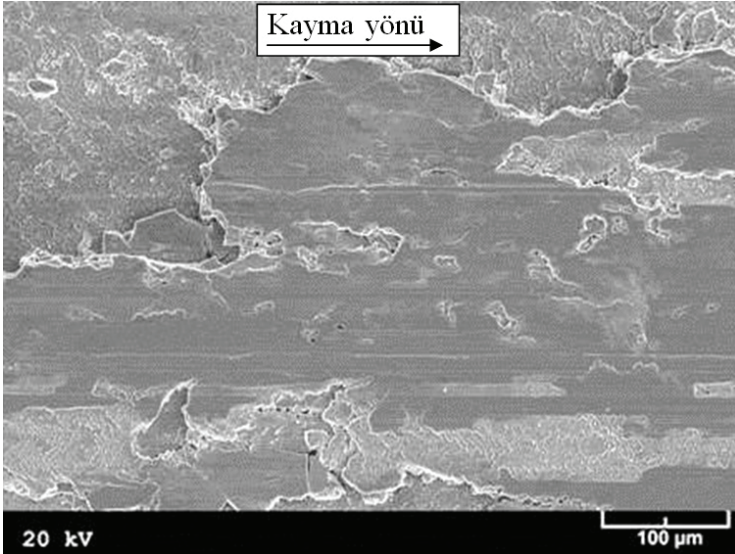
Farklı basınç ve kayma hızlarında aşınma deneyine tabi tutulan numunelerin yüzeylerinden elde edilen SEM görüntüleri sırasıyla Şekil 6-10'da verilmiştir. Bu görüntüler basınç ve kayma hızı arttıkça alaşıma ait numunelerin yüzeylerinde meydana gelen aşınma izlerinin daha belirgin hale geldiğini göstermektedir.



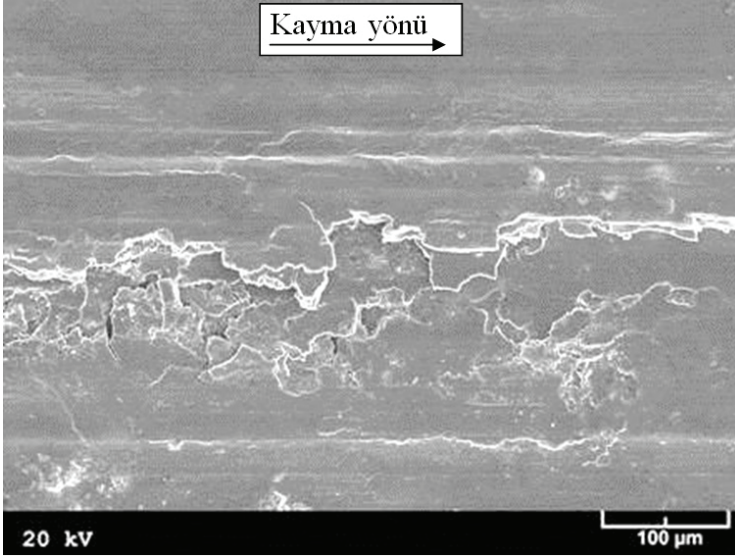
Şekil 6. 1 MPa'lık basınç ve 1,5 m/s'lik kayma hızında 2500 m'lik kayma yolu tamamlanıncaya kadar aşınma deneyine tabi tutulan alaşım numunesinin yüzeyinden elde edilen SEM görüntüsü



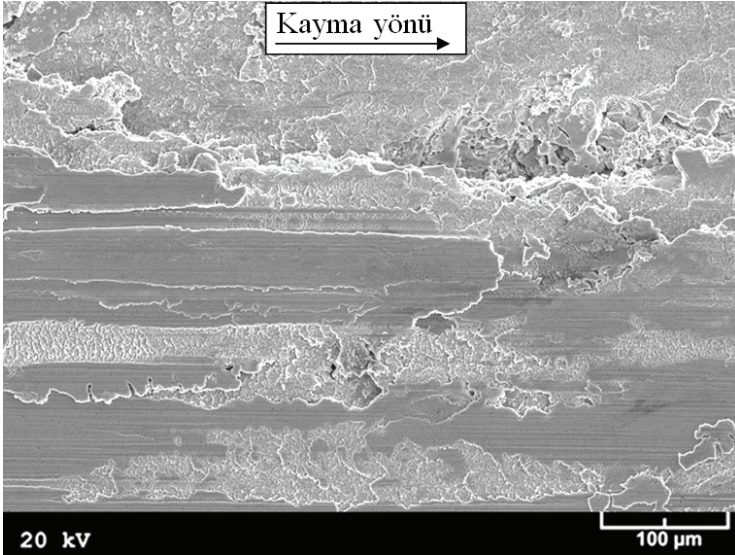
Şekil 7. 3 MPa'lık basınç ve 1,5 m/s'lik kayma hızında aşınma deneyine tabi tutulan alaşım numunesinin yüzeyinden elde edilen SEM görüntüsü



Şekil 8. 5 MPa'lık basınç ve 1,5 m/s'lik kayma hızında aşınma deneyine tabi tutulan alaşım numunesinin yüzeyinden elde edilen SEM görüntüsü

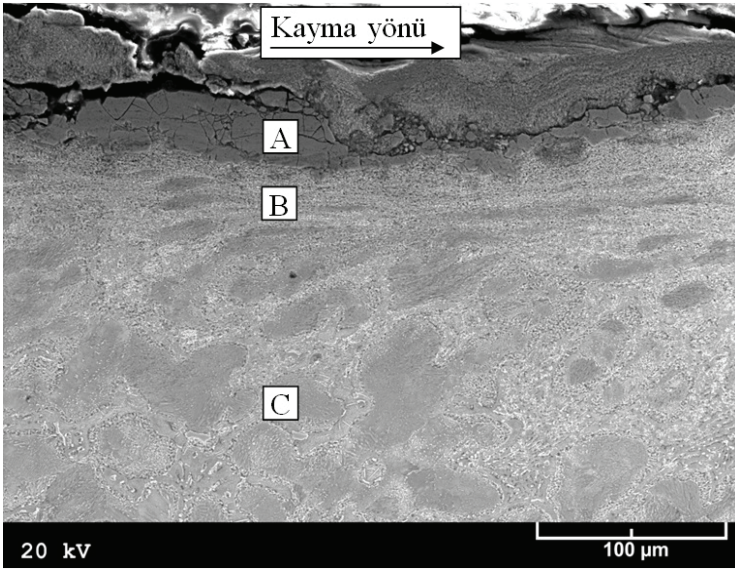


Şekil 9. 0,5 m/s'lik kayma hızı ve 3 MPa'lık basınç altında aşınma deneyine tabi tutulan alaşım numunesinin yüzeyinden elde edilen SEM görüntüsü

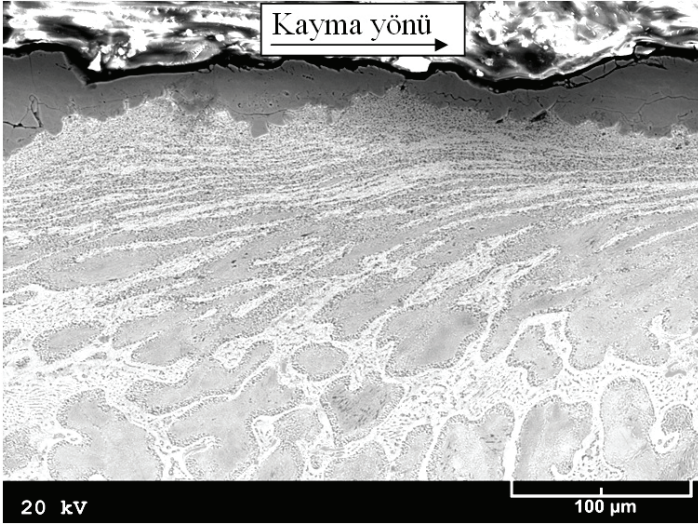


Şekil 10. 2,5 m/s'lik kayma hızı ve 3 MPa'lık basınç altında aşınma deneyine tabi tutulan alaşım numunesinin yüzeyinden elde edilen SEM görüntüsü

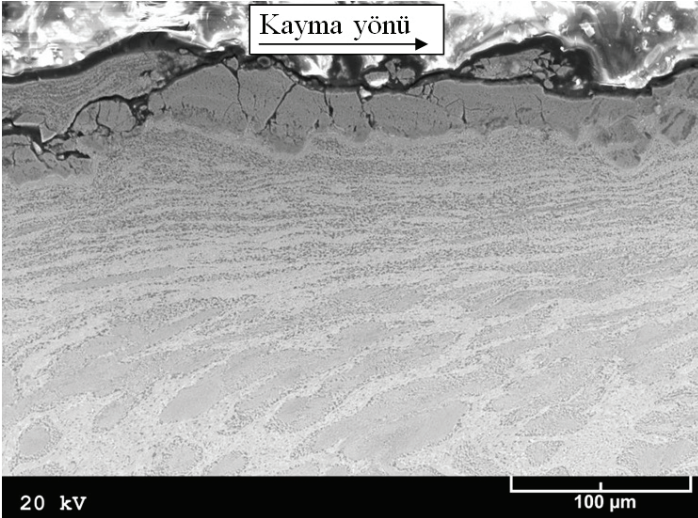
Üç farklı basınç (1, 3 ve 5 MPa) ve iki farklı kayma hızında (0,5 ve 2,5 m/s) 2500 m'lik yol alınincaya kadar aşınma deneyine tabi tutulan deney numunelerinin kayma doğrultusuna paralel kesitlerinin SEM görüntüleri Şekil 11-15'te verilmiştir. Bu görüntüler alaşımın söz konusu kesitleri üzerinde yukarıdan aşağıya doğru sıvama tabakası (A), yönlenme izleri sergileyen bir tabaka (B) ile yapısal değişime uğramamış bir bölgenin (C) yer aldığını göstermektedir. Numunelerin kayma doğrultusuna paralel kesitleri üzerinde yapılan SEM incelemelerinden elde edilen fotoğraflarda ayrıca yüzey altında yer alan ince taneli tabakanın derinliğinin artan basınç ve kayma hızı ile arttığı görülmektedir, Şekil 11-15.



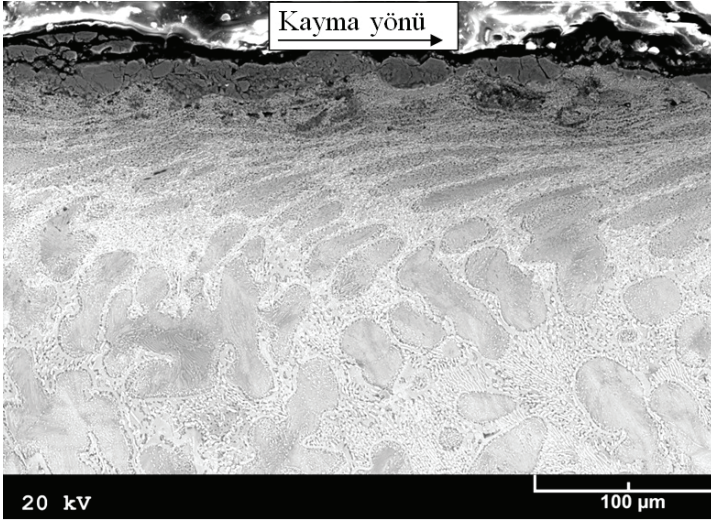
Şekil 11. 1 MPa'lık basınç ve 1,5 m/s'lik kayma hızında aşınma deneyine tabi tutulan alaşım numunesinin kayma doğrultusuna paralel kesitinin SEM görüntüsü



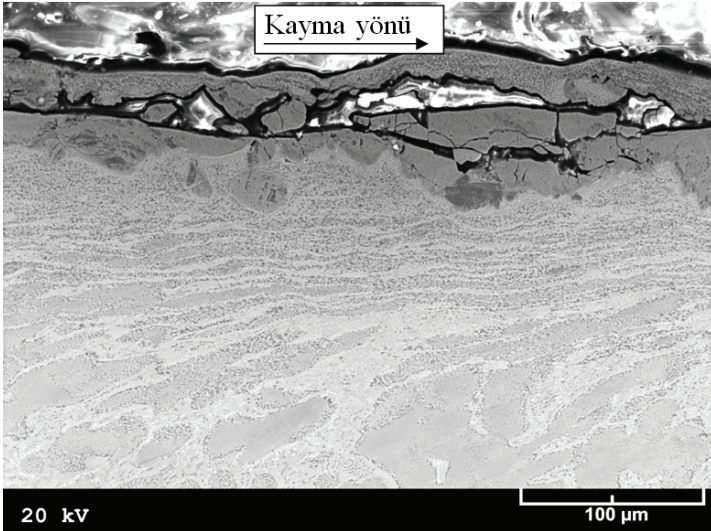
Şekil 12. 3 MPa'lık basınç ve 1,5 m/s'lik kayma hızında aşınma deneyine tabi tutulan alaşım numunesinin kayma doğrultusuna paralel kesitinin SEM görüntüsü



Şekil 13. 5 MPa'lık basınç ve 1,5 m/s'lik kayma hızında aşınma deneyine tabi tutulan alaşım numunesinin kayma doğrultusuna paralel kesitinin SEM görüntüsü

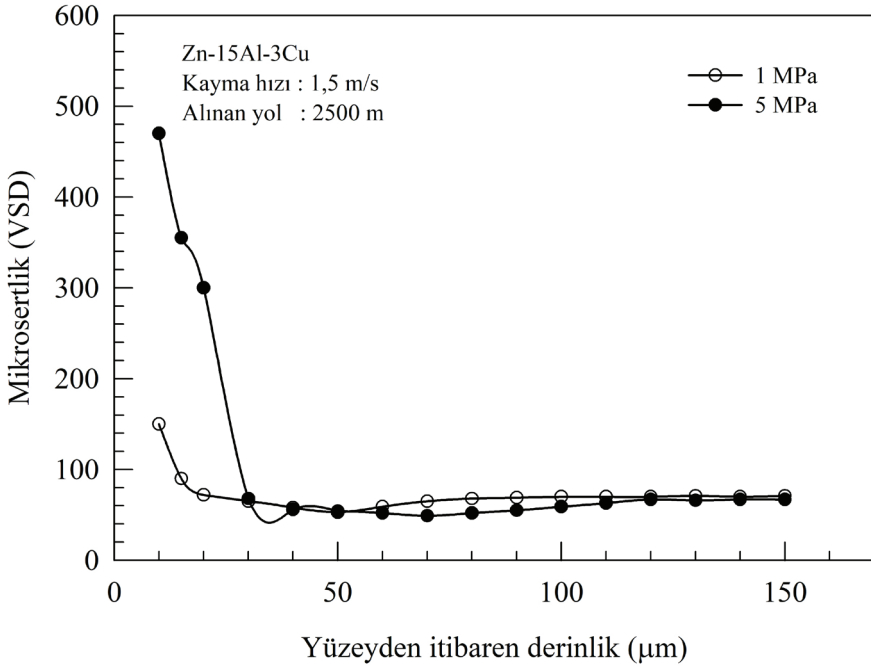


Şekil 14. 0,5 m/s'lik kayma hızı ve 3 MPa'lık basınç altında aşınma deneyine tabi tutulan alaşım numunesinin kayma doğrultusuna paralel kesitinin SEM görüntüsü

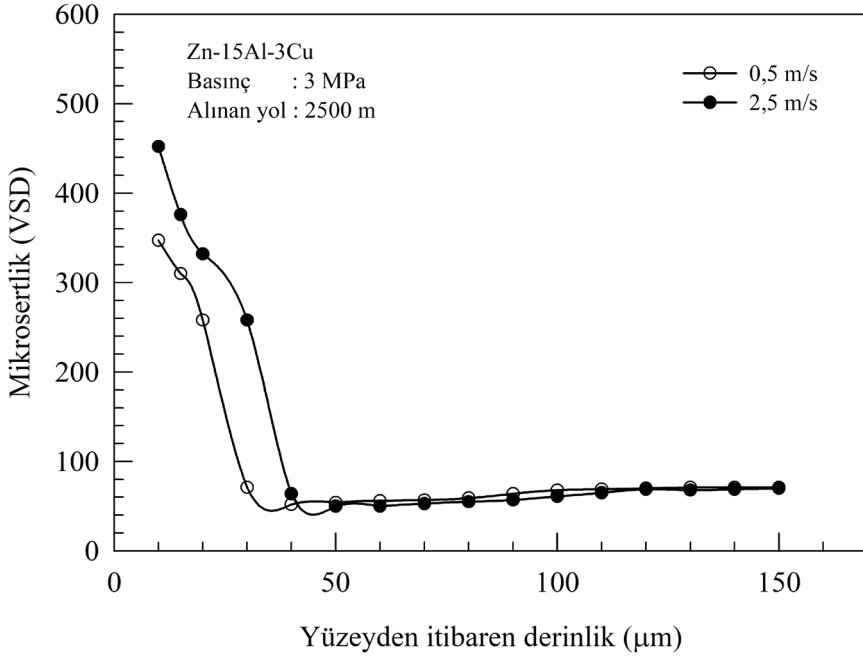


Şekil 15. 2,5 m/s'lik kayma hızı ve 3 MPa'lık basınç altında aşınma deneyine tabi tutulan alaşım numunesinin kayma doğrultusuna paralel kesitinin SEM görüntüsü

Deney numunelerinin kayma doğrultusuna paralel kesitleri üzerinde ölçülen mikrosertlik değerlerinin derinliğe göre değişimlerini gösteren eğriler (sertlik profili) Şekil 16-17’de verilmiştir. Bu eğriler alaşıma ait aşınma numunelerinin mikrosertlik değerlerinin artan derinlikle azalıp minimum değerlerden geçtikten sonra az da olsa artarak sabit değerlere ulaştıklarını göstermektedir. Bu eğriler ayrıca basınç ve kayma hızı arttıkça yüzey tabakasının sertliğinin arttığını, ancak sertlik artışında basıncın hıza göre çok daha etkili olduğunu göstermektedir.

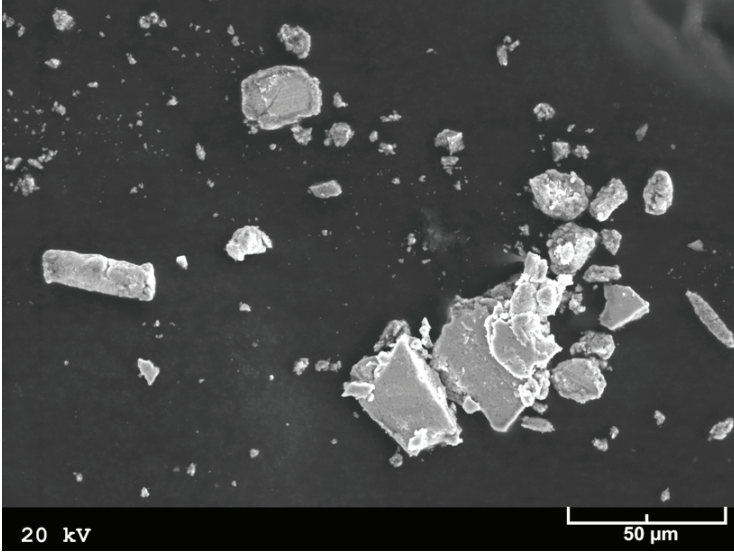


Şekil 16. İki farklı basınçta (1MPa ve 5MPa) deneye tabi tutulan alaşım numunelerinin kayma doğrultusuna paralel kesitlerinden elde edilen mikrosertlik değerlerinin derinliğe göre değişimini gösteren eğriler

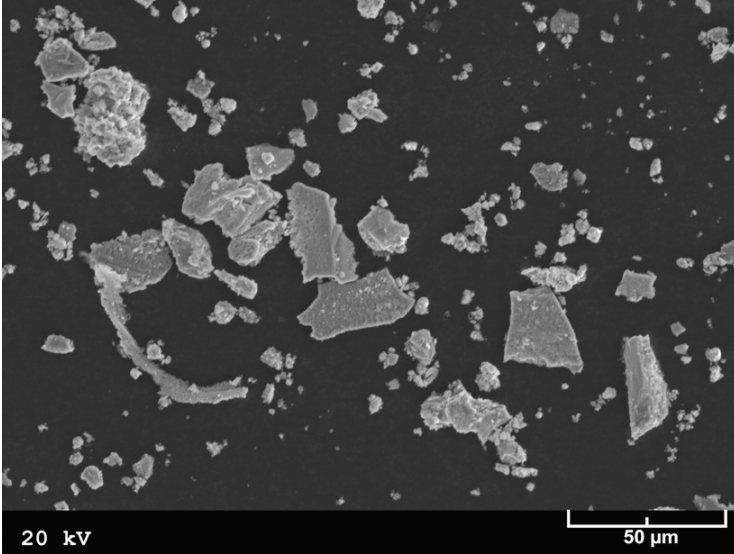


Şekil 17. İki farklı kayma hızında (0,5 m/s ve 2,5 m/s) deneye tabi tutulan alaşım numunelerinin kayma doğrultusuna paralel kesitlerinden elde edilen mikrosertlik değerlerinin derinliğe göre değişimini gösteren eğriler

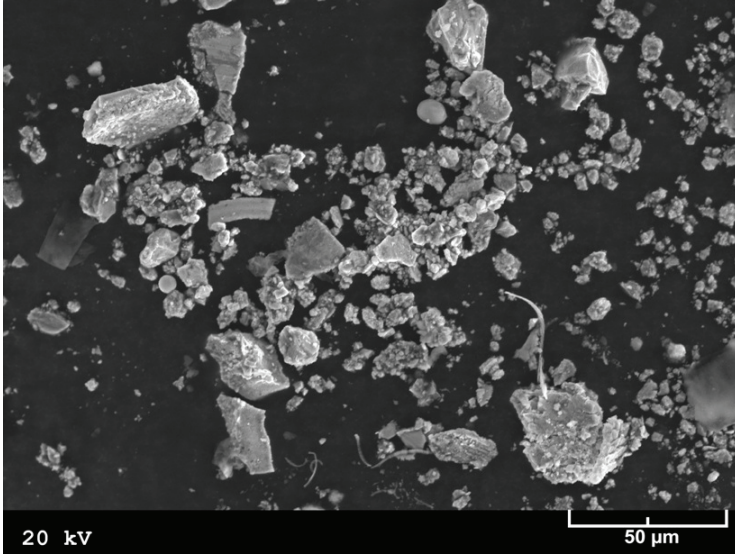
Aşınma deneyleri sonucunda elde edilen aşınma parçacıklarının SEM görüntüleri Şekil 18-22’de verilmiştir. Bu görüntüler, basınç arttıkça aşınma parçacıklarının miktar ve büyüklüklerinin az da olsa arttığını göstermektedir. Kayma hızının artması durumunda ise aşınma parçacıklarının sayısının azalıp büyüklüklerinin arttığı gözlemlendi, Şekil 21 ve 22.



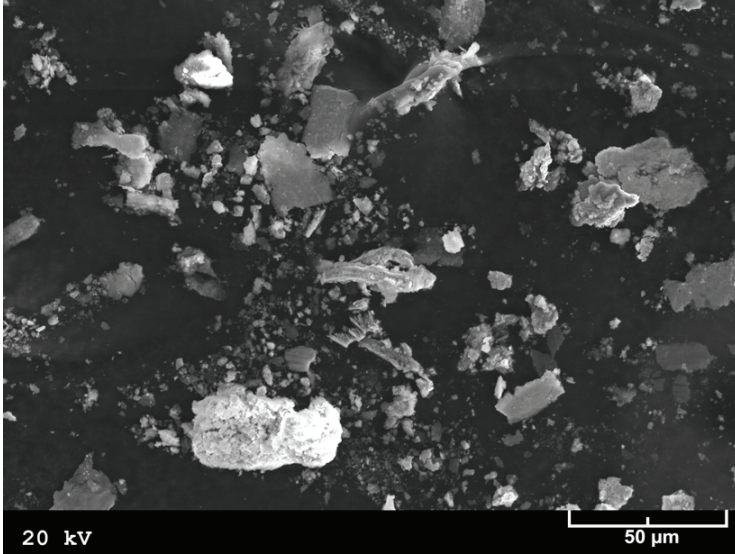
Şekil 18. 1MPa'lık basınç ve 1,5 m/s'lik kayma hızında deneye tabi tutulan numuneye ait aşınma parçacıklarının SEM görüntüsü



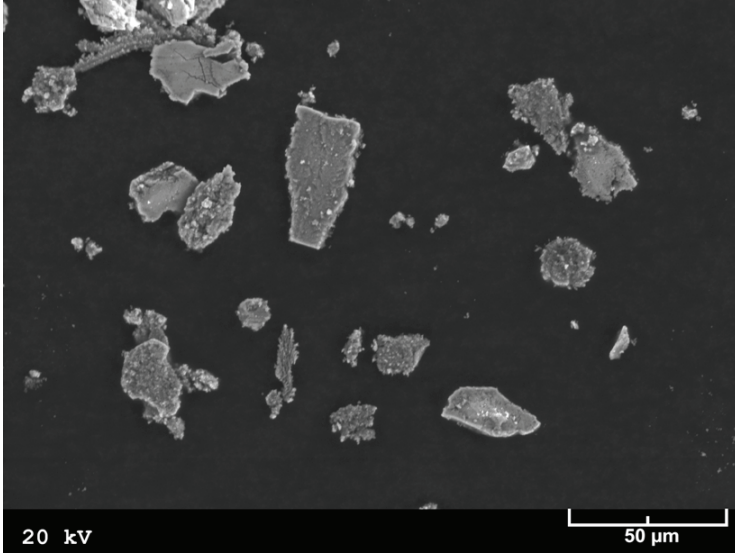
Şekil 19. 3 MPa'lık basınç ve 1,5 m/s'lik kayma hızında deneye tabi tutulan numuneye ait aşınma parçacıklarının SEM görüntüsü



Şekil 20. 5 MPa'lık basınç ve 1,5 m/s'lik kayma hızında deneye tabi tutulan numuneye ait aşınma parçacıklarının SEM görüntüsü



Şekil 21. 0,5 m/s'lik kayma hızı ve 3 MPa'lık basınç altında deneye tabi tutulan numuneye ait aşınma parçacıklarının SEM görüntüsü



Şekil 22. 2,5 m/s'lik kayma hızı ve 3 MPa'lık basınç altında deneye tabi tutulan numuneye ait aşınma parçacıklarının SEM görüntüsü

4. Tartışma

Zn-15Al-3Cu alaşımının içyapısının β dendritleri ile bunları çevreleyen $\beta + \eta$ ötektik karışımı ve ϵ (CuZn_4) fazından oluştuğu görüldü, Şekil 3. Söz konusu alaşımın içyapısındaki fazların oluşumu katılaşıma ve soğuma sırasında meydana gelen faz dönüşümlerine dayandırılarak açıklanmaktadır [9].

Basınç arttıkça Zn-15Al-3Cu alaşımının sürtünme katsayısının azaldığı, hacim kaybı ve sıcaklık değerlerinin ise arttığı görüldü, Şekil 4. Ayrıca, sürtünme katsayısının kayma hızından fazla etkilenmediği, sıcaklık ve hacim kaybı değerlerinin ise artan kayma hızı ile arttığı gözlemlendi, Şekil 5. Sürtünme katsayısının artan basınç ile azalması aşınma numunelerinin temas yüzeylerinde oluşan oksit tabakalarına dayandırılarak açıklanabilir. Basınç arttıkça çinko esaslı alaşımların yüzeylerinde oksit tabakalarının oluşum hızının arttığı bilinmektedir

[19, 20]. Bu durum yüzeyde oluşan oksit filmi miktar veya alanının artan basınçla artması anlamına gelmektedir. Sürtünme katsayılarının artan basınçla azalması numunelerin yüzeylerinde oluşan çinko oksit tabakasının kaymayı kolaylaştırmasından kaynaklanmış olabilir [17, 19-22]. Söz konusu alaşımın sürtünme katsayısı değerlerinin kayma hızından pek fazla etkilenmemesi ise numunelerin yüzeylerinde oluşan oksit filminin kaymayı kolaylaştırması nedeniyle sürtünme kuvvetinin fazla değişmemesine bağlanabilir. Alaşımın çalışma sıcaklığının artan basınç ve hız ile artması ise çalışma sırasında açığa çıkan sürtünme ısısının numunelerde sürekli birikmesinden kaynaklanmış olabilir.

Söz konusu alaşımın sürtünme katsayısının artan basınç ile sürekli azalırken, hacim kaybı değerlerinin sürekli olarak artması sürtünme ve aşınma nedeniyle yüzeyde meydana gelen yapısal değişimlere dayandırılarak açıklanabilir. Yağsız durumdaki çalışma sırasında çinko esaslı alaşımlara ait numunelerin yüzeylerinde sert ve gevrek bir tabaka oluştuğu ve bu tabakanın sertlik ve kalınlığının artan basınç ile arttığı gözlemlendi, Şekil 16 ve 17. Bu tabakanın sertliğinin artan basınç ile artması sürtünme katsayısının azalmasına, gevrek olması ise kırılma nedeniyle yüzeyden kopan parçaların artmasına ve dolayısıyla hacim kaybının artmasına yol açmaktadır [19]. Diğer taraftan bu gözlem, yağsız durumda temas eden hareketli yüzeylerde aşınma ile meydana gelen hacim kaybının yüzeylere etkileyen normal yük veya basınç ile doğru orantılı olduğunu ifade eden adhesiv aşınma kanunu ile uyum içerisinde [23]. Zn-15Al-3Cu alaşımında aşınma ile meydana gelen hacim kaybının artan kayma hızı ile artması ise, yüzeylerden ayrılan aşınma parçacıklarına etkileyen merkezkaç kuvvetine dayandırılarak açıklanabilir. Kayma hızı diskin dönme hızının artmasıyla artar. Dönme hızı arttıkça numuneden koparak disk yüzeyine geçen aşınma parçacıklarına etki eden merkezkaç kuvveti de artar. Merkezkaç kuvvetinin artması bu parçacıkların daha fazla savrulmasına yol açar. Böylece aşınma parçacıkların numune yüzeyine sıvanmaları

zorlaşır veya büyük ölçüde engellenir. Bu durum hacim kaybının sürekli artmasına neden olabilir.

Aşınma numunelerinin yüzeylerinde sıvama tabakası ile aşırı aşınma belirtisi olarak ifade edilen derin çiziklere rastlandı, Şekil 6-10. Yüzeylerdeki sıvama tabakası, çalışma sırasında numuneden disk yüzeyine geçen aşınma parçacıklarının önemli bir bölümünün tekrar numune yüzeyine geri transfer olup basınç ve sıcaklığın etkisiyle yüzeye yapışması sonucunda oluşmaktadır [24, 25]. Numune yüzeyinde sıvama tabakasının oluşumu adhesiv aşınmanın bir göstergesi olarak kabul edilmektedir [24, 25]. Bu nedenle bu aşınmalardaki baskın aşınma mekanizmasının adezyon olduğu söylenebilir. Yüzeyde gözlenen derin çizikler ise çalışma sırasında sistemde oluşan ve yüzeyler arasında hareket eden sert aşınma parçacıklarının yüzeyleri kazınması sonucunda oluşmaktadır [24, 25]. Bu durum söz konusu aşınmaların aşınmasında adezyonun yanı sıra abrazyonun da önemli bir rol oynadığını göstermektedir. Uygulanan basınç ve kayma hızının artmasıyla sıvama tabakasının derinliğinin arttığı ve aşınma izlerinin daha belirgin hale geldiği gözlemlendi, Şekil 6-10. Sıvama tabakası derinliğinin artan basınç ve kayma hızı ile artması, aşınan malzeme hacminin artan basınç ve hız ile artmasından kaynaklandığı söylenebilir. Aşınan malzemenin hacmi arttıkça yüzeye sıvanan malzeme miktarı da artmakta ve bunun sonucunda sıvama tabakasının kalınlığında artış meydana gelmektedir. Aşınma belirtilerinin daha belirgin hale gelmesi ise, yüzeyde oluşan sert ve gevrek sıvama tabakasında çatlama, kırılma ve kopma şeklinde meydana gelen aşınmanın artan basınç ve hızla artmasından kaynaklanmış olabilir.

Aşınma numunelerinin kayma doğrultusuna paralel kesitleri üzerinde yapılan incelemelerde, numunelerin yüzeylerinin altında farklı yapısal görünlümlere sahip tabakaların yer aldığı görüldü, Şekil 11-15. Yüzeyde oluşan sıvama tabakası A, bunun altında yer alan tabaka B ve değişime uğramayan bölge ise C harfleriyle gösterilmiştir, Şekil 11 ve 12. Yapılan metalografik incelemeler sonucunda A tabakasının pürüzsüz veya çok ince taneli, B tabakasının ise

yönlenme çizgileri veya izleri içeren bir görünüme sahip oldukları ve basınç veya kayma hızının artması durumunda bu tabakalar arasında ince taneli bir yapının oluştuğu gözlemlendi, Şekil 11-15. Bu kesitlerin mikrosertlik profiline (Şekil 16-17) bakıldığında sıvanma tabakasının (tabaka A) orijinal alaşımdan daha sert, B tabakasının ise daha yumuşak oldukları görülmektedir. Gözlenen bu yapısal değişimler sürtünme, plastik deformasyon, sıvanma, oksitlenme ve yeniden kristalleşme etkilerine dayandırılarak açıklanabilir. Şöyle ki çalışma sırasında sürtünme nedeniyle yüzeyden kopan aşınma parçacıklarının basınç ve sıcaklığın etkisi ile yüzeye sıvanmaları sonucunda çok ince taneli bir tabaka (A) oluşur. Bu tabakanın orijinal alaşımdan çok daha yüksek sertliğe sahip olması bu tabakayı oluşturan aşınma parçacıklarının gerek yüzeye sıvanmadan, gerekse sıvanıldıktan sonra oksitlenmelerinin yanı sıra aşırı basınç etkisi ile deformasyon sertleşmesine maruz kalmalarından kaynaklanmaktadır [24, 26]. A ve B tabakaları arasında artan basınç veya kayma hızıyla oluşan ince taneli tabaka ise β dendritlerinin basınç ve sıcaklığın etkisiyle α ve η fazlarına dönüşmesi sonucunda oluşmaktadır. Bu ince taneli yapı ve B tabakasının orijinal alaşımdan daha yumuşak olmaları ise basınç, sıcaklık ve plastik deformasyonun etkisi ile meydana gelen yeniden kristalleşmeden kaynaklanmış olabilir. B tabakasında görülen yönlenme çizgileri veya izleri dönen diskin numune yüzeyine uyguladığı teğetsel kuvvet ve sıcaklığın etkisi ile meydana gelen plastik akışın yönünü göstermektedir.

Aşınma numunelerinin yüzeylerinin altında oluşan tabakaların (A ve B) kalınlık veya derinliklerinin artan basınç ve kayma hızı ile arttığı görüldü, Şekil 16-17. Bu gözlem basınç ve kayma hızının numunenin sıcaklığına ve numunede meydana gelen plastik deformasyon ile hacim kaybına etkilerine dayandırılarak açıklanabilir. Şöyle ki basınç ve kayma hızı arttıkça hem numune sıcaklığı hem plastik deformasyon oranı hem de hacim kaybı artmaktadır. Bu durum aşınan malzemenin yüzeye sıvanması ile oluşan A tabakasının, oluşan B tabakasının kalınlık veya derinliklerinin artmasına yol açar.

Diğer taraftan basınç ve kayma hızı arttıkça A tabakasının mikrosertliğinin arttığı, ancak basıncın bu tabakanın mikrosertlik değeri üzerinde kayma hızından çok daha etkili olduğu görüldü, Şekil 16-17. Mikrosertlik değerinin artması basınç ve kayma hızının numune sıcaklığı ve deformasyon oranına etkilerine dayandırılarak açıklanabilir. Şöyle ki basınç ve kayma hızı arttıkça numunenin sıcaklığı ile deformasyon oranı artar, sıcaklık ve deformasyon oranının artması sırasıyla aşınma parçacıklarının oksitlenme hızı ve oranı ile deformasyon sertleşmesi (pekleşme) etkisinin artmasına yol açar. Bunun sonucunda A tabakasının mikrosertlik değeri artar. Basıncın mikrosertlik üzerinde kayma hızından çok daha etkili olması ise, numune sıcaklığı ile numunede meydana gelen deformasyonun basınca daha duyarlı olmasından kaynaklanmış olabilir.

Alaşımın aşınma davranışı aşınma numunelerinin yüzey görünüşleri, yüzey altı mikroyapıları ve mikrosertlik değerlerine dayanılarak açıklanabilir. Elde edilen bulgular, çalışma sırasında önce numune yüzeyinde plastik deformasyon nedeniyle yönlendirmenin meydana geldiğini, yönlendirilen malzemenin dönüşüme uğrayarak ince taneli bir yapı oluşturduğunu, bu yapıya ait fazların aşınma nedeniyle parçacıklar halinde yüzeyden ayrıldığını ve bunların bir kısmının geri transfer olup numune yüzeyine sıvanmaları sonucunda A tabakasının oluştuğunu göstermektedir. Bu tabakanın yüksek sertliğe sahip olması ise basınç ve sıcaklık etkisiyle meydana gelen oksitlenme ve pekleşmeden kaynaklandığı söylenebilir.

Aşınma deneyine tabi tutulan numunelerden alınan aşınma parçacıkları üzerinde yapılan SEM incelemeleri, basınç arttıkça aşınma parçacıklarının miktar ve büyüklüklerinin az da olsa arttığını gösterdi, Şekil 18-20. Bu durum aşınma ile meydana gelen hacim kaybının, Şekil 4'te görüldüğü gibi artan basınçla doğru orantılı olarak artmasından kaynaklanmaktadır. Kayma hızının artması durumunda ise aşınma parçacıklarının sayısının azalıp büyüklüklerinin arttığı gözlemlendi, Şekil 21 ve 22. Bu durum ise artan kayma hızıyla artan merkezkaç kuvvetinin daha çok küçük boyutlu yani düşük kütleyle sahip aşınma

parçacıklarını sistemden uzaklaştırmasından kaynaklanmış olabilir. Ayrıca, aşınma parçacığı toplama yönteminden de bu tür sonuçların elde edilmesinde etkili olduğu söylenebilir. Bu nedenle bu alaşımın aşınma parçacıklarının şekil, boyut ve özellikleri ile deney değişkenleri arasındaki ilişkiler daha sistematik ve ayrıntılı bir çalışma sonucunda belirlenebilir.

5. Sonuçlar

1. Zn-15Al-3Cu alaşımının içyapısı β dendritleri ile bunları çevreleyen ötektik ($\beta + \eta$), ötektoid ($\alpha + \eta$) ve ϵ (CuZn_4) fazından oluşmaktadır.
2. Basınç arttıkça Zn-15Al-3Cu alaşımının yağsız çalışma durumundaki sürtünme katsayısı azalmakta, aşınma ile meydana gelen hacim kaybı ve sıcaklık değeri ise artmaktadır.
3. Kayma hızı arttıkça Zn-15Al-3Cu alaşımının sıcaklık ve hacim kaybı değerleri artmakta, sürtünme katsayısında ise belirgin bir değişim meydana gelmemektedir.
4. Yağsız çalışma durumunda Zn-15Al-3Cu alaşımının aşınma yüzeylerin altında farklı mikroyapı ve sertlik değerlerine sahip tabakalar oluşmaktadır. Bu tabakaların oluşumu plastik deformasyon, yapısal değişim ve aşınma parçacıklarının yüzeye sıvanmalarına dayandırılarak açıklanmaktadır. Yüzey tabakasının kalınlık ve mikrosertlik değerleri artan basınç ve kayma hızı ile artmaktadır.

Teşekkür

Bu çalışma Karadeniz Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Birimi tarafından desteklenmiştir. (Kod No: 2008.112.03.2).

Kaynaklar

- [1] Goodwin, F.E., ve Ponikvar, A.L., Engineering Properties of Zinc Alloys, International Lead Zinc Research Organization, USA, (1989).
- [2] Gervais, E., Barnhurst, R.J. ve Loong, C.A., An Analysis of Selected Properties of ZA Alloys, Journal of Metals, 37(11), (1985) 43-47.
- [3] Skanazi, A.F., Pelerin, J., Coutsouradis, D., Magnus, B. ve Meeus, M., Some Recent Developments in the Improvement of the Mechanical Properties of Zinc Foundry Alloys, Metallwissenschaft und Technik, (37)9, (1983) 898-902.
- [4] Gervais, E., Levert, H. ve Bess, M., The Development of a Family of Zinc-Based Foundry Alloys, American Foundrymen's Society Transaction, 88, (1980) 183-194.
- [5] Hekimoğlu, A.P., ve Savaşkan, T., Structure and mechanical properties of Zn-(5–25) Al alloys, International Journal of Materials Research, 105(11), (2014) 1084-1089.
- [6] Savaşkan, T., ve Hekimoğlu, A.P., Relationships between mechanical and tribological properties of Zn-15Albased ternary and quaternary alloys, International Journal of Materials Research, 107(7), (2016) 646-652.
- [7] Savaşkan, T., Hekimoğlu, A.P., ve Pürçek, G., Effect of Copper Content on the Mechanical and Sliding Wear Properties of Monotectoid-Based Zinc-Aluminum-Copper Alloys, Tribology International., 37, (2004), 45-50.
- [8] Savaşkan, T., Pürçek, G., ve Hekimoğlu, AP., Effect of copper content on the mechanical and tribological properties of ZnAl27-based alloys, Tribology Letters, 15(3), (2003) 257-263.
- [9] Savaşkan, T., ve Hekimoğlu, A.P., Relationships between mechanical and tribological properties of Zn-15Albased ternary and quaternary alloys, International Journal of Materials Research, 107(7), (2016) 646-652.
- [10] Savaşkan T., Hekimoğlu A.P., Effect of quench–ageing treatment on the microstructure and properties of Zn- 15Al-3Cu alloy, International Journal of Materials Research, 106(5), (2015) 481-487.
- [11] Savaşkan, T., ve Alemdağ Y., Effects of Pressure and Sliding Speed on the Friction and Wear Properties of Al-40Zn-3Cu-2Si Alloy: A Comparative Study with SAE 65 Bronze, Materials Science and Engineering A, 496, (2008) 517-523.
- [12] Prasad, B.K., Sliding Wear Response of a Zinc-based Alloy and its Composite and Comparison With a Gray Cast Iron: Influence of Exeternal Lubrication and Microstructural Features, Materials Science and Engineering A, 392, (2005) 427-439.

- [13] Prasad, B.K., Effects of Silicon Addition and Test Parameters on Sliding Wear Characteristics of Zinc-Based Alloy Containing 37,5% Aluminium, *Materials Transactions, JIM.*, 38(8), (1997) 701-706.
- [14] Delneuve, P., Tribological Behaviour of Zn-Al Alloys (ZA27) Compared with Bronze When Used as a Bearing Material with High Load and very Low Speed, *Wear*, 105, (1985) 283-292.
- [15] Mondal, D. P., Das, S., ve Rajput, V., Effect of Zinc Concentration and Experimental Parameters on High Stress Abrasive Wear Behaviour of Al-Zn Alloys: A Factorial Design Approach, *Materials Science and Engineering A*, 406, (2005), 24-33.
- [16] Savaşkan, T., Pürçek, G. ve Murphy, S., Sliding Wear of Cast Zinc-Based Alloy Bearing under Static and Dynamic Loading Conditions, *Wear*, 252, (2002) 693-703.
- [17] Murphy, S., ve Savaşkan, T., Comparative Wear Behaviour of Zn-Al Based Alloys in an Automotive Engine Application, *Wear*, 98, (1984) 151-161.
- [18] Hekimoğlu, A.P., ve Savaşkan, T., Lubricated friction and wear properties of Zn-15Al-(1-5) Cu Alloys, *Turkish Journal of Electromechanics & Energy* 1(2), (2016) 1-7.
- [19] Savaşkan, T., ve Bican, O., Dry Sliding Friction and Wear Properties of Al-25Zn-3Cu-3Si Alloy, *Tribology International*, 43, (2010) 1346-1352.
- [20] Gulbransen, E.A., The Kinetics of Oxide Film Formation on Metals and Alloys, *Transactions of the Electrochemical Society*, 91(1), (1947) 573-604.
- [21] Pürçek, G., Savaşkan, T., Küçükömeroğlu, T., ve Murphy, S., Dry Sliding Friction and Wear Properties of Zinc-Based Alloys, *Wear*, 252, (2002) 894-901.
- [22] Pandey, J. P. ve Prasad, B. K., Dry Sliding Wear Behaviour of A Zinc-Based Alloy Against Different Counterface Materials, *Zeitschrift Fur Metallkunde*, 88, (1997) 739-743.
- [23] Halling, J., *Principles of Tribology*, Macmillan Education Ltd., Great Britain, (1989).
- [24] Hekimoğlu, A.P., ve Savaşkan, T., Effects of Contact Pressure and Sliding Speed on the Unlubricated Friction and Wear Properties of Zn-15Al-3Cu-1Si Alloy, *Tribology Transactions*, 59(6), (2016) 1114-1121.
- [25] Hutchings, I. M., *Tribology: Friction and Wear of Engineering Materials*, Edward Arnold, UK, (1992).
- [26] Alemdağ, Y., ve Savaşkan, T., Effects of Silicon Content on the Mechanical Properties and Lubricated Wear Behaviour of Al-40Zn-3Cu-(0-5)Si Alloys, *Tribology Letters*, 29, (2008) 221-227.

MODY3 Hastalarında *HNFI1A* Geni *rs1169288* (A>C) Mutasyonunun Etkilerinin Araştırılması

Deniz KANCA DEMİRCİ^{1,2}, Nurdan GÜL³, Yıldız TÜTÜNCÜ³,
Oğuz ÖZTÜRK², İlhan SATMAN³, Hülya YILMAZ AYDOĞAN^{2*}

¹ Haliç Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, İstanbul, Türkiye

² İstanbul Üniversitesi, Aziz Sancar DETAE, Moleküler Tıp Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

³ İstanbul Üniversitesi, İstanbul Tıp Fakültesi, İç Hastalıkları Anabilim Dalı Endokrinoloji ve Metabolizma Hastalıkları Bilim Dalı, İstanbul, Türkiye

Geliş Tarihi: 05.06.2018

***Sorumlu Yazar e mail:** yilmazh@istanbul.edu.tr

Kabul Tarihi: 24.07.2018

Özet

Gençlerin Erişkin Başlangıçlı Diyabeti (MODY) erken başlangıç yaşı, otozomal dominant kalıtım ve pankreatik beta hücre disfonksiyonu ile karakterize monogenik bir diyabet formudur. MODY gelişimi ve klinik profilinden sorumlu tanımlanmış mutasyonlar ve etkileri oldukça heterojendir. Bu amaçla, çalışmamızda *HNFI1A* gen mutasyonları ile gelişen MODY3'te etken *HNFI1A rs1169288* (c.79A>C, p.I27L) yanlış anlamlı mutasyonunun hastalığın klinik ve biyokimyasal parametreleri üzerine etkisinin incelenmesi hedeflenmiştir. Çalışmamızda 79 sağlıklı kontrol ve 75 MODY ön tanımlı hastada *HNFI1A rs1169288* mutasyonu yeni nesil dizileme ile incelenmiş ve mutasyonun klinik ve laboratuvar parametrelerle ilişkisi SPSS (20.0) istatistik programıyla araştırılmıştır. *HNFI1A rs1169288* (A>C) mutasyonu genotiplerinin kontrol grubundaki etkileri incelendiğinde mutant-CC genotipi taşıyan bireylerde A alleli taşıyanlara kıyasla Gama glutamil transferaz (GGT) ve hemoglobin düzeylerinin (p=0,014; p=0,027) yüksek; hasta grubunda ise CC genotipi taşıyanlarda normal A alleli taşıyanlara kıyasla başvuru kan şekeri (BKŞ) yüksek (p=0,016) ve üre düzeyinin düşük (p=0,022) olduğu gözlenmiştir (307,86±28,11 karşı 175,65±25,59). Ancak bu genotipin diğer klinik ve biyokimyasal parametreler üzerine anlamlı bir etkisi gözlenmemiştir (p>0.05). Literatür çalışmaları yaygın MODY formlarından biri olan MODY3 için hastalığın klinik tanısını kolaylaştıracak yeterli ayırt edici parametre olmadığı yönündedir. Bu anlamda çalışmamız hastalığın klinik ve biyokimyasal bulgularının anlamlandırılmasına katkı sağlamak ve MODY kliniğinde *HNFI1A rs1169288* mutasyonunun serum GGT, hemoglobin, BKŞ ve üre düzeylerinde etkili olabileceğine dikkat çekmektedir.

Anahtar Kelimeler: MODY, HNF1A, rs1169288 (c.79A>C; p.I27L)

Effects of rs1169288 (A>C) Mutation of HNF1A Gene in Patients with MODY3

Abstract

Maturity-onset diabetes of the young (MODY) is a monogenic diabetes form that is characterized by early onset age, autosomal dominant inheritance and pancreatic beta cell dysfunction. The identified mutations that are responsible for the development and clinical profile of MODY and the effects of these mutations are highly heterogeneous. For this purpose, we aimed to investigate the effect of *HNF1A* rs1169288 (c.79A>C, p.I27L) missense mutation on the clinical and biochemical parameters of MODY3 which develops with HNF1A gene mutations. In our study, *HNF1A* rs1169288 mutation has been analyzed with next generation sequencing in 79 healthy controls and 75 patients with MODY prediagnosed. The association of the mutation and clinical and laboratory parameters was investigated by SPSS (20.0) statistical program. When the effects of the *HNF1A* rs1169288 (A>C) mutation genotypes are examined in the control group, individuals with mutant CC genotype have higher Gamma Glutamyl Transferase (GGT) and hemoglobin levels ($p=0.014$; $p=0.027$) in comparison with A allele carriers and in the patient group, individuals with CC genotype have higher initial blood glucose (IBG) ($p=0.016$) and lower urine levels ($p=0.022$) in comparison with A allele carriers (307.86±28.11 vs 175.65±25.59). However, no significant effect of this genotype was observed on other clinical and biochemical parameters ($p>0.05$). The literature studies suggest that there are not enough differential parameters to facilitate the clinical diagnosis of MODY3 which is one of the most common forms of MODY. In this context, our study contributes to the understanding of the clinical and biochemical findings of the disease and points out that *HNF1A* rs1169288 mutation can be effective on serum GGT, hemoglobin, IBG and urea levels in MODY clinics.

Keywords: MODY, HNF1A, rs1169288 (c.79A>C; p.I27L)

1. Giriş

Gençlerin erişkin başlangıçlı diyabeti (MODY) ilk kez Tattersall (1974) tarafından adlandırılan ve ailesel, erken başlangıçlı, insüline bağımlı olmayan, genellikle 25 yaş altı zayıf bireylerde gözlenen, otozomal dominant kalıtmı monogenik bir diyabet formudur [1]. MODY; beta hücre gelişimi, fonksiyonu veya ikisini de etkileyen genlerdeki fonksiyon

kaybı mutasyonları ve buna bağlı olarak gelişen haployetersizlik sonucu ortaya çıkmakta [2], klinik ve genetik olarak heterojen bir karakter sergilemektedir [3]. Tip 1 ve tip 2 diyabet ile örtüşen klinik özellikleri nedeniyle sıklıkla yanlış tanı alan MODY tipi diyabet tüm diyabet vakalarının %1-2'sini oluşturmaktadır [4]. Ancak artan tip 2 diyabet prevalansı ile birlikte MODY prevalansı da artış göstermektedir [1].

MODY genleri, glukoz metabolizmasında, insülin veya glukoz transportunda ve fetal pankreas gelişiminde görev alan diğer genlerin düzenlenmesinde önemli roller üstlenirler [5]. Klinik olarak tanı almış MODY vakalarından MODY1'in görülme sıklığı %2-5, MODY2'nin %7-41 ve MODY3'ün %11-63 olarak belirlenmiştir [6]. MODY vakalarının görülme sıklığı populasyonlar arasında değişiklik göstermekte olup bu durumun genetik ve çevresel etkenlere ek olarak hastaların yanlış tanı alması ve hastalığın tanısına yönelik yaklaşımların yetersiz olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir [7].

MODY'nin beta hücre fonksiyonlarını etkileyen, çoğu transkripsiyon faktörlerini kodlayan, geri kalanı ise glukokinaz ve insülin gibi glukoz metabolizmasında başrol oynayan şu ana kadar tanımlanmış 14 farklı gendeki çok sayıda heterozigot mutasyonun sebep olduğu farklı alt tipleri vardır [8, 9, 10]. Ancak MODY1, MODY2 ve MODY3 diğer MODY alt tiplerine göre daha yaygın olup MODY vakalarının %90'ını oluşturmaktadır [11].

MODY sınıflandırması başlangıç yaşı, tedaviye yanıt durumu, pankreas dışı özellikler, hiperglisemi şiddeti, komplikasyonlar ve tanıya göre gelişen fenotipik çeşitliliğe göre yapılmaktadır. İnfeksiyon, puberte, gebelik ve obezite gibi insülin duyarlılığını etkileyen faktörler MODY'nin başlamasını tetikleyebilir veya MODY hastalarında hiperglisemi şiddetini artırabilir [5].

MODY vakalarının büyük bölümü *GCK*, *HNF4A* ve *HNF1A* genlerindeki yanlış anlamlı ve anlamsız mutasyonlar, promotor, çerçeve kayması ve kırılma noktası mutasyonları ile insersiyon, delesyon ve duplikasyonlardan kaynaklanmaktadır [12]. Glukokinaz pankreatik beta hücrelerinde glukoz sensörü gibi davranarak kan glukoz

düzeyinin düzenlenmesinden ve glukozun glukoz-6-fosfata dönüşümünü katalizleyerek glikolize girmesinden sorumludur [13]. Glukokinaz enziminin gen mutasyonlarıyla gelişen MODY asemptomatik, ılımlı ve ilerleyici olmayan açlık hiperglisemisi ile karakterize olup genelde farmakolojik tedavi gerektirmezken, *HNF1A* ve *HNF4A*'daki mutasyonlarla gelişen MODY alt tipleri ilerleyici insülin salgılama bozuklukları, hiperglisemi ve bu glisemik duruma bağlı gelişen vasküler komplikasyonlarla tanımlanmaktadır [14, 15]. Bu bireylerde geç yaşlarda insülin tedavisine gerek duyulsa bile genelde sülfonilüre tedavisi ile diyabet kontrol altına alınabilmektedir [15].

MODY vakalarının popülasyonlar arasında görülme sıklığı farklı olup [16, 17] *HNF1A* mutasyonları Avrupa, Kuzey Amerika ve Asya'da MODY vakalarının başlıca sebebidir [9]. MODY vakalarının tanımlanabilmesi hem hastaya doğru tedavi protokolünün önerilmesi hem de asemptomatik akrabaların erken teşhisinin sağlanması açısından önemlidir. MODY'de aynı ailede birden fazla farklı gen veya aynı genin farklı mutasyonları ile farklı diyabetik profiller ortaya çıkabilmektedir [18, 19, 20]. Bu sebeple MODY alt tipinin belirlenmesi hasta ve yakınlarında ileride ortaya çıkabilecek diyabetik komplikasyonların riskini azaltmaya da yardımcı olacaktır. Kliniği oldukça heterojen bu diyabet tipinin klinik tanısını kolaylaştırmak üzere hastaların klinik ve biyokimyasal parametreleri incelenerek hastalığa dair klinik bir patern oluşturulması önemlidir. Bu amaçla çalışmamızda MODY genetiğinde etken rol oynadığı düşünülen *HNF1A rs1169288* mutasyonunun MODY3 hastalarındaki klinik ve biyokimyasal bulguları sağlıklı kontrol bireylerle karşılaştırılarak incelenmiştir.

2. Materyal ve Metot

2.1. Çalışma Grubu

Çalışmamızda İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi İç Hastalıkları Anabilim Dalı ile Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim

Dalı polikliniklerine veya acil ünitesine başvurmuş vakalardan MODY klinik ön-tanısı yapılmış 75 hasta ve 79 sağlıklı kontrol bireyin dahil edildiği iki örnek grubu kullanılmıştır. Hasta grubu klinik olarak 25 yaş öncesi tanı, aile öyküsü varlığı, soy ağacında iki-üç nesil otozomal dominant kalıtım, bozulmuş insülin sekresyonu, negatif otoimmünite ve ketoasidoz yokluğu parametreleri değerlendirilerek ve sağlıklı kontrol grubu kendisinde ve ailesinde metabolik hastalığı bulunmayan bireylerin arasından seçilerek oluşturulmuştur. Hasta ve kontrol grubuna dahil edilen bireylerin yaş, cinsiyet, vücut kitle indeksi, geçirdiği hastalıklar, kullandığı ilaçlar, cerrahi operasyonlar ve klinik bulguları kapsayan bilgileri başvuru sırasında doldurulan hasta bilgi formu ile elde edilmiştir. 12 saat açlığı takiben gönüllülerin venöz kan örnekleri alınarak ticari kit ile DNA izolasyonu yapılmıştır. Saflığı ve konsantrasyonu uygun olan DNA örneklerinin genetik analizi yeni nesil dizileme yöntemleri ile gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışma İstanbul Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan alınan onay (20/06/2014 tarihli ve 2014/922 no'lu) ile gerçekleştirilmiştir.

2.2. DNA Dizileme

Kodlayıcı bölgeler ile ekzon-intron sınırını içeren primerler tasarlanarak HNF1A geni long PCR yöntemi ile amplifiye edilmiş, indeksleme primerleri takılarak DNA kütüphanesi hazırlanmış ve Illumina MiSeq yeni nesil dizileme platform flow-cell üzerine hibridize edilerek dizilenmesi sağlanmıştır. Hazırlanan kütüphane MiSeq yeni nesil dizileme platformuna yüklenerek dizileme işlemi gerçekleştirilmiştir.

2.3. İstatistiksel Analiz

Genetik test sonuçları öncelikle biyoinformatik analiz ile doğrulanmış, ardından katılımcıların demografik, klinik ve laboratuvar bulgularıyla

birlikte SPSS 20.0 paket programında uygun istatistik metotlarla analiz edilmiştir.

Kan basınçları, serum lipid düzeyleri ile vücut kitle indeksi gibi tanımlayıcı istatistiksel metodların (Ortalama, Standart sapma) yanı sıra niceliksel verilerin gruplar arası karşılaştırılmasında student's t testi; Genotip ve allel karşılaştırmaları, Hardy-Weinberg dengesine uyum gibi niteliksel verilerin karşılaştırılmasında ise Ki kare (χ^2) testi kullanılmıştır. Klinik ve klinik olmayan parametrelerin allellerle karşılaştırılmasında Kikare metodu ve Student's t-testi ikiden fazla değişkenin olduğu genotip karşılaştırmalarında ANOVA testi kullanılmıştır. Gruplar arası risk etkeninin belirlenmesi için güvenlik oranı (OR) ve % 95 güven aralığı (% 95 GA) verilmiştir. İstatistiksel anlamlılık sınırı $p<0,05$ olarak alınmıştır.

3. Bulgular

Çalışmamıza dahil edilen MODY hasta ve kontrol grubuna ait klinik ve biyokimyasal özellikler Tablo 1'de verilmiştir. Buna göre, gruplar arası yapılan karşılaştırmada hasta ve kontrol grubu arasında yaş ortalaması ve cinsiyet dağılımları açısından anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir ($p>0,05$).

Hasta grubunda kontrol grubuna kıyasla aile diyabet hikayesi ($p<0,001$), bel çevresi ($p<0,001$), kalça çevresi ($p<0,001$), bel/kalça oranı ($p<0,05$), açlık kan şekeri ($p<0,001$), başvuru kan şekeri ($p<0,001$), HbA1c ($p<0,001$), serum TG ($p<0,05$), ALT ($p<0,05$), CRP ($p<0,001$) ve serbest T4 hormon düzeyleri ($p<0,001$) yüksek iken; kreatinin seviyesi anlamlı ($p=0,005$) ve serum HDL-kolesterol düzeyi anlamlılığa yakın seviyede düşük ($p=0,058$) gözlenmiştir (Tablo 1). Serum Total-kolesterol, vücut kitle indeksi (VKİ), sistolik (SKB) ve diastolik (DKB) kan basıncı değerleri, sigara kullanımı ve diğer biyokimyasal değerler ise hasta ve kontrol grupları arasında benzerdir (Tablo 1).

Tablo 1. Çalışma Gruplarının Karakteristik Özellikleri

	Gruplar		P değeri
	Kontrol (n=79)	Hasta (n=75)	
Yaş (yıl)	36,59 ± 1,74	32,13 ± 1,86	0,081
Diyabet Başlama Yaşı (yıl)	-	22,03 ± 1,28	
Cinsiyet (K/E)	41/38	49/26	0,091
Sigara kullanımı (%)	31,0	35,7	0,741
Aile diyabet hikayesi varlığı (%)	31,4	94,3	<0,001
VKİ (kg/m ²)	24,44 ± 0,56	25,77 ± 0,89	0,210
Bel çevresi (cm)	81,29 ± 3,55	97,90 ± 2,11	<0,001
Kalça çevresi (cm)	99,50 ± 1,52	111,65 ± 1,88	<0,001
Bel çevresi / Kalça çevresi	0,82 ± 0,03	0,88±0,01	0,037
Sistolik Kan Basıncı (mmHg)	115,77 ± 1,86	116,35 ± 1,63	0,814
Diastolik Kan Basıncı (mmHg)	74,75 ± 1,43	74,18 ± 1,35	0,771
Glukoz (mg/dl)	89,20 ± 1,18	163,07 ± 8,94	<0,001
Başyuru kan şekeri (mg/dL)	76,50 ± 0,50	205,70 ± 23,78	<0,001
HbA1c (%)	5,51 ± 0,04	7,64 ± 0,24	<0,001
İnsülin (uU/mL)	8,51 ± 2,61	14,32 ± 2,63	0,231
C peptid (ng/mL)	-	2,17 ± 0,17	-
Lipid Profili			
Total-Kolesterol (mg/dL)	198,65 ± 5,60	186,96 ± 5,98	0,156
Trigliserid (mg/dL)	113,55 ± 8,14	153,48 ± 14,62	0,019
HDL-Kolesterol (mg/dL)	51,85 ± 1,69	47,13 ± 1,80	0,058
LDL-Kolesterol (mg/dL)	118,38 ± 4,61	113,73 ± 4,77	0,477
VLDL-Kolesterol (mg/dL)	23,62 ± 1,77	24,86 ± 1,47	0,591
Total kolesterol/ HDL-kolesterol	4,08 ± 0,17	4,40 ± 0,26	0,303
ALT (U/L)	18,23 ± 1,45	24,78 ± 2,20	0,014
AST (U/L)	17,40 ± 0,60	19,37 ± 1,23	0,153
Gama GT (U/L)	16,50 ± 4,03	28,56 ± 5,25	0,236
CRP (mg/dL)	0,43 ± 0,16	5,96 ± 1,07	<0,001
TSH (mIU/L)	2,47 ± 0,48	2,23 ± 0,15	0,635
Serum T3 (pg/mL)	4,17 ± 0,69	3,95 ± 0,54	0,813
Serbest T4 (ng/dL)	11,12 ± 1,20	15,91 ± 0,43	0,001
Ürik asit (mg/dL)	4,73 ± 0,25	4,17 ± 0,29	0,222
Üre (mg/dL)	26,35 ± 1,09	24,34 ± 1,36	0,252
Kreatinin (mg/dL)	0,75 ± 0,02	0,65 ± 0,03	0,005
C peptid/Kreatinin**	-	3,51 ± 0,31	0,140
Mikroalbüminüri	-	86,11 ± 52,20	-
Mikroalbüminüri ≥ 30 mg/gün (%)	-	30,0	1,000
Hemoglobin (g/dL)	13,06 ± 0,25	13,02 ± 0,20	0,969
Hematokrit (%)	38,14 ± 1,20	39,24 ± 0,58	0,353

Gruplar arası önemlilik derecesi student's t testi ile incelenmiştir. Tablodaki değerler X±SEM olarak verilmektedir. n: örnek sayısı.

*Koyu yazılan değerler istatistiksel olarak anlamlıdır (p<0,05).

**C peptid ve Kreatinin değerlerinin kanda ölçülmüştür.

Çalışmamızda incelediğimiz ve varyant genotip gözlenen *HNFI A rs1169288 (A>C)* mutasyonuna ait genotip dağılımlarının Hardy-Weinberg Eşitliği'ne (HWE) uyduğu belirlenmiştir ($p>0,05$) (Tablo 2).

Tablo 2. *HNFI A* Mutasyon Genotiplerinin Gruplar Arasındaki Dağılımı

<i>HNFI A</i> mutasyonları	Genotip	Kontrol (n=79)	Hasta (n=75)
rs1169288 A>C	AA	22,8 (18)	30,7 (23)
	CC	16,5 (13)	21,3 (16)
	AC	60,8 (48)	48,0 (36)
Genotip %(n)	A	53,2 (84)	54,7 (82)
	C	46,8 (74)	45,3 (68)
Alleller %(n)	A	53,2 (84)	54,7 (82)
	C	46,8 (74)	45,3 (68)
HWE		0,051	0,784

Gruplar arası önemlilik derecesi Kikare testi ile incelenmiştir. Tablodaki değerler örnek sayısı ve yüzde olarak verilmiştir. n: örnek sayısı, HWE: Hardy-Weinberg eşitliği.

HNFI A geni ekzon 1'de yer alan *rs1169288 (A>C)* varyasyonunun gruplar arası dağılımı incelendiğinde kontrol grubunda normal A allel frekansı %53,2 ve mutant C allel frekansı %46,8 iken, hasta grubunda bu dağılımların sırasıyla %54,7 ve %45,3 olduğu tespit edilmiştir. *HNFI A rs1169288 (A>C)* allel dağılımları hasta ve kontrol gruplarında benzerdir ($p>0,05$).

3.1. *HNFI A rs1169288 (c.79A>C, p.Ile27Leu)* Genotiplerinin Kontrol ve Hasta Gruplarında Biyokimyasal ve Klinik Parametreler Üzerine Etkisi

HNFI A rs1169288 (A>C) genotiplerinin kontrol ve hasta gruplarında biyokimyasal ve klinik parametreler üzerine etkisi incelendiğinde kontrol grubunda mutant CC genotipini taşıyan bireylerde A allel taşıyıcılarına kıyasla GGT enzim düzeyi ($p=0,014$) ile hemoglobin ($p=0,027$) düzeyinin istatistiksel olarak anlamlı derecede **yüksek** olduğu gözlenmiştir (GGT: $27,67 \pm 6,94$ karşı $9,80 \pm 1,02$ ve Hb: $14,18 \pm 0,56$ karşı $12,79 \pm 0,25$) (Tablo 3).

Tablo 3. HNF1A *rs1169288* (A>C) Genotiplerinin Kontrol Grubunda Biyokimyasal ve Klinik Parametreler Üzerine Etkisi

Kontrol	Rs1169288					P1	P2
	AA n=18	CC n=13	AC n=48	CC/AC n=74	AA/AC n=84		
VKİ (kg/m ²)	24,85 ± 1,10	25,51 ± 1,55	24,02 ± 0,71	24,33 ± 0,65	24,24 ± 0,60	0,695	0,408
Bel çevresi (cm)	85,67 ± 14,35	84,00 ± 8,02	80,44 ± 3,30	81,33 ± 3,01	81,75 ± 3,96	0,793	0,804
Kalça çevresi (cm)	103,00 ± 4,16	100,00 ± 2,00	98,78 ± 1,97	99,08 ± 1,53	99,83 ± 1,79	0,300	0,966
Bel/Kalça çevresi	0,83 ± 0,11	0,84 ± 0,07	0,81 ± 0,02	0,82 ± 0,02	0,82 ± 0,03	0,961	0,728
SKB (mmHg)	115,00 ± 2,09	120,00 ± 7,56	115,00 ± 2,35	116,03 ± 2,39	115,00 ± 1,75	0,814	0,337
DKB (mmHg)	77,54 ± 1,58	73,13 ± 5,42	74,00 ± 1,87	73,82 ± 1,82	75,05 ± 1,41	0,130	0,632
Glikoz (mg/dL)	89,93 ± 2,34	89,40 ± 2,89	88,88 ± 1,57	88,98 ± 1,37	89,16 ± 1,30	0,737	0,943
HbA1c (%)	5,54 ± 0,58	5,51 ± 1,00	5,50 ± 0,06	5,50 ± 0,05	5,51 ± 0,04	0,610	0,996
BKŞ (mg/dL)	76,00	-	77,00	77,00	76,50 ± 0,50	-	-
İnsülin (µU/mL)	0,00	4,68	10,27 ± 3,01	9,58 ± 2,70	8,99 ± 2,91	-	-
Lipid Profili							
Total-K (mg/dL)	194,80 ± 7,64	200,56 ± 12,58	199,57 ± 8,19	199,78 ± 6,92	198,27 ± 6,28	0,712	0,880
TG (mg/dL)	103,65 ± 16,08	125,27 ± 19,63	114,28 ± 10,90	116,65 ± 9,47	111,24 ± 8,98	0,500	0,527
HDL-K (mg/dL)	54,73 ± 3,16	49,91 ± 5,97	51,21 ± 1,96	50,92 ± 1,98	52,23 ± 1,67	0,338	0,612
LDL-K (mg/dL)	113,43 ± 6,71	125,36 ± 10,94	118,43 ± 6,28	119,96 ± 5,42	116,98 ± 4,84	0,530	0,482
VLDL-K (mg/dL)	21,60 ± 3,30	23,78 ± 3,58	24,35 ± 2,49	24,22 ± 2,08	23,59 ± 2,01	0,536	0,967
TK/HDL	3,92 ± 0,41	4,34 ± 0,35	4,07 ± 0,21	4,13 ± 0,18	4,03 ± 0,19	0,605	0,482
ALT (U/L)	17,42 ± 3,45	21,57 ± 2,18	17,81 ± 1,84	18,52 ± 1,56	17,69 ± 1,63	0,743	0,357
AST (U/L)	16,31 ± 1,15	18,14 ± 0,01	17,70 ± 0,84	17,78 ± 0,70	17,28 ± 0,68	0,283	0,621
GGT (U/L)	-	27,67 ± 6,94	9,80 ± 1,02	16,50 ± 4,03	9,80 ± 1,02	-	0,014
CRP (mg/dL)	0,08 ± 0,07	0,30 ± 0,21	0,52 ± 0,22	0,48 ± 0,18	0,46 ± 0,20	0,454	0,722
TSH (µIU/mL)	1,84 ± 0,41	4,08 ± 2,45	2,21 ± 0,33	2,63 ± 0,59	2,12 ± 0,27	0,515	0,451
sT3 (pg/mL)	2,62	5,31 ± 0,84	3,80 ± 1,19	4,56 ± 0,74	3,41 ± 0,79	-	0,210
sT4 (ng/dL)	8,49 ± 3,61	13,92 ± 1,57	10,80 ± 1,59	11,61 ± 1,26	10,33 ± 1,44	0,353	0,110
Ürik asit (mg/dL)	5,03 ± 0,56	5,20 ± 0,72	4,43 ± 0,31	4,63 ± 0,29	4,62 ± 0,27	0,507	0,390
Üre (mg/dL)	24,69 ± 1,37	26,00 ± 2,92	27,25 ± 1,63	27,03 ± 1,43	26,40 ± 1,19	0,244	0,905
Kreatinin (mg/dL)	0,76 ± 0,05	0,84 ± 0,05	0,73 ± 0,03	0,75 ± 0,02	0,74 ± 0,02	0,876	0,127
Hb (g/dL)	12,85 ± 0,52	14,18 ± 0,56	12,77 ± 0,29	13,07 ± 0,28	12,79 ± 0,25	0,764	0,027
Hct (%)	33,04 ± 5,70	42,98 ± 1,78	38,21 ± 0,87	39,16 ± 0,86	37,17 ± 1,32	0,346	0,070

Tablodaki değerler X±SEM olarak verilmiştir. 3 değişkenli genotip ve biyokimyasal/metabolik karşılaştırmalar ANOVA testi ile, 2 değişkenli allel ve biyokimyasal/metabolik karşılaştırmalar ise student's t testi ile yapılmıştır. P1: AA karşı C, P2: CC karşı A

*Koyu yazılan değerler istatistiksel olarak anlamlıdır (p<0,05).

n: örnek sayısı, VKİ: Vücut kitle indeksi, SKB: Sistolik kan basıncı, DKB: Diastolik kan basıncı, HbA1c: Glikozile Hemoglobün, BKŞ: Başvuru kan şekeri, Total-K: Total kolesterol, TG: Trigliserid, HDL-K: HDL-kolesterol, LDL-K: LDL-kolesterol, VLDL-K: VLDL-kolesterol, ALT: Alanin Aminotransferaz, AST: Aspartat Transaminaz, GGT: Gama glutamil transferaz, CRP: C reaktif protein, TSH: Tiroid Stimulan Hormon, sT3: Serum T3, sT4: Serbest T4, Hb: Hemoglobün, Hct: Hematokrit

HNF1A rs1169288 (A>C) genotiplerinin hasta grubundaki etkileri incelendiğinde ise mutant CC genotipine sahip bireylerde normal A alleli taşıyanlara kıyasla başvuru kan şekeri istatistiksel olarak anlamlı seviyede **yüksek** (p=0,016) iken, üre seviyeleri **düşük** (p=0,022) gözlenmiştir (BKŞ: 307,86 ± 28,11 karşı 175,65 ± 25,59 ve üre: 18,02 ± 2,46

karşı $25,86 \pm 1,52$). Ancak bu genotipin diğer klinik ve biyokimyasal parametreler üzerine anlamlı bir etkisi gözlenmemiştir ($p>0,05$) (Tablo 4).

Tablo 4. *HNFI*Ars1169288 (A>C) Genotiplerinin Hasta Grubunda Biyokimyasal ve Klinik Parametreler Üzerine Etkisi

MODY Hasta	Rs1169288					P1	P2
	AA n=23	CC n=16	AC n=36	CC/AC n=68	AA/AC n=82		
Yaş	35,63 ± 3,25	31,94 ± 3,09	29,99 ± 2,97	30,59 ± 2,25	32,19 ± 2,22	0,213	0,948
DBY	22,78 ± 2,26	24,81 ± 2,40	20,31 ± 1,98	21,69 ± 1,57	21,27 ± 1,49	0,698	0,261
VKİ (kg/m ²)	27,92 ± 1,73	27,38 ± 2,06	23,94 ± 1,15	24,87 ± 1,02	25,39 ± 0,99	0,120	0,384
Bel çevresi (cm)	99,33 ± 3,85	95,86 ± 4,78	98,00 ± 3,13	97,32 ± 2,57	98,50 ± 2,39	0,672	0,609
Kalça çevresi (cm)	112,78 ± 4,07	113,00 ± 4,09	110,33 ± 2,52	111,18 ± 2,12	111,25 ± 2,16	0,707	0,704
Bel/Kalça çevresi	0,88 ± 0,03	0,85 ± 0,02	0,89 ± 0,02	0,88 ± 0,02	0,89 ± 0,02	0,761	0,227
SKB (mmHg)	121,00 ± 3,88	118,23 ± 3,63	113,10 ± 1,81	114,69 ± 1,70	115,80 ± 1,85	0,090	0,538
DKB (mmHg)	77,67 ± 2,58	74,46 ± 2,67	72,24 ± 1,93	72,93 ± 1,56	74,09 ± 1,58	0,124	0,910
Glikoz (mg/dL)	177,95 ± 17,42	173,67 ± 22,41	148,34 ± 10,91	156,43 ± 10,31	160,08 ± 9,65	0,269	0,533
HbA1c (%)	7,92 ± 0,41	8,38 ± 0,72	7,12 ± 0,26	7,51 ± 0,29	7,44 ± 0,23	0,420	0,233
BKŞ (mg/dL)	289,25 ± 72,42	307,86 ± 28,11	140,69 ± 17,47	187,13 ± 23,17	175,65 ± 25,59	0,098	0,016
İnsülin (µU/mL)	9,63 ± 6,33	21,23 ± 6,27	11,87 ± 2,44	15,43 ± 2,91	11,24 ± 2,39	0,396	0,170
C peptid (ng/mL)	2,11 ± 0,20	2,82 ± 0,66	1,95 ± 1,17	2,21 ± 0,24	2,02 ± 0,13	0,786	0,262
Lipid Profili							
Total-K (mg/dL)	185,05 ± 10,74	200,31 ± 16,47	182,86 ± 7,76	187,90 ± 7,28	183,75 ± 6,29	0,825	0,277
TG (mg/dL)	169,24 ± 22,86	183,29 ± 50,16	129,91 ± 14,38	146,59 ± 18,55	145,20 ± 12,65	0,480	0,472
HDL-K (mg/dL)	46,73 ± 2,60	46,65 ± 4,62	47,63 ± 2,82	47,34 ± 2,38	47,25 ± 1,95	0,875	0,894
LDL -K (mg/dL)	110,23 ± 8,31	127,73 ± 11,11	109,70 ± 6,78	115,33 ± 5,87	109,91 ± 5,20	0,623	0,126
VLDL -K (mg/dL)	28,93 ± 3,14	22,48 ± 3,43	23,28 ± 1,71	23,05 ± 1,55	25,45 ± 1,63	0,064	0,423
TK/HDL	4,36 ± 0,32	4,26 ± 0,36	4,48 ± 0,49	4,42 ± 0,36	4,43 ± 0,31	0,925	0,795
ALT (U/L)	25,65 ± 3,22	24,75 ± 6,33	24,10 ± 2,85	24,33 ± 2,87	24,79 ± 2,11	0,778	0,995
AST (U/L)	19,29 ± 2,05	17,69 ± 2,72	20,58 ± 1,81	19,41 ± 5,54	20,03 ± 1,34	0,964	0,396
GGT (U/L)	42,71 ± 16,33	21,00 ± 7,16	25,33 ± 5,02	23,60 ± 4,07	31,74 ± 6,81	0,112	0,361
CRP (mg/dL)	4,95 ± 0,87	4,81 ± 1,69	7,64 ± 2,44	6,59 ± 1,66	6,30 ± 1,30	0,461	0,565
TSH (uIU/mL)	2,28 ± 0,35	2,46 ± 0,24	2,08 ± 0,18	2,21 ± 0,15	2,17 ± 0,18	0,812	0,403
sT3 (pg/mL)	4,74 ± 0,39	3,60	3,30 ± 1,16	3,38 ± 0,83	4,02 ± 0,64	0,242	-
sT4 (ng/dL)	16,72 ± 0,67	15,54 ± 0,74	15,49 ± 0,75	15,50 ± 0,54	16,02 ± 0,52	0,185	0,643
Ürik asit (mg/dL)	4,54 ± 0,42	3,34 ± 0,57	4,37 ± 0,53	3,94 ± 0,38	4,46 ± 0,33	0,325	0,095
Üre (mg/dL)	24,03 ± 2,73	18,02 ± 2,46	27,03 ± 1,79	24,49 ± 1,57	25,86 ± 1,52	0,878	0,022
Kreatinin (mg/dL)	0,73 ± 0,05	0,58 ± 0,04	0,64 ± 0,04	0,62 ± 0,03	0,67 ± 0,03	0,063	0,159
Albüminüri (mg/dL)	186,96 ± 147,03	15,37 ± 5,90	45,90 ± 21,78	31,81 ± 12,21	116,43 ± 74,18	0,312	0,382
Hb (g/dL)	13,37 ± 0,28	12,87 ± 0,48	12,87 ± 0,30	12,87 ± 0,25	13,06 ± 0,21	0,236	0,686
Hct (%)	39,86 ± 0,82	39,52 ± 1,27	38,72 ± 0,93	38,95 ± 0,75	39,17 ± 0,65	0,468	0,807

Tablodaki değerler X±SEM olarak verilmiştir, 3 değişkenli genotip ve biyokimyasal/metabolik karşılaştırmalar ANOVA testi ile, 2 değişkenli allel ve biyokimyasal/metabolik karşılaştırmalar ise student's t testi ile yapılmıştır. P1: AA karşı C, P2: CC karşı A

*Koyu yazılan değerler istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,05$).

n: örnek sayısı, DBY: Diyabet başlama yaşı, VKİ : Vücut kitle indeksi, SKB: Sistolik kan basıncı, DKB: Diastolik kan basıncı, HbA1c: Glikozile Hemoglobin, BKŞ: Başvuru kan şekeri, Total-K: Total kolesterol, TG: Trigliserid, HDL-K: HDL-kolesterol, LDL-K: LDL-kolesterol, VLDL-K: VLDL-kolesterol, ALT: Alanin Aminotransferaz, AST: Aspartat Transaminaz, GGT: Gama glutamil transferaz, CRP: C reaktif protein, TSH: Tiroid Stimulan Hormon, sT3: Serum T3, sT4: Serbest T4, Hb: Hemoglobin, Hct: Hematokrit

4. Tartışma

Hepatosit nükleer faktör 1-alfa geninde (*HNF1A*) lokalize ***rs1169288*** (*c.79A>C, p.Ile27Leu*) mutasyonu daha önce İspanya, İngiltere, İtalya, İsveç, Almanya, Avusturya, Finlandiya, Çek Cumhuriyeti, Japonya, Brezilya, Norveç, Amerika, Portekiz, Çin, Hindistan gibi çok sayıdaki popülasyon çalışmasında incelenerek MODY hastalarında tespit edilmiştir [21-34]. Çalışmamızda *HNF1A rs1169288 (A>C)* nadir alleli çalışma gruplarında gözlenmiş, ancak dağılımları arasındaki fark istatistiksel anlamlılığa ulaşmamıştır ($p>0,05$).

Ülkemizde ise Köse (2015) tarafından TEKHARF çalışma grubuna dahil olmuş bireylerde yapılan çalışmada, projemizde incelenen ***rs1169288*** (*p.Ile27Leu*) mutasyonunun kardiyovasküler hastalarda risk parametreleri ile ilişkisi incelenmiş, ***rs1169288*** (*p.Ile27Leu*) varyantı tüm grupta ($p=0,04$) ve kadınlarda ($p=0.025$) dislipidemi ve erkeklerde koroner kalp hastalığı ($p=0,05$) ile ilişkili bulunmuştur. *HNF1A rs1169288 (A>C)* varyantının, gerek TEKHARF tüm grup gerekse alt gruplarda kardiyovasküler risk parametresi olarak kabul edilen birçok parametre ile ilişkili olduğu görülmüştür [35].

1420 MODY ailesinde tanımlanan 517 *HNF4A* ve *HNF1A* mutasyonundan *HNF1A* mutasyonlarının daha yaygın (1247 ailede 414 *HNF1A*'ya karşı 173 ailede 103 *HNF4A* mutasyonu) olduğu görülmüştür [12]. İngiltere'de MODY 1-5 alt tiplerinden sorumlu gen varyasyonlarının araştırıldığı bir çalışmada ise 116 MODY ailesinde en yaygın etkenin *HNF1A* mutasyonları olduğu belirlenmiştir. Araştırmacılar MODY hastalarında bizim projemizde de incelenen ***rs1169288*** (*p.Ile27Leu*) mutasyonunu tespit etmiştir. Ancak ***rs1169288*** (*p.Ile27Leu*) varyasyonunda hasta ve kontrol grupları arasında anlamlı farklılık gözlenmemiştir [22].

HNF1A rs1169288 yanlış anlamlı mutasyonu genin dimerizasyon domaininde yer almakta olup fonksiyon kaybına ve buna bağlı olarak insülin sekresyonunda ve hedef genlerin anlatımında azalmaya yol açmaktadır [22, 36].

HNFI1A mutasyonları ailesel erken başlangıçlı diyabet vakalarının en yaygın nedeni olarak gösterilmektedir. Alman-Avusturya veri bankasından (DPV database) sağlanan ve pediatrik tip 2 diyabet olarak tanı alan hastalarda yapılan bir çalışmada *HNFI1A rs1169288* (*p.Ile27Leu*) mutasyonu tespit edilmiştir [33]. *HNFI1A rs1169288* (*p.Ile27Leu*) mutasyonu Batı Hint popülasyonunda geç başlangıçlı diyabet ve Güney Brezilya popülasyonunda Ranade ve ark.'nın (2010) çalışmasında olduğu gibi aşırı kilolu ve obez diyabet ile ilişkili bulunmuştur [37, 38]. *HNFI1A rs1169288* mutasyonu Çin'de ve İran'da ise erken başlangıçlı tip 2 diyabet ile ilişkili bulunmuştur [39-40].

HNFI1A rs1169288 (*p.Ile27Leu*), *rs1800574* (*p.Ala98Val*) ve *rs2464196* (*p.S487N*) varyantlarının bozulmuş glukoz toleransı ve artmış tip 2 diyabet riski ile ilişkisi tutarsız olup varyant taşıyan disglisemik bireylerde VKI değerlerinin daha düşük olduğu gözlenmiştir. Japon tip 2 diyabet hastalarında yapılan bir çalışmada bu durumun kilo ile ilişkisi incelenmiş ve *HNFI1A rs1169288* (*p.Ile27Leu*) varyantının 27L allelini taşımanın normal kilolu bireylerde tip 2 diyabet risk artışı ile ilişkili olduğu bildirilmiş ancak VKI ile ilişkili bulunamamıştır [28].

MODY kliniğinde kullanılan biyobelirteçler arasında yer alan CRP düzeylerinin (CRP<3 mg/dL karşı CRP≥3 mg/dL) incelenen gen bölgeleri ile ilişkisi incelendiğinde *HNFI1A rs1169288* mutasyonu için CRP düzeyleri istatistiksel olarak anlamlı (p=0,044) ve düşük bulunmuştur. Yüksek CRP düzeylerinde ise homozigot mutasyon sıklığının düşük olduğu gözlenmektedir. Projemizin bulguları literatürde önerilen parametreler arasından düşük CRP düzeylerinin MODY3 için ayırt edici olduğunu doğrular niteliktedir. Bununla birlikte, MODY hasta sayısı artırılarak, MODY kesin tanısı tüm gen MODY sorumlu genlerin dizi analiziyle doğrulanarak ve çalışma grubuna tip 1 ve tip 2 diyabet vakaları da eklenerek CRP ve biyokimyasal parametrelerin hastalığın tanısında kullanılabilecek biyobelirteç değeri kazanmasını sağlayacak araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Çalışmamızda, **kontrol** grubunda *HNF1A rs1169288 (A>C)* homozigot mutant CC genotipli bireylerde yüksek GGT ve Hb düzeyleri ile ilişkilidir. **MODY hasta** grubunda ise *HNF1A rs1169288 (A>C, p.I27L)* mutant CC genotipine sahip bireylerde normal A alleli taşıyanlara kıyasla başvuru kan şekeri istatistiksel olarak anlamlı seviyede yüksek iken ($p=0,016$), üre seviyeleri düşük ($p=0,022$) gözlenmiştir. Bu nedenle bulgularımızın, *HNF1A rs1169288 (p.I27L)* mutasyonunun yüksek kan glukoz düzeyleri ile ilişkisi göz önüne alındığında literatürle uyumlu olduğu görülmektedir.

5. Sonuçlar

MODY3 (HNF1A-MODY) yaygın MODY formlarından biri olmasına rağmen, literatür çalışmaları hastalığın klinik tanısını kolaylaştıracak yeterli ayırt edici parametre olmadığı yönündedir. Bu anlamda çalışmamız hastalığın klinik ve biyokimyasal bulgularının anlamlandırılmasına katkı sağlamak ve MODY kliniğinde *HNF1A* geni *rs1169288 (A>C)* mutasyonunun serum gama glutamil transferaz, hemoglobin, başvuru kan şekeri, üre ve CRP düzeylerinde etkili olabileceğine dikkat çekmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma, İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir. Proje No: 44381

Kaynaklar

- [1] McDonald, T.J. ve Ellard, S. Maturity onset diabetes of the young: identification and diagnosis. *Annals of Clinical Biochemistry*, 50(5), (2013), 403–415.
- [2] Nakhla, M. ve Polychronakos, C. Monogenic and Other Unusual Causes of Diabetes Mellitus. [Pediatric Clinics of North America](#), 52, (2005), 1637– 1650.

- [3] Velho, G. ve Froguel, P. Genetic, metabolic and clinical characteristics of maturity onset diabetes of the young. *European Journal of Endocrinology*, 138, (1998), 233-239.
- [4] Yılmaz-Ağladıoğlu, S., Aycan, Z., Çetinkaya, S., Baş, V.N., Önder, A., Peltek-Kendirci, H.N. ve ark. Maturity onset diabetes of youth (MODY) in Turkish children: sequence analysis of 11 causative genes by next generation sequencing. *J Pediatr Endocrinol Metab.*, 29(4), (2016), 487-496.
- [5] Atabek, M.E. ve Kurtoglu, S. Gençlerin Erişkin Başlangıçlı Diabeti. *Turkish Journal Of Medical Sciences*, 24, (2004), 167-172.
- [6] Javadi, M., Rafatpanah, H., Taghavi, S. M., Tavakolafshari, J., Ganjali, R., Valizadeh, N. ve ark. Analysis of the glucokinase gene in Iranian families with maturity onset diabetes of the young. *Journal of Diabetes Mellitus*, 03(04), (2013), 192-198. doi:10.4236/jdm.2013.34029
- [7] Covantev, S., Chiriac, A., Perciuleac, L. ve Zozina, V. Maturity onset diabetes of the young: Diagnosis and treatment options, 5(4), (2016), e0402 doi: 10.15275/rusomj.2016.0402
- [8] Kahn, C.R., Weir, G.C., King, G.L., Moses, A.C., Smith, R.J. ve Jacobson, A.M. *Joslin's Diabetes mellitus*. 14. Baskı. (2005). Chapter 22: Genetics of Type 2 Diabetes Lippincott Williams and Wilkins, sf 371-392.
- [9] Kim, S.H. Maturity-onset diabetes of the young: what do clinicians need to know? *Diabetes Metab J.*, 39, (2015), 468-77.
- [10] Prudente, S., Jungtrakoon, P., Marucci, A., Ludovico, O., Buranasupkajorn, P., Mazza, T, ve ark. Loss-of-Function Mutations in APPL1 in Familial Diabetes Mellitus. *Am J Hum Genet*, 97(1), (2015), 177-185. doi:10.1016/j.ajhg.2015.05.011
- [11] Ovsyannikova, A.K., Rymar, O.D., Shakhtshneider, E.V., Klimontov, V.V., Koroлева, E.A., Myakina, N.E. ve Voevoda, M.I. ABCC8-Related Maturity-Onset Diabetes of the Young (MODY12): Clinical Features and Treatment Perspective. *Diabetes Ther*, 7(3), (2016), 591-600. doi:10.1007/s13300-016-0192-9
- [12] Colclough, K., Bellanne-Chantelot, C., Saint-Martin, C., Flanagan, S.E., ve Ellard, S. Mutations in the Genes Encoding the Transcription Factors Hepatocyte Nuclear Factor 1 Alpha and 4 Alpha in Maturity-Onset Diabetes of the Young and Hyperinsulinemic Hypoglycemia. *Hum Mutat*, 34, (2013), 669-685.
- [13] Negahdar, M., Aukrust, I., Molnes, J., Solheim, M.H., Johansson, B.B., Sagen, J.V. ve ark. GCK-MODY diabetes as a protein misfolding disease: The mutation R275C promotes protein misfolding, self-association and cellular degradation. *Biochim Biophys Acta*, Nov; 1822(11), (2012), 1705-15. doi: 10.1016/j.bbadis.2012.07.005.
- [14] Hattersley, A.T ve Patel, K.A. Precision diabetes: learning from monogenic diabetes. *Diabetologia*, 60, (2017), 769-777. doi 10.1007/s00125-017-4226-2

- [15] Gardner, D.S. ve Tai, E.S. Clinical features and treatment of maturity onset diabetes of the young (MODY). *Diabetes Metab Syndr Obes*, 5, (2012), 101-108. doi:10.2147/DMSO.S23353
- [16] Juszcak, A. ve Owen, K. Identifying subtypes of monogenic diabetes. *Diabetes Manage*, 4(1), (2014), 49–61.
- [17] Kleinberger, J.W. ve Pollin, T.I. Undiagnosed MODY: Time for Action. *Curr Diab Rep*, 15(12), (2015), 110. doi:10.1007/s11892-015-0681-7
- [18] Beijers, H. J., Losekoot, M., Odink, R. J. ve Bravenboer, B. Hepatocyte nuclear factor (HNF)1A and HNF4A substitution occurring simultaneously in a family with maturity-onset diabetes of the young. *Diabet Med*, 26(11), (2009), 1172-1174. doi:10.1111/j.1464-5491.2009.02855.x
- [19] Forlani, G., Zucchini, S., Di Rocco, A., Di Luzio, R., Scipione, M., Marasco, E. ve ark. Double heterozygous mutations involving both HNF1A/MODY3 and HNF4A/MODY1 genes: a case report. *Diabetes Care*, 33(11), (2010), 2336-2338. doi:10.2337/dc10-0561
- [20] Lopez-Garrido, M.P., Herranz-Antolin, S., Alija-Merillas, M.J., Giralt, P. ve Escribano, J. Co-inheritance of HNF1a and GCK mutations in a family with maturity-onset diabetes of the young (MODY): implications for genetic testing. *Clin Endocrinol (Oxf)*, 79(3), (2013), 342-347. doi:10.1111/cen.12050
- [21] Estalella, I., Rica, I., Perez de Nanclares, G., Bilbao, J.R., Vazquez, J.A., San Pedro, J.I. ve ark. Mutations in GCK and HNF-1alpha explain the majority of cases with clinical diagnosis of MODY in Spain. *Clin Endocrinol (Oxf)*, 67(4), (2007), 538-546. doi:10.1111/j.1365-2265.2007.02921.x
- [22] Ellard, S. Hepatocyte nuclear factor 1 alpha (HNF-1-alpha) mutations in maturity-onset diabetes of the young. *Hum Mutat*, 16, (2000), 377-385.
- [23] Gragnoli, C., Lindner, T., Cockburn, B.N., Kaisaki, P.J., Gragnoli, F. ve Marozzi, G. ve ark. Maturity-Onset Diabetes of the Young Due to a Mutation in the Hepatocyte Nuclear Factor-4a Binding Site in the Promoter of the Hepatocyte Nuclear Factor-1a Gene. *Diabetes*, 46, (1997), 1648-1651.
- [24] Bonnycastle, L.L., Willer, C.J., Conneely, K.N., Jackson, A.U. Burrell, C.P., Watanabe, R.M., ve ark. Common Variants in Maturity-Onset Diabetes of the Young Genes Contribute to Risk of Type 2 Diabetes in Finns. *Diabetes*, 55, (2006), 2534–2540.
- [25] Holmkvist, J., Almgren, P., Lyssenko, V., Lindgren, C.M., Eriksson, K.F., Iso-maa, B. ve ark. Common Variants in Maturity-Onset Diabetes of the Young Genes and Future Risk of Type 2 Diabetes. *Diabetes*, 7, (2008), 1738–1744.
- [26] Pruhova, S., Ek, J., Lebl, J., Sumnik, Z., Saudek, F., Andel, M., ve ark. Genetic epidemiology of MODY in the Czech republic: new mutations in the MODY genes HNF-4alpha, GCK and HNF-1alpha. *Diabetologia*, 46(2), (2003), 291-295. doi:10.1007/s00125-002-1010-7

- [27] Ryffel, G.U. Mutations in the human genes encoding the transcription factors of the hepatocyte nuclear factor (HNF)1 and HNF4 families: functional and pathological consequences. *Journal of Molecular Endocrinology*, 27, (2001), 11–29.
- [28] Morita, K., Saruwatari, T., Tanaka, T., Oniki, K., Kajiwara, A., Otakeb, K.K., Ogatab, Y. ve ark. Associations between the common HNF1A gene variant p.I27L (rs1169288) and risk of type 2 diabetes mellitus are influenced by weight. *Diabetes & Metabolism*, (2014), 4 pages.
- [29] Giuffrida, F.M.A., Furuzawa, G.K., Kasamatsu, T.S., Oliveira, M.M., Reis, A.F. ve Dib S.A. HNF1A gene polymorphisms and cardiovascular risk factors in individuals with late-onset autosomal dominant diabetes: a cross-sectional study. *Cardiovascular Diabetology*, 8(28), (2009), 9 pages. doi:10.1186/1475-2840-8-28
- [30] Eide, S.A., Raeder, H., Johansson, S., Midthjell, K., Sovik, O., Njolstad, P.R. ve ark. Prevalence of HNF1A (MODY3) mutations in a Norwegian population (the HUNT2 Study). *Diabet. Med.*, 25, (2008), 775–781. doi: 10.1111/j.1464-5491.2008.02459.x
- [31] Reiner, A.P., Barber, M.J., Guan, Y., Ridker, P.M., Lange, L.A., Chasman, D.I., ve ark. Polymorphisms of the HNF1A gene encoding hepatocyte nuclear factor-1 alpha are associated with C-reactive protein. *Am J Hum Genet.*, 82(5), (2012), 1193-201. doi: 10.1016/j.ajhg.2008.03.017.
- [32] Najmi, L.A., Aukrust, I., Flannick, J., Molnes, J., Burt, N., Molven, A. ve ark. Functional Investigations of HNF1A Identify Rare Variants as Risk Factors for Type 2 Diabetes in the General Population. *Diabetes*, 66, (2017), 335–346. doi: 10.2337/db16-0460
- [33] Radha, V., Ek, J., Anuradha, S., Hansen, T., Pedersen, O. ve Mohan, V. Identification of Novel Variants in the Hepatocyte Nuclear Factor-1 Gene in South Indian Patients with Maturity Onset Diabetes of Young. *J Clin Endocrinol Metab*, 94, (2009), 1959–1965.
- [34] Zhang, M., Zhou, J.J., Cui, W., Li, Y., Yang, P., Chen, X. ve ark. Molecular and phenotypic characteristics of maturity-onset diabetes of the young compared with early onset type 2 diabetes in China. *Journal of Diabetes*, 7, (2015), 858–863.
- [35] Köse, T. Türk Popülasyonunda HNF1A Gen Mutasyonlarının Araştırılması. DETAE Genç Araştırmacılar Toplantısı. Kongre kitapçığı, (2015), sf 27.
- [36] Rowley, C.W., Stolach, L.J., Divine, J.K., McCaul, S.P. and Simon, T.C. Mechanisms of mutual functional interactions between HNF-4a and HNF-1a revealed by mutations that cause maturity onset diabetes of the young. *Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol* 290, (2006), G466-G475. doi: 10.1152/ajpgi.00431.2005

- [37] Ranade S.S., Deobagkar, D.N. ve Deobagkar, D. D. Identification of I27L polymorphism in the HNF1A gene in Western Indian population with late onset of diabetes. *International Journal of Diabetes in Developing Countries*, 30(4), (2010), 226-229.
- [38] Bonatto, N., Nogaroto, V., Svidnicki, P.V., Milléo, F.Q., Grassioli, S., Almeida, M.C., ve ark. Variants of the HNF1A gene: A molecular approach concerning diabetic patients from southern Brazil. *Genetics and Molecular Biology*, 35(4), (2012), 737-740.
- [39] Moghbeli, M., Naghibzadeh, B., Ghahraman, M., Fatemi, S., Taghavi, M., Vakil, R. ve ark. Mutations in HNF1A Gene are not a Common Cause of Familial Young-Onset Diabetes in Iran. *Ind J Clin Biochem*, 33(1), (2018), 91-95.
- [40] Yang, Y., Zhou, T.C., Liu, Y.Y., Li, X., Wang, W.X., Irwin, D.M. ve Zhang, Y.P. Identification of HNF4A Mutation p.T130I and HNF1A Mutations p.I27L and p.S487N in a Han Chinese Family with Early-Onset Maternally Inherited Type 2 Diabetes. *J Diabetes Res*, (2016), Article ID: 3582616. doi:10.1155/2016/3582616

Heybeliada'daki Tescilli Konut Mimarisinin Fiziksel Veri Analizine Yönelik Bir Alan Çalışması

Büşra ÇELİK BAY¹, Tuğba ERDİL POLAT²

¹İBB Kültürel Miras Koruma Müdürlüğü, Sarıyer-İstanbul, Türkiye

²TC Haliç Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Sütluce-İstanbul, Türkiye.

Geliş Tarihi: 16.05.2018

***Sorumlu Yazar e mail:** tugbaerdil@halic.edu.tr

Kabul Tarihi: 26.07.2018

Özet

Bu araştırmanın amacı, İstanbul'un Adalar ilçesine bağlı olan Heybeliada'nın kültür envanterini oluşturarak bir veri tabanı hazırlamaktır. Bunun için Heybeliada'da bulunan tescilli sivil mimari örneklerinin fiziksel özelliklerinin tespit edilmesi, fotoğraflanması ve bütün tescilli yapılara ait bir anıt fişinin oluşturulması amaçlanmıştır.

Bu çalışmanın hazırlanmasında izlenen yöntem, çeşitli veriler kullanılarak tescilli yapıların bir tablosunu oluşturmak tır. Oluşturulan envanter fişi, İstanbul Büyükşehir Belediyesi güncel olarak kullanılan ve Avrupa Konseyi tarafından istenen niteликte, yapıya ait bilgileri kapsaması göz önünde bulundurularak hazırlanmıştır. Alan çalışması, yapıların karakteristik özelliklerine ilişkin verilerin kaydedilmesi amacıyla yapıların yerinde incelenmesi ve fotoğraflarla belgelenmesini kapsamaktadır. Bu tespit ve çalışmaların bölgede gelecek dönemde gerçekleşmesi olası değişiklikler adına yapılacak olan incelemelerde güncel bir veri tabanı teşkil etmesi umulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Heybeliada, Envanter, Kültürel Miras, Konut Mimarisi

A Survey on Morphological Analysis of Patented Residential Architecture in Heybeliada

Abstract

Purpose of this research is to create an architectural database of Heybeliada, which is one of the Prince Islands of Istanbul, based on cultural and architectural inventory. Thus, examination of physical characteristics of officially registered architectural assets, photographing those architectural datum and creating an inventory report for each of the patented buildings are the main concentration of this survey.

Survey method includes providing information of all kinds about officially registered historical buildings on the island. Inventory reports are following survey information which includes morphologic examination, structural information and other architectural details, which are currently used in IBB Cultural Studies departments according to EU standarts. Survey study includes enlisting characteristics of buildings by structural land examination and documentation via photographs. Composing literatural information with this survey examinations are hoped to make it possible taking the current picture for architectural and cultural database for further studies on the region.

Keywords: Heybeliada, Inventory, Cultural Heritage, Residential Hausing

1. Giriş

Adını Çamlımanı'ndan çıkarılan bakır madeninden alan “Halki” günümüzdeki adıyla “Heybeliada”, Bizans öncesi dönemden günümüze kadar varlığını sürdürmüş ve sürdürmeye de devam etmektedir [1]. Bu uzun yıllar boyunca birçok milletten insan tarafından geliştirilmiş ve bu insanların farklı kültürlerinden etkilenecek ve gelişerek günümüze kadar gelmiştir. Doğal güzelliği ve temiz havası ile Osmanlı döneminde sayfiye yeri olarak kullanılmışsa da, ada içerisinde bulunan dini ve eğitim yapıları dünyanın dört bir yanından göçler almıştır. Bahriye Okulu'nun gelmesiyle de yeni kültür etkileri hissedilmeye başlanmıştır [1]. Bu ve bunun gibi nedenlerle yüzyıllarca ilgi odağı olan Heybeliada'da birçok tarihi değer niteliğinde yapı bulunmaktadır. Bu değerli yapılar içerisinde olan sivil mimari örneklerinin belgelerle, gelecek yıllara kaynak oluşturulacak şekilde sunulduğu bir çalışmadır. Çalışmanın kapsamı, kısıtları ve amacı aşağıdaki başlıklarda detaylı olarak ele alınmıştır.

2. Materyal ve Metot

Bu çalışmanın hazırlanmasında izlenen yöntem, tescilli yapıların çeşitli veriler kullanılarak bir tablosunu oluşturmak ve bu tabloda bulunan ada-parsellerin 1/1000 ölçekli hali hazır paftasına işlenmesiyle





başlanmaktadır. Oluşturulan envanter fişi, Avrupa Konseyi tarafından istenen, yapıya ait bilgileri kapsamı göz önünde bulundurularak hazırlanmıştır. Alan çalışması sırasında, yapıların yerinde tespiti, incelenmesi ve fotoğraflarla belgelenmesi hedeflenmiştir. Bir sonraki aşama olarak, bu yerinde tespit edilen ve incelenen yapılara ait envanter/anıt fişi hazırlanmıştır.

2.1. Kapsam ve Kısıtlar

Bu çalışma için Heybeliada'nın seçilmesinde, böyle bir çalışmanın son 5 yıl içerisinde yapılmamış olması önemli bir faktördür. Mimar Sinan Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Restorasyon Ana Bilim Dalı arşivinde envanter fişlerinin olduğu öğrenilmiş fakat tarihi saptanamamıştır. İstanbul Valiliği, İl Kültür Müdürlüğü, Tarihi, Mimari Eserlerin Tespiti ve Korunması Projesi Merkez Bürosu tarafından 2003 yılında bir envanter çalışması yapılmıştır. Adalar Belediyesi ve Adalar Müzesi ortak çalışması olan Mimari Miras Veri Tabanı çalışması içinde Heybeliada'dan 71 adet yapı için envanter çalışması 2010 yılında yapılmıştır. Hazırlanan bu çalışma 367 adet tescilli yapıya ait envanter/anıt fişinin sonuçlarından oluşmaktadır. Bu hazırlanan belgelerde yapılara ait fiziksel özellikler, plan ve cephe özellikleri ile yapılara ait tespit tarihinde yapılmış gözlemler bulunmaktadır.

2.2. Şekiller, Tablolar ve Denklemler

Araştırma verilerinin uygun ve tutarlı bir çerçevede ele alınarak sıralanması konusunda belirli bir yöntem kurma zorunluluğu doğmaktadır. Böylece izleme ve değerlendirmede esas teşkil eden analiz paftaları, saha çalışmasından gelen verilerin kaydedilmesinde bir yöntem olarak benimsenmiştir. Söz konusu fişler, konu kapsamında mimari değerlendirmeler açısından sayısal oran ve kıyaslara dayalı niceliksel değerlerinin belirlenmesindeki başlıca kaynağı teşkil etmektedir (Şekil 1).

TÜRKİYE KENTSEL KÜLTÜR VARLIKLARI ENVANTERİ	ENVANTER NO	0003	İLİŞKİLİ ENVANTER NO		 HALIÇ ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MİMARLIK ANA BİLİM DALI	
	İL	İSTANBUL	İLÇE	ADALAR		
	MAHALLE	HEYBELİADA	ESKİ MAHALLE			
	ADA	7	PARSEL	6		
	ESKİ ADA		ESKİ PARSEL			
ADRES	BAHRİYELİ ŞÖKRÜ BEY SOK. NO:12					
ANITIN ADI			ESKİ ADI			
ANIT TÜRÜ	KONUT		GÜNÜMÜZDEKİ İŞLEMLERİ	KONUT		
KÜLTÜR DÖNEMİ			YAPIM TARİHİ			
MAL SAHİBİ	ÖZEL		YAZIT	YOK		
YAPAN			YAPTIRAN			
YAPININ FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ			YAPIYA GİRİLDİ	EVET	HAYIR X	
TAŞINICI SİSTEM	YIĞMA:	AHŞAP	KERPIÇ	TUĞLA	TAŞ	KARMA
	KARKAS:	AHŞAP	BETONARME	ÇELİK		
ÖRTÜ TÜRÜ	BEŞİK		ÖRTÜ MALZEMESİ	MARŞILYA KİREMIT	BEZEME	VAR
CEPHEYE İLİŞKİN MALZEME		BOYA+AHŞAP KAPLAMA				
SAGLAMLIK DURUMU	HARAP	ORTA	İYİ X	FİZİKSEL ÖZGÜNLÜK	ÇOK DEĞİŞMİŞ	
PLAN ÖZELLİKLERİ	DİKDÖRTGEN PLANLI YAPILAR. BODRUM, ZEMİN VE İKİ NORMAL KATTAN OLUŞMAKTADIR. YAPILAR KUZEBATİ VE GÜNEYDOĞU CEPHELERİNDEN BİTTİŞİK NİZAMUDUR. YAPIYA GİRİŞ, GÜNEYBATI CEPHESİNDEN OLUP GİRİŞE SORAK KOTUNDAN ÜÇ BASAMAK ÇIKILARAK ULAŞILIR. KUZEBATİ CEPHESİNDE, BİRİNCİ KAT PLANINA YANSIYAN GÖNVE BALKON BULUNMAKTADIR.					
CEPHE ÖZELLİKLERİ	YAPININ KUZEBATİ CEPHESİ, BODRUM KAT HIZASINA KADAR SIVA ÜZERİ BOYALI OLUP ÜST KATLAR ÇİTALİ AHŞAP KAPLIDIR. YAPININ GİRİŞ KAPISINA MERMER BASAMAKLARLA ULAŞILIR VE KAPI AHŞAP PERVAZLI, ÇİFT KANATLI, ÜÇ TABLALI VE AHŞAP DOĞRAMALIDIR. KUZEBATİ CEPHESİNDE BODRUM KAT PENCERELERİ PVC DOĞRAMALI OLUP ÜST KAT PENCERELERİ AHŞAP PERVAZLI GİYOTİN OLUP AHŞAP OYMALI DİRENZLİK ALTI SÜSLEMELERİ BULUNMAKTADIR. BİRİNCİ KATTA BULUNAN BALKONUN AHŞAP OYMALI KORKULUĞU VARDIR. SAÇAK ALTINDA TEK SIRA AHŞAP DENDAN SİLME OLUP SAÇAK ALTI AHŞAP KAPLIDIR.					
GÖZLEM VE AÇIKLAMALAR			VAZİYET PLANI			
YAPININ İKİNCİ KATI OLARAK KULLANILAN KATIN SONRADAN ERLENTİ OLDUĞU YAPIM TEKNİĞİNDEN ANLAŞILMAKTADIR. İKİNCİ KATIN ÜZERİNDE SONRADAN ERLENMİŞ ÇATI GÖRÜLÜR.						
TESCİL DURUMU	TESCİLLİ	TESCİLSİZ	TESCİL TARİHİ	15.03.1975	KARAR NO	8283
FOTOĞRAF			FOTOĞRAF			
						

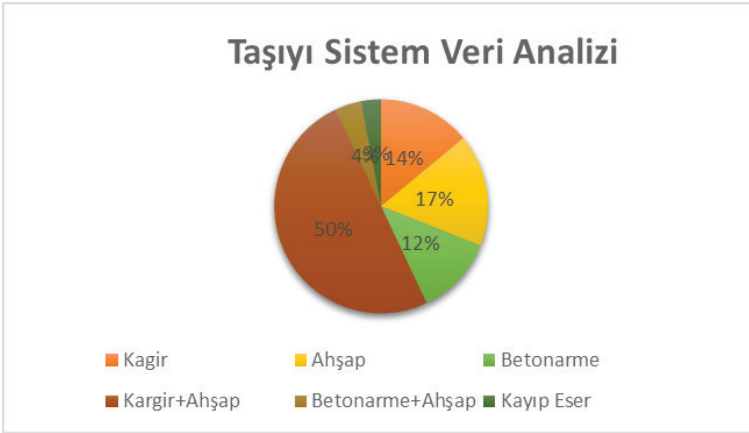
Şekil 1. Heybeliada veri analizi çalışması envanter fişi örneği.

3. Bulgular

Saha çalışması kapsamında hazırlanan envanter fişleri, incelenen yapıların fiziksel özelliklerine yüzde değerlerinin tespit edilmesinde faydalı olmuştur. Taşıyıcı sistem olarak incelemelerde, 367 yapının içerisinde 50% oranla 183 yapının çoğunluklu olarak ahşap + kâgir olduğu tespit edilmiştir. 17%'lik oranla ahşap yapılar 62 adettir. 14% oranla kâgir yapılar 53 adettir. Taşıyıcı sistemi betonarme olarak belirlenen yapılar 12% oranla 43 adettir. Betonarme üzeri ahşap yapılar 4% ile 16 yapı olup 3% olarak gösterilen kayıp eserler 10 adettir. Cephe sistemleri fiziksel veri analizinde, yapıların giriş cephesindeki hareketlilik incelenmiştir. Bu incelemede, 367 yapının tamamı gözlemlenmiştir. 367 yapının 212 adeti, 58% oranla düz cephelidir. 134 yapı, 36% oranla tek cumbalıdır. 11 yapı 3% oranla çift cumbalı olup 10 yapı %3'lük oranla kayıp eserdir. Bu başlık altında çatı türünün; beşik, kırma ve teras olma özellikleri kıyaslanmıştır. Baz alınan 367 yapının 10 tanesi kayıp eser ve 5 tanesinin de çatı örtü türü gözlemlenmemiştir. 180 yapı 49% oranla beşik çatı, 158 yapı 43% oranla kırma çatı ve 13 yapı 4% oranla teras çatı örtü türüne sahiptir. Çatı örtü malzemesi incelemesinde toplam 367 olan yapıların %51'inde tespit yapılamamış ve 33% oranıyla marsilya kiremitin bulunduğu yapı sayısı 123'tür. Shingle örtünün bulunduğu 8% oranda 30 yapı bulunur. %3 oranla alaturka kiremit bulunduğu 12 yapı ve oluklu shingle örtünün bulunduğu 2%'lik oranda 6 adet yapı bulunmaktadır. Kat yüksekliği analiz sonuçlarına göre; 62% oranla zemin+1 normal kattan oluşan yapı 229 adet, 19% oranla zemin+2 normal kattan oluşan yapı 70, 12% oranla zemin+2 normal kattan oluşan yapı sayısı 46, 3% oranla zemin+3 normal kattan oluşan yapı sayısı 10 ve zemin+4 kattan oluşan yapı sayısı 2'dir. 10 adet kayıp eser grafikte de gösterildiği gibi 3%'lük dilimi kapsamaktadır. Heybeliada'da bulunan 367 yapının; 332 adedi 90%'lık oranla iyi durumda, 6%'lık oranla 23'ü orta durumda, 1%'lik oranla 2'si harap durumda ve 3% lük oranla 10'u kayıp eser durumundadır.

3.1. Taşıyıcı Sistemlerin Strüktürel Yapısına İlişkin Veri Analizi

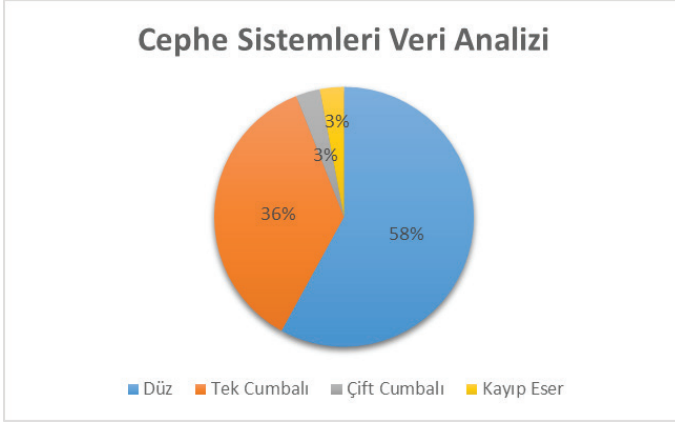
Taşıyıcı sistemlerin strüktürel yapısına ilişkin elde edilen bilgiler üzerine hazırlanan bu veri analizinde (Şekil 2), 367 yapı baz alınmıştır. Bu 367 yapının içerisinde 50% oranla 183 yapının çoğunluklu olarak ahşap + kâgir olduğu tespit edilmiştir. 17%'lik oranla ahşap yapılar 62 adettir. 14% oranla kâgir yapılar 53 adettir. Taşıyıcı sistemi betonarme olarak belirlenen yapılar 12% oranla 43 adettir. Betonarme üzeri ahşap yapılar 4% ile 16 yapı olup 3% olarak gösterilen kayıp eserler 10 adettir.



Şekil 2. Taşıyıcı Sistem Veri Analizi

3.2. Cephe Sistemleri Fiziksel Veri Analizi

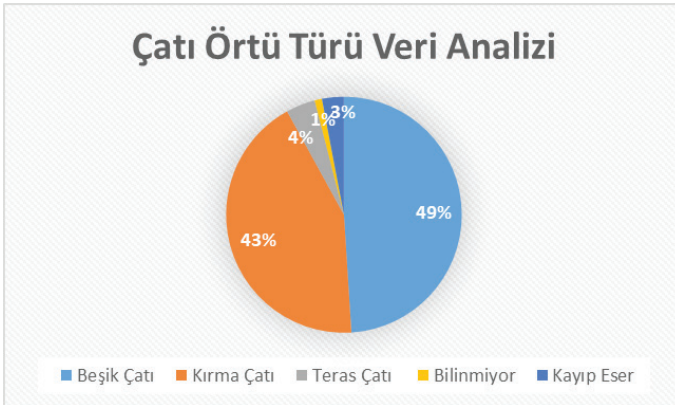
Cephe sistemleri üzerinde saha çalışmasında elde edilen gözlemlere dayalı fiziksel veri analizinde (Şekil 3), yapıların giriş cephesindeki hareketlilik incelenmiştir. Bu incelemede, 367 yapının tamamı gözlemlenmiştir. 367 yapının 212 adedi, 58% oranla düz cephelidir. 134 yapı, 36% oranla tek cumbalıdır. 11 yapı 3% oranla çift cumbalı olup 10 yapı 3%'lük oranla kayıp eserdir.



Şekil 3. Cephe Sistemleri Veri Analizi

3.3. Çatı Örtü Türü Veri Analizi

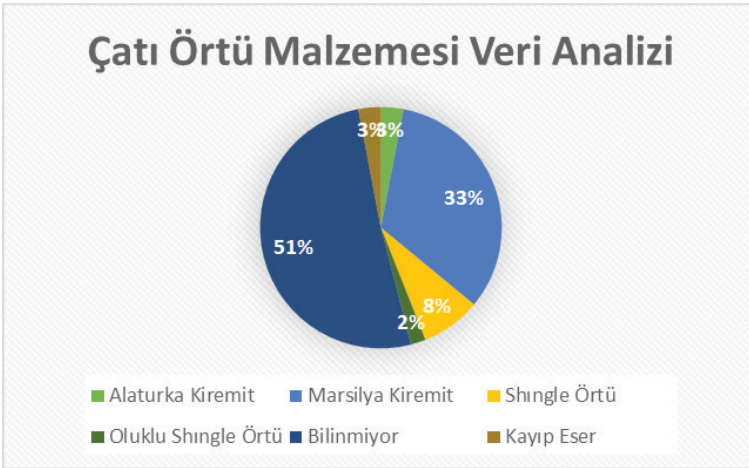
Bu başlık altında çatı türünün; beşik, kırma ve teras benzeri yapısal özellikleri kıyaslanarak çatı örtülerinin yapı niteliklerine dayalı niceliksel veri analizi oluşturulması (Şekil 4) hedeflenmiştir. Baz alınan 367 yapının 10'u kayıp eserdir, 5'inin ise çatı örtü türü gözlemlenmemiştir. 180 yapı 49% oranla beşik çatı, 158 yapı 43% oranla kırma çatı ve 13 yapı 4% oranla teras çatı örtü türüne sahiptir.



Şekil 4. Çatı Örtü Türü Veri Analizi

3.4. Çatı Örtü Malzemesi Veri Analizi

Çatı örtü malzemesi analizinde, 367 tescilli yapının 181 adedinin çatı örtüsüne ilişkin yapı malzemesi gözleme tabi tutulma imkânı vermektedir. Tespiti yapılabilen yapılar içerisinde; 33% oranıyla marsilya kiremitin bulunduğu yapı sayısı 123'tür. Shingle örtünün bulunduğu 8% oranda 30 yapı bulunur. 3% oranla alaturka kiremitin bulunduğu 12 yapı ve oluklu shingle örtünün bulunduğu 2%'lik oranda 6 adet yapı bulunmaktadır (Şekil 5).

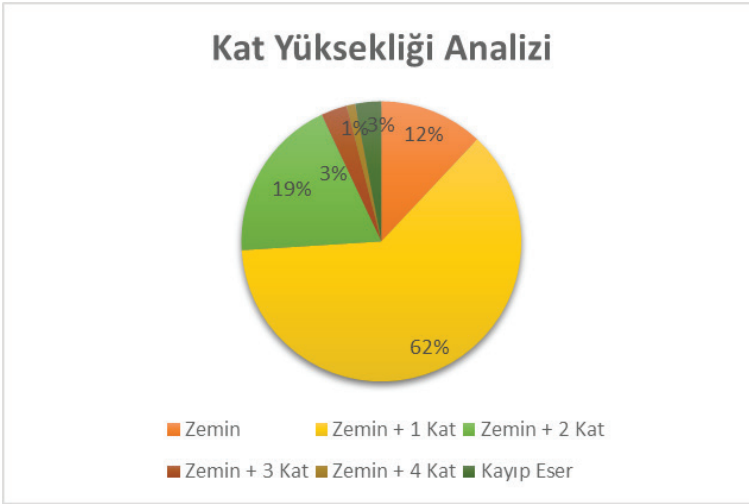


Şekil 5. Çatı Örtü Malzemesi Veri Analizi

3.5. Kat Yüksekliği Veri Analizi

367 tescilli yapı gözlem ve tespit sonucunda zemin, zemin+1 normal kat, zemin+2 normal kat, zemin+3 normal kat ve zemin+4 normal kat olarak gruplandırılmıştır. Yapılarda çatı katı bu sınıflandırmaya dahil edilmemiştir. Bunun nedeni çalışma kapsamındaki bütün yapıların çatı katına sahip olup olmadığına ilişkin verilerin saha çalışmasındaki gözleme dayalı araştırmada tespit edilememiş olmasıdır. Bu

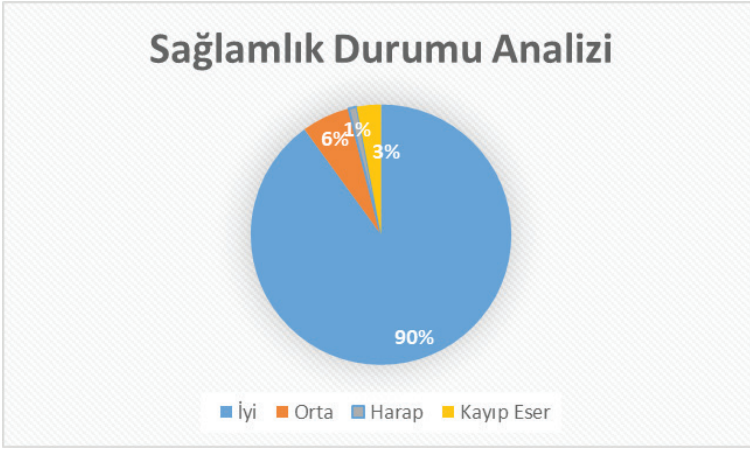
analizde, 62% oranla zemin+1 normal kattan oluşan yapı 229 adet, 19% oranla zemin+2 normal kattan oluşan yapı 70, 12% oranla zemin+2 normal kattan oluşan yapı sayısı 46, 3% oranla zemin+3 normal kattan oluşan yapı sayısı 10 ve zemin+4 kattan oluşan yapı sayısı 2'dir. 10 adet kayıp eser grafikte de gösterildiği gibi 3%'lük dilimi kapsamaktadır (Şekil 6).



Şekil 6. Kat Yüksekliği Veri Analizi

3.6. Sağlık Durumu Veri Analizi

Anıt fişlerinde yazılı tarihlerde yapılan tespitlerin sonucunda (Şekil 1), Heybeliada'da bulunan 367 yapının; 332 adedi 90%'lık oranla iyi durumda, 6%'lık oranla 23 adedi orta durumda, 1%'lik oranla 2'si harap durumda ve 3% lük oranla 10'u kayıp eser durumundadır (Şekil 7).



Şekil 7. Sağlamlık Durumu Veri Analizi

4. Tartışma

İstanbul'un Küçükalyalı, Maltepe ve Kartal sahillerinin karşısında iki sıra halinde dizilen adalardır. Birinci sıra Kınalıada, Burgazada, Kaşık Adası, Heybeliada, Büyükada, Sedefadası olup ikinci sıra Sivri, Yassı ve Tavşan adalarıdır. Adalar İlçesi dokuz adadan oluşmaktadır. Büyükada (Prinkipo), Heybeliada (Halki), Burgazada (Antigoni), Kınalıada (Proti), Sedefadası (Terebintos) ve İstanbul Üniversitesi tarafından Su Ürünleri Fakültesi kampüsü haline getirilen Yassıada (Plati) yerleşime açıktır, özel mülk olan Kaşıkadası (Pita), Tavşanadası (Neandros) ve Sivriada (Ohia) yerleşime açık değildir.İzmit Körfezi'nin Marmara Denizi ile birleştiği bölgede bulunan Adalar, İstanbul'un güneydoğusundadır. Adalar ilçesi, dünyanın 40 43 16 – 40 50 29 kuzey enlemleri ile 29 02 24 – 29 08 08 doğu boylamları arasında bulunmaktadır [1] (Şekil 9)



Şekil 8. Büyükada'dan Heybeliada, 11 Haziran 1904 [2]

Heybeliada, geçmişten günümüze Osmanlı İmparatorluğu ve öncesine dair değerli kentsel-kültürel mirasa ev sahipliği yapması bakımından, özellikle konut mimarisi açısından önemli bir tescilli eser yoğunluğuna sahiptir. Bu çalışmada incelenen mimari yapıların ihtiva ettiği kültürel sürekliliğin verilerini, Heybeliada'daki tescilli konut mimarisinin, Heybeliada'nın İstanbul'un genel mimari kültürü içerisinde edindiği önemli yer dâhilinde ele alınması, bölgenin tarihsel ve kültürel değerinin anlaşılmasında oldukça önemlidir (Şekil 8). Bu noktada Heybeliada'nın İstanbul'da ilk yerleşimlerin başladığı andan itibaren edindiği önem, aşağıdaki başlıklar altında detaylı olarak değerlendirilmektedir.

4.1. Prens Adaları Mimarisine İlişkin Temel Fiziksel Veriler ve Tarihsel Gelişim Süreci

Adaların, Kocaeli Yarımadası'nın batısını kapsayan eski bir kitlenin parçaları oldukları, coğrafi konumları ve jeolojik yapı özelliklerinin yanı sıra, bölgenin denizaltı topoğrafyasından da anlaşılmaktadır. Burada, güneydoğuya doğru derinleşen bir platform Kocaeli Yarımadası'na doğru yavaş yavaş yükselerek Büyükada ile Dragos arasında

10-15 m. derinlikte bir sırt haline gelir. Yapılan ölçüm ve araştırmalar, bütün adalar arasında, sular altında kalmış eski bir akarsuyun vadileri olduğu sanılan olukların; adaların kuzeybatısında da, Boğaziçi kanalının devamı olduğu tahmin edilen bir oluğun varlığını göstermektedir. Adalara ilk yerleşim ile ilgili kesin bir tarih bulunmama ile beraber, tarihlenebilen ilk olay; M.Ö.298'de Burgazada'da, Makedonya Kralı Büyük İskender'in komutanlarında Antigos'un oğlu Dimitrios Poliorkites'in babasının anısına bir kale inşa ettirmesi ve adaya Antigoni adını vermesi olmuştur. M.Ö. 4. yy 'da Aristoteles adalardan Halke-don (Kadıköy) adaları olarak bahsetmektedir. 8. Yay'dan itibaren Bizans'ın gözden düşen din adamları veya siyasal rakip olarak görülen din adamları, prensler hatta imparator ve imparatoriçeler çoğunlukla da ağır işkenceler altında bu adalara sürgün edilmiştir [1].



Şekil 9. Prens Adaları'nın Konumu [11]

Bu sürgünler arasında, 780 yılında 10 yaşında tahta geçen VI. Konstantinos'un onun yerine devleti yönetme görevini üstlenen annesi İmpatoriçe Eirene de bulunur. Adaların asıl tarih sahnesine çıkışı

Bizans döneminde olmuş ve Bizans kaynaklarında yer almıştır. 330 yılında İstanbul'un başkent olmasından sonra adalarda sivil ve dini yapılar kurulmuştur. Bizans döneminde yapılan manastırların Roma zamanında yapılan tapınakların üzerine inşa edildiği kaydedilen ilk verilerdendir [2].

567 yılında Büyükada'ya, İmparator II. İustinos, "Megale" olarak anılan bir saray inşa ettirmiştir. Bu tarihten sonra manastırlar ve kiliselerin inşası çoğalmıştır. Bu dini yapıların yanı sıra küçük balıkçı köyleri kurulmuş ve bu köyler sadece balıkçılıkla değil çiftçilikle de uğraşmışlardır. Fatih Sultan Mehmet'in 1453'te İstanbul'u fethetmesiyle, Adalar Osmanlı egemenliğine geçmiştir. Fakat adaların tamamı 42 gün sonra fethedilmiştir [1].

1562 yılında İstanbul'daki veba salgınında adalara sığınan insanlarla birlikte Adalar nüfusunun bu tarihte arttığı gözlemlenmiştir. İstanbul'un kurtuluşundan sonra Adalarda yaşayan Rum halkın büyük bir bölümü adalardan ayrılmak zorunda kalmıştır. Bu göçün Adalar'a olan olumsuz etkileri ve kapanan dükkânlar, işyerlerinin eksikliğiyle Adalardaki yaşam durma noktasına gelmiştir. Cumhuriyet dönemi ve sonrasında İstanbul'dan Adalar'a göç sayısında ve buna bağlı olarak inşaat işlerinde artış görülmüştür. Bu dönemden sonra Adalar sayfiye yeri olarak görülmeye başlanmıştır [3].

4.2. Heybeliada'da İlk Yerleşimler ve Mimari Kültür

Tarih boyunca kültürel zenginliğin beşiği konumunda olan Heybeliada'nın geçmişi, tarihsel verilere dayalı literatürde önemli metinlerde yer almaktadır. Bizans dönemi öncesinde Heybeliada'da yaşam olduğunu gösteren bilgiler şu şekildedir; 1875'te çarşıda bulunan Aya Nikola Kilisesi'nin temelleri kazılırken Helenistik mermer levha bulunmuştur [4]. 1844 yılında Papaz Okulu'nun içindeki Aya Triada Kilisesinin yeniden yapımı sırasında yazılı bir taş bulunmuştur. Rahip Arsenios, Çamlımanı'nda eski tarihli mezarlar gördüğünü yazmıştır. Bizans Döneminde, Heybeliada'nın tarihi soyluların buraya sürgün

edilmesiyle başlamıştır. Sürgün yerinin Adalar olarak seçilmesinin sebepleri, şehre yakın yerde gözaltında olmaları ve hapsedilmeleridir [5].

Heybeliada'nın ilk manastırı olarak bilinen, Aya Triada Manastırı, 809 yılında Papaz Dağında bulunan papaz okulunun bulunduğu yerde inşa edilmiştir. 820 yılında eski Bizans Kraliçesi Teodosie ve oğlu Vasil buraya sürgün edilmiştir. (Gülen, 2014:30) Bu dönemlerde Adalar “Sürgün Adaları” olarak anılmıştır. 860 yılında Rusya'dan gelen Kazak korsanları, plajdan Heybeliada'ya girerek Papaz Dağı'na çıkmışlar ve Aya Triada Manastırını yağmalamışlardır. 1204 yılında Konstantinopl'dan geçen Haçlılar şehri yağmalamışlar ve Adalar'a da girerek Aya Triada Manastırını talan etmişlerdir [6].

1302 yılında, Konstantinopolis'e hücum etmeye yeltenen Venedikli korsanlar, bunu başaramayınca Adalar'a saldırmışlardır. Adalardaki manastırlara saldırmış ve değerli eşyaları yağmalamışlardır. Adalardaki keşişleri de yanlarına alarak İstanbul surlarının önüne gelmişler ve Bizans İmparatorundan keşişlere karşılık fidye istemişlerdir. İmparator II. Andronikos Paleologos, bir rivayete göre istenilen fidyeyi ödeyerek keşişleri kurtarmış, bir rivayete göre de fidyeyi ödemiş, korsanlarda papazları öldürmüş ve Marmara'ya açılarak geldikleri gibi gitmişlerdir[7]. 1453'te Fatih'in İstanbul'u fethetmesiyle Adalar da Osmanlı topraklarına geçmiş; fakat ada halkının korktuğu gibi olmamış, Adalardaki yaşam hiçbir değişikliğe uğramadan devam etmiştir. Hatta papazlar eskiye oranla daha hür yaşadıklarını ifade etmişlerdir.1453'ten 1562 yılına kadar, Adalar'da sakin ve huzurlu bir yaşam sürülmüştür. Fakat 1562 yılında İstanbul'da yaşanan büyük veba salgınından kaçanlar Adalar'a sığınmış ve bu sayede Adaların güzel iklimi ve doğasıyla tanışmışlardır. 1563 yılında, I. Abdülhamid döneminde sayım yapılmış ve Heybeliada'nın nüfusu 81 çıkmıştır. 1624'te Kazakların İstanbul'a saldırmasından Adalarda etkilenmiştir. Kazaklar, en savunmasız ve gösterişsiz olarak seçtikleri Heybeliada'yı ve Aya Triada manastırını yağmalamışlardır. Kasımpaşa'da bulunan Bahriye Okulu, 1824'te buradan kaldırılarak Levent kışlasına

dönüştürülen sahildeki büyük binaya taşınmıştır. 1830’da Elen Ticaret Okulu açılmıştır. 1844’te Papaz Dağındaki Aya Triada Manastırında Papaz Okulu eğitime başlamıştır. Bu okulların açılmasıyla birlikte Heybeliada’nın eğitim ve kültür merkezi haline gelmeye başladığı görülmüştür [8].

Bu yıllarda, Ege adalarında ve Mora’daki hareketler nedeniyle göç etmek zorunda kalan birçok Rum, Marmara Bölgesi’ne dolayısıyla Heybeliada’ya gelmiştir. Osmanlı Devleti’nin 1839’da Tanzimat’ı ilan etmesiyle, Adalarda yaşayan Rum halkın yaşamı daha da kolaylaşmıştır. Heybeliada’ya ilk kez, 1828’de “Pangora” adında buharlı gemi gelmiştir. Adalar arasında ilk vapur işletmesi Nomikos adlı bir Rum işletmesidir. İlk Denizyolları İşletmeciliği ise Abdülmecit zamanında başlamıştır. 1844-1849 yılları arasında vapur sayısı 15’e kadar çıkarılmıştır. 10 Temmuz 1894 yılında İstanbul’da yaşanan büyük depremde, Heybeliada’da birçok ev hasar görmüştür. 1900’de Heybeliada’nın eğlence merkezi haline gelen Ambela bölgesinde büyük bir yangın çıkmış ve bu yangın sonucunda meyhane ve gazinoların bulunduğu Ambela tamamen yanmıştır. 1906 yılında, Ada’da ikinci bir yangın felaketinin yaşandığı bilinmektedir. Yangında Kuyu Mahallesi ve Lonca’nın tamamı yanmıştır [9].

4.2.1. Heybeliada’nın Adalar Kültüründeki Yeri ve Önemi

Heybeliada bugün mimari ve kültürel zenginliğinin yanı sıra, tarihten gelen literatürde kapladığı geniş yer ile de Prens Adaları tarihinde önemli bir yere sahiptir. Söz gelimi, Milattan 100 yıl önce, Efesli Artemidoros, İris Burnu (Dragos) karşısında bulunan Pitiodes (Büyüka) ve Halkitis (Heybeliada) adalarından bahsetmektedir. Pilinius MÖ 23 yılında Chalkitis’ten bahseder. Halkedonia adalarında ve özellikle Dimonisos’tan bahsetmektedir. MS 6.yy’da Militoslu İsihios, Byzantion civarındaki adalardan söz eder [10]. Evliya Çelebi ise seyahatnamesinde Heybeliada’yı şöyle anlatmaktadır [4];

“Zevk ve neşe ile Heybeliada önüne vardık. Ada İstanbul’a 18 mil uzaklıktadır. Çevresi 9 mildir. Mamur ve bakımlıdır. Bir manastırı vardır. Yılda bir kere Rumlar kayıklarla gelerek ziyaret ederler. Ada halkının çoğu zengin Rum reisleridir. Ab-ı hayat gibi suyu ve gönül açıcı bağları vardır. İdarecileri Bostancıbaşı ve bir yeniçeri yasakçısıdır. Oradan kalkarak uygun bir zamanda, şimşek gibi çakarak 5.5 saatte Mudanya sahiline vararak demirledik.” (Millas, 2015;10)

Eremya Çelebi Kömürcüyan’a (1637-1695) göre [4];

“Dersaadet’in karşısında bulunan bu adaların çoğu güzel ve mamur yerler olup, seyirciler seyrana giderler. Adaların bazılarında keşişler, ziyaretgâhlar, kubbeli, tasvirli kiliseler ve manastırlar vardır. Bunların hepsi Rumlara aittir. Sahilde yan yana ya da karşı karşıya köyler vardır.” Ve devam eder: *“Adalar; Kızıl, Heybeli, Sivri, Kınalı ve Tavşan gibi hususi isimler taşırlar.”* (Millas, 2015;12)

1790 yılında yayınlanmış olan Voyage Dans L’Empire Ottoman adlı seyahatnamenin yazarı Olivier, Heybeliada’yı aşağıdaki şu cümlelerle anlatmıştır [4];

“Türkler bu garip adamları, kendi hallerine bırakıp asla rahatsız etmezler. Chalkis, Prinkipo’ya göre daha küçük olup, köyü de daha mütevazidir. İskan yerinin hemen arkasındaki tepe, demir cevherini içerdiği izlenimini vermektedir. Adanın güneydoğusunda çok eskiden işletilmiş olduğunu bildiğimiz bakır madenini gördük. Adanın Chalkis adının bundan geldiğini tahmin ediyoruz. Lakin, Aristoteles ve Stefanos Vizantios’un bahsetmiş oldukları altın madeninin mevcudiyetine dair hiçbir emareye rastlamadık.” (Millas, 2015; 15)

5. Sonuçlar

Heybeliada’nın Bizans dönemindeki kullanım amacı ne kadar sürgün yeri olsa da, daha sonraki yıllarda önce veba salgınından kaçanların

göçü daha sonra huzur ve sakinlik arayanların yerleşimiyle başlar. 19. yy. 'a kadar Rum halkının çoğunluk olarak yaşadığı Heybeliada, bu yıllardan sonra Osmanlı dönemindeki devlet mensupları ve zengin aileler tarafından keşfedilmiş ve sayfiye yeri olarak kullanılmaya başlanmıştır. Sadece sayfiye yeri olarak kalmayıp, Adadaki eğitim yapılarının fazlalığından kaynaklı Türk halkı tarafından yerleşik göç te almaya başlamıştır. Gerek temiz havası gerekse çam ormanlarının ve doğal güzelliklerinin fazlalığı bu adayı çekici kılan unsurlardan olmuştur. Birçok gezgin de Heybeliada'ya uğramış ve eserlerinde Heybeliada'nın tabiat güzelliklerinden sıkça söz etmişlerdir.

Heybeliada'ya ilk vardığınızda iskeleden başlayıp adanın iç kesimlerine kadar uzanan yalılar, ahşap evler ve köşkler dikkatleri çekmektedir. Konut yapılarının yanı sıra çoğunluğu adanın uç kısımlarında olan dini yapılar, birçok farklı amaca hizmet eden okullar ve sanatoryumuyla tarihsel bir şölen yaşanmaktadır Heybeliada'da. Uzun bir tarihe şahitlik eden konut yapılarına ait envanter/anıt fişi çalışmalarının eski tarihli olmasından yola çıkılarak keşifler yapılmış, haritalar hazırlanmış ve tescilli ada-parseller tespit edilmiştir. Bu tespit çalışmasının sonucunda Heybeliada'da tespiti yapıp fotoğraflarla belgelenmesi gereken 367 yapıya ulaşılmıştır.

Bu çalışma yapılırken bir pilot alan seçilmemekle beraber adanın tamamını kapsamaktadır. Tespitlerin yapılmasının ardından, tescilli her yapı için bir envanter fişi oluşturulmuş, yapının taşıyıcı sistemi, kat yüksekliği, sağlamlık durumu gibi başlıkların haricinde plan ve cephe özellikleri anlatılmıştır. Her envanter fişinde yapıya ait fotoğraflar ve vaziyet planı bulunmaktadır. Hazırlanan veriler sonucunda alt başlıklar halinde incelenen fiziksel özelliklerin yüzde değerleri tespit edilip ilgili başlıklar altında değerlendirilmiştir. Heybeliada'daki tescilli konut mimarisine ilişkin olarak yapılan bu güncel değerlendirmelerin, kültür varlıklarının korunma ve değerlendirilmesine ilişkin çalışmalara ışık tutması umulmaktadır.

Kaynaklar

- [1] Tuğlacı, P., *Tarih Boyunca İstanbul Adaları II*. Say Yayınları, İstanbul. (1992).
- [2] Gökman, H.. *Heybeliada: Kartpostallarla Bir Ada Hikayesi*. Denizler Kitabevi. İstanbul. (2011).
- [3] Güngör, E., *Cumhuriyet Döneminde Heybeliada (1923'ten Günümüze Heybeliada)*. Yüksek Lisans Tezi. Marmara Üniversitesi. Türkiyat Araştırmaları Enstitüsü. İstanbul. (2013).
- [4] Millas, A. *Hala Hatırlıyorum Heybeliada*. Y. Civelekoğlu (Çev). Adalı Yayınları, İstanbul. (2014).
- [5] Tuğlacı, P., *Tarih Boyunca İstanbul Adaları I*. Say Yayınları, İstanbul. (1989).
- [6] Gülen, N.,. *Heybeliada Öyküleri*. Adalı Yayınları, İstanbul. (2008).
- [7] Gülen, N.,. *Resimlerle Heybeliada*. (2.Baskı). Adalı Yayınları, İstanbul. (1989).
- [8] Erdenen, O., *İstanbul Adaları*. Adalı Yayınları, İstanbul. (1961).
- [9] Dünden Bugüne İstanbul Ansiklopedisi, *Heybeliada* içinde (c.4, 54-58). İstanbul. (1994).
- [10] Pilinius, E., *Genç Pilinius'un Anadolu Notarı*. Kazım Taşkent Klasik Yapıtlar Dizisi. Yapı Kredi Yayınları. Çev. Nuran Yavuz. (2005).
- [11] Prens Adaları'nın güncel uydu haritası görüntüsü, Erişim Tarihi: 27.06.2018
<https://www.google.com.tr/maps/place/Prince+Islands%2Fİstanbul/data=!3m1!1e3!4m2!3m1!1s0x14cac1836fcd740b:0x53b57c91c4d72968?sa=X&ved=0ahUKEwimorDb4fPbAhXGzqQKHWWYvDkkQ8gEIKDAA>

Çevresel, Sosyal ve Ekonomik Bağlamda Akıllı Cephe Sistemlerinin Sürdürülebilir Kalkınmaya Etkileri

Birnur SÖNMEZ¹, Gözde ÇAKIR KIASIF¹

¹T.C. Haliç Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi / Mimarlık Bölümü, İstanbul, Türkiye

Geliş Tarihi: 23.05.2018

***Sorumlu Yazar e mail:** sonmezbirnur@gmail.com **Kabul Tarihi:** 26.07.2018

Özet

19.yüzyılın başlarında Sanayi Devrimi'yle birlikte ülkelerin hızlı büyüme ve kalkınma çabaları doğal kaynakların bilinçsiz bir şekilde tüketilmesine neden olmuştur. Yenilenemez enerji kaynaklarının kontrolsüzce kullanılması sonucunda ciddi çevresel sorunlar ve ekolojik dengesizlikler ortaya çıkmıştır. Bu kötü gidişata çare bulabilmek adına sürdürülebilirlik kavramı ortaya çıkararak çevresel, sosyal ve ekonomik bağlamda kalkınma modelleri uygulanmaya başlanmıştır. Yapı sektörü bu kötü gidişatın baş sorumlusu tutularak sürdürülebilir yapı teknolojilerini ve akıllı bina sistemlerini benimsemesi gerektiğini kaçınılmaz bir gerçek olarak görmüştür.

Akıllı Binalar, ihtiyacı olan enerjiyi sahip olduğu alt sistemler ile elde edebilen, otomasyon birimleriyle yönetilen binalardır. Yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanarak veya minimum enerji ile maksimum kazanç sağlayarak sürdürülebilir özellikler taşımaktadır. Akıllı bina cepheleri ise iç mekan-dış mekan arasında bir kabuk görevi gören ve en büyük yüzeye sahip olan yapı elemanı olarak enerji kayıplarının en fazla görüldüğü yerdir. Enerjinin yanında görsel ve akustik anlamda da ciddi konfor koşullarının sağlanmasında etkili olan akıllı bina cepheleri; doğru kabuk bileşenleri ve cam seçimi ile, fotovoltaiik panellerin ve/veya rüzgar türbinlerinin cepheye entegre edilmesiyle, yeşillendirilmiş duvar teknolojileriyle, kabağa yerleştirilen güneş kırıcıları ile ve yağmur suyunu depolayan sistemleri ile akıllı nitelikler sergilemektedir.

Çalışma kapsamında akıllı bina kavramına genel olarak değinilerek akıllı bina cepheleri titizlikle analiz edilmektedir. Bu cephe sistemini oluşturan yapı bileşenleri ele alınarak akıllı cephelerin, çevresel, sosyal ve ekonomik olarak sürdürülebilir kalkınma için önemli katkılar sağlayabileceğini göstermek amaçlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler : Sürdürülebilir Kalkınma, Akıllı Bina, Akıllı Cephe Sistemleri.

The Effects of Smart Facade Systems to Sustainable Development in Terms of Environmental, Social and Economical Context

Abstract

At the beginning of the 19th century with industrial revolution the efforts of growth and progress of countries caused using up the natural sources unconsciously. As a result of using unrenueable energy sources unrestrainedly critical environmental issues and ecologic imbalance came out. In order to find a way to this bad course, progress models have been proceeded to implement in terms of environmental, social and economic bringing out the concept of sustainability. Building sector sees the need of adopting sustainable building technologies and smart building systems as an inevitable fact being held responsible for this unfavorable course.

Smart buildings are the buildings which can attain the needed energy with subsystems they have, are conducted with automation units. They have sustainable features using sustainable energy sources or driving a maximum profit with minimum energy. As for smart building facades are the areas which perform duty as an envelope between indoor and outdoor and be seen loss of energy the most as a building factor having the biggest surface.

Smart building facades; effective in providing critical comfort circumstances in the meaning of acoustic and visual as well as the energy, display smart qualifications with proper facade components and choice of glass, being integrated the photovoltaic panels and wind turbines to the facades, greened wall technologies, with sun blinds placed to the envelope and the systems storing rain water.

Within the work, smart building facades is going to be analyzed studiously addressing to the concept of smart building. Handling the building components forming this facade system it is aimed to show that smart facades can provide significant contributions for sustainable progress as environmental, social and economic.

Keywords: Sustainable Development, Smart Building Facades, Smart Buildings, Energy-Efficient Buildings, Energy-Efficient Facades, Sustainability.

1. Giriş

Akıllı binalar, minimum enerji kullanarak kullanıcı konforunu optimum düzeyde tutabilen, öğrenme yeteneğine sahip, otomasyon sisteminde bağlı birçok alt sistemlerle donatılmış, çevresiyle uyumlu binalardır. Akıllı binaların cepheleri de bu özelliklere sahiptir. Akıllı yapı

cepheleri sayesinde iç mekânlarda doğal aydınlatma ve doğal havalandırma sağlanabilmektedir. Akıllı cephelere sahip binalarda yaşayan ve/veya çalışan insanlar, diğer yapılardaki insanlara göre daha konforlu bir yaşam sürdürebilmektedir. Akıllı yapı cephelerinde kullanılan geri dönüşümlü malzemeler ile maliyet azaltılmakta ve çevreye zarar veren atık maddelerin oluşumu engellenmektedir. Cephelelere yerleştirilen ekipmanlar sayesinde rüzgâr, güneş gibi doğal enerji kaynaklarından enerji elde edilmekte ve binalarda kullanılmaktadır. Bu sayede bina işletim maliyeti ve fosil enerji kaynaklarının kullanımı azaltılmaktadır.

1.1. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Bu çalışmada sürdürülebilir bir uygulama olan akıllı bina cepheleri ele alınarak sürdürülebilir kalkınma adına önemi ortaya konulmuştur. Çalışmanın amacı akıllı cephelere sahip binaların çevresel, sosyal ve ekonomik açıdan sürdürülebilir kalkınmaya ciddi katkılar sağlayabileceğini göstermektir. Çalışma kapsamında ilk olarak sürdürülebilir kalkınma kavramı ele alınarak çevresel, sosyal ve ekonomik yönleri irdelenmiştir. Daha sonrasında akıllı bina sistemlerinin tanımı, sınıflandırılması ve genel özelliklerinden bahsedilerek çalışmamızın ana konusu olan akıllı bina cephelerine geçilmiştir. Kapsamlı bir şekilde ele alınan akıllı bina cephelerinin sürdürülebilir kalkınma adına ne tür etkiler yaratacağı araştırılmıştır.

1.2. Materyal ve Metot

Bu çalışmada yöntem olarak alanyazın taraması yapılmıştır. Kurallı, tutarlı ve derin bir ikincil kaynak taramasından sonra sentezlenen bilgiler eleştirel bir değerlendirmeden geçirilmiştir. Bu kapsamda, akıllı cephe sistemleriyle ve sürdürülebilir kalkınma kavramıyla ilgili önemli alan indekslerine sahip dergi makaleleri, kitaplar, teknik raporlar ve konferans bildirileri titizlikle incelenmiştir. Bina kullanıcılarının konforunu en üst düzeyde tutması sonucu çalışma verimini

arttırabilen, ihtiyacı olan enerjinin büyük bir kısmını cephe ve çatılarına yerleştirilen sistemlerle elde edebilen ve bu sayede enerji maliyetlerini minimuma düşürebilen, otomasyon sistemi ile tek bir noktadan kontrol edilebilen akıllı binalarda en fazla yüzey alanına sahip bina kabuğunun sürdürülebilir kalkınmaya olan katkısı kavramsal çerçevede ortaya konulmuştur.

2. Sürdürülebilir Kalkınma

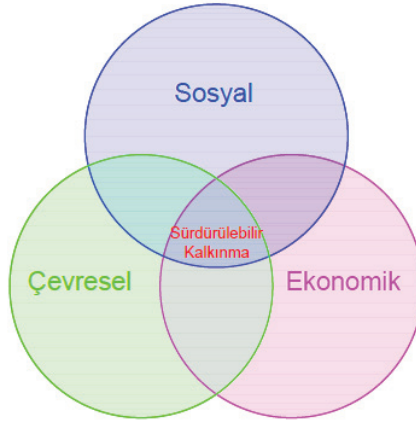
Sürdürülebilir kalkınma kavramı ile ilgili geçmişten günümüze kadar birçok farklı tanım yapılmıştır. Günümüzde kabul gören tanım 1987 yılında Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu'nun Brundtland Raporu'nda yer almış olan "Bugünün ihtiyaçlarını gelecek nesillerin de kendi ihtiyaçlarını karşılamalarında ödün vermeden karşılamak" tanımlamasıdır. Bir diğer tanım ise; 2000 yılında hazırlanan "Sürdürülebilir Kalkınma için Ulusal Stratejiler Raporu"nda yer alan "Gelecek nesillerin kendi gereksinimlerinin karşılanması yeteneğini zarara uğratmadan bugünkü neslin ihtiyaçları karşılayan ekonomik ve sosyal "gelişme" şeklinde tanımlanır [1].

Sürdürülebilir kalkınma tanımları üç ana boyut içermektedir. Bunlar, büyümenin sürdürülemezliği, gereksinimlerin karşılanması ve gelecek neslin de en azından bizim sahip olduğumuz yaşam düzeyi ve refaha sahip olmalarını güvence altına alabilmektir. Sürdürülebilir kalkınma tanımlarında genellikle mevcut kaynakların sınırlı fakat insan ihtiyaçlarının sınırsız olduğu varsayımı vurgulanmakta olup, sınırlı kaynaklar sebebiyle doğa ve insan arasında bir denge kurulması gerektiği kanısına varılmaktadır. Bu kanı, sürdürülebilir kalkınmanın kaçınılmazlığını ifade etmektedir. Sürdürülebilir kalkınma ile ilgili dünya genelinde birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmaların bazıları aşağıda verilmiştir;

1. Stockholm Konferansı (1972)
2. Büyümenin Sınırları Raporu (1972)
3. Brundtland Raporu (1987)
4. Rio Zirvesi – Gündem 21 Eylem Planı (1992)

5. Habitat II Zirvesi (1996)
6. Rio+5 Zirvesi (1997)
7. Kyoto Protokolü (1997)
8. Binyıl Deklarasyonu (2000)
9. Johannesburg Zirvesi (Rio+10) (2002)
10. Rio+20 Konferansı (2012)
11. Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesi (2015)

Sürdürülebilir kalkınma kavramını oluşturan 3 ana unsur vardır. Bunlar, sosyal adalet, ekonomik ilerleme ve çevresel koruma unsurlarıdır. Sosyal açıdan sürdürülebilirliğin sağlanması için insanın özgürlüğünün genişlemesi, her insana inanç, dil, ırk, cinsiyet, sağlık, eğitim gibi konularda eşitlik sağlanması gerekmektedir. Ekonomik açıdan sürdürülebilir sistemde ürün ve hizmetleri geçmişten geleceğe aynı temellere dayanarak üretebilmeli ve hükümetler, dış vecibelerin yönetilebilirliğini sürdürebilmeli, tarımsal, sanayisel üretime zarar veren sektörel dengesizliklerden uzak durmalıdır [2]. Çevresel açıdan sürdürülebilirliğin sağlanması için doğal kaynakların ve ekosistemin sürekli ve ölçülü bir biçimde korunması gerekmektedir. Çevresel açıdan sürdürülebilir kalkınma, doğal kaynakların tüketiminin en aza indirilmesini, malzeme gereksinimlerinin geri dönüştürülmüş veya dönüştürülebilir malzemelerden karşılanmasını, inşaat atıklarından %100 geri dönüşüm sağlanmasını, enerji kaynaklarının korunarak enerjinin yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanmasını, çevre yapılandırılmasında biyolojik çeşitliliğe zarar verilmemesini gerektirmektedir. Çevresel, sosyal ve ekonomik unsurlar dengeli bir biçimde bir araya gelerek sürdürülebilir kalkınma kavramını oluşturmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Sürdürülebilir Kalkınmanın Boyutları [3]

Sürdürülebilir kalkınmada ekonomik ve sosyal unsurlar devamlı etkileşim halindedir ve bu hal düzenli hale geldikçe çevreyle olan ilişkisi de sürdürülebilir hale gelecektir. Toplumların sosyo-ekonomik koşulları daha iyi oldukça, doğal kaynakların kullanımı da daha bilinçli olacaktır. Gelir dağılımının eşit olması, doğal kaynakların da eşit miktarda kullanımını sağlayacaktır. Ekonomik aktiviteler, toplumun refah düzeyini yükseltmektedir fakat buna karşın çevreye atık maddeler, doğal kaynakların kullanımı gibi olumsuz etkileri olmaktadır. Sürdürülebilir kalkınmanın ilkeleri ile ilgili birçok gösterge mevcuttur. Bu göstergelerin ortak özelliği, sürdürülebilir kalkınma unsurları olan sosyal, çevresel ve ekonomik boyutun birbirinden ayrı düşünülmemeyeceğidir [4].

Sanayi devrimi sonrasında doğal kaynaklardan biri olan kömür bilinçsizce kullanılmaya başlanmıştır. İnsanların doğaya verdikleri zararlar iklim değişiklikleri, ozon tabakasının zarar görmesi, temiz su kaynaklarının yok olması gibi sonuçlar doğurmuştur. İnsanların doğaya verdikleri zararlar ve bilinçsiz kullanım sürdürülebilir kalkınma kavramının zeminini oluşturmuştur. Sürdürülebilir kalkınmanın amaç ve hedeflerinden bazıları; dünyada yoksulluğa ve açlığa son verilmesi, herkese eşit şekilde eğitim, sağlık olanakları sağlanması, her

bireye temiz su olanakları sağlanması, her bireye insan onuruna yaraşır iş ve ekonomik kalkınmanın sağlanması, sürdürülebilir üretim ve tüketimin sağlanması, ekosistemi korumak, iklim değişiklikleri için beraber mücadele etmek, herkes için güvenilir ve sürdürülebilir enerjinin sağlanması, barış ve adaletin sağlanmasıdır [5].

Çeşitli alt sistemlerle donatılmış akıllı binalar, ihtiyaç duydukları enerjinin büyük bir kısmını alt sistemleri yardımıyla karşılayabilmektedir. HVAC sistemleri, akıllı binada yer alan mekanların sıcaklık değerlerini gün boyu dengede tutarak enerji tasarrufu ve kullanıcı konforu sağlamaktadır. Yağmur suyu toplama sistemleri yardımıyla yağmur suyu biriktirilerek peyzaj sulamasında veya tuvaletlerde kullanılabilir. Bir ülkede tüketilen toplam enerjinin %40'ının binaların yapım, kullanım ve yıkım esnasında kullanıldığı düşünüldüğünde akıllı bina sistemlerinin sürdürülebilir kalkınmanın sağlanmasında önemli bir etken olduğu görülmektedir.

3. Akıllı Bina Sistemleri

1980'li yıllarda teknolojinin mimariye getirdiği yeniliklerle, ihtiyaç duyduğu enerjiyi alt sistemleri yardımıyla üretebilen ve bu sayede doğal enerji kaynaklarının kullanımını minimuma indirebilen “akıllı bina” kavramı ortaya çıkmıştır. Binalarda enerji, ısıtma, soğutma, havalandırma ve aydınlatma gibi gereksinimler için kullanılmaktadır. Akıllı binalar; binada yaşayan veya çalışan kişilerin konforundan ödün vermeden otomasyon sistemine bağlı alt sistemlerle binanın enerji ihtiyacını minimumda tutabilen, bina fonksiyon değişikliklerine ayak uydurabilen, öğrenme yeteneğine sahip, güneş ve rüzgar gibi yenilenebilir enerji kaynaklarından gerektiğinde yararlanmak, gerektiğinde korunmak üzere kendi kendini ayarlayabilen, bina işletim masraflarının en aza indirildiği, belli bir süre sonra bina yapım maliyetini geri kazandırabilen açık ve kapalı alanlardan oluşan binalardır. İlk akıllı bina, 1981 senesinde Amerika Birleşik Devletleri'nin Connecticut eyaletinde Technologies Corporation tarafından yapımına başlanan ve 1983 yılında tamamlanan “City Palace” isimli ofis binasıdır.

Sürdürülebilir kalkınma düşüncesi ve teknolojinin getirdiği yeniliklerle ortaya çıkan ve çıktığı günden beri hızla yayılan, bilişim teknolojisine dayalı olan akıllı binalar 30 yılı aşkın süredir yakın çevremizde bulunmaktadır. Mimar Harrison [6], akıllı binaları 3 kategoride sınıflandırmıştır;

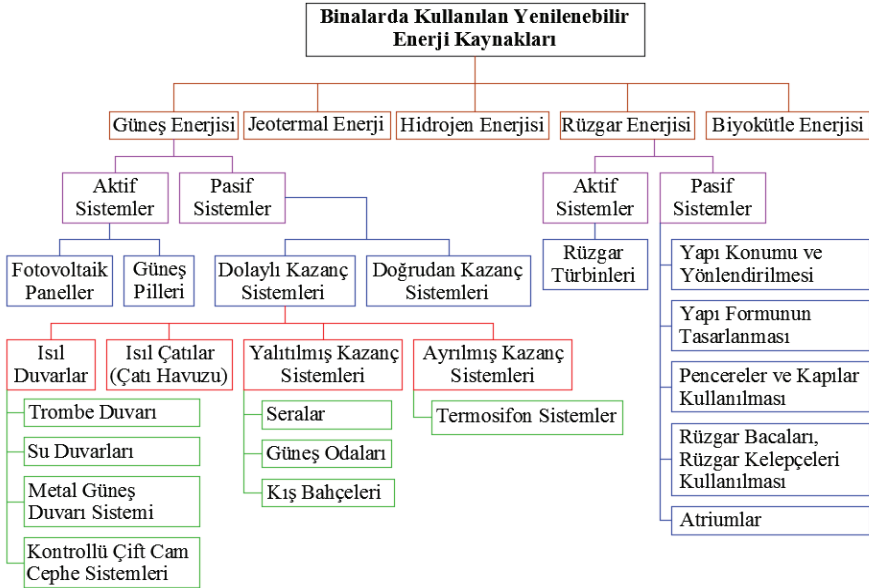
1. Otomatik Binalar (Automated Buildings) (1981-1985)
2. Yanıt Veren Binalar (Responsive Buildings)(1986-1991)
3. Verimli Binalar (Effective Buildings) (1992- >)

Harrison'un üç kategorisinden yola çıkarak akıllı binaların sınıflandırılması şu şekilde yapılmaktadır;

Birinci kuşak akıllı binalar otomasyon sisteminden yoksun, kullanıcı konforunun sağlanmasında yetersiz, karmaşık alt sistemlerden oluşmaktadır. İkinci kuşak akıllı binalar birinci kuşak binaların içerdiği yetersiz ve karmaşık alt sistemlerin, tek bir ağ sistemiyle birbirine bağlanması ile oluşmaktaydı. Bu gelişme sonrasında alt sistemleri uzaktan kontrol edebilmek, merkezi bir yerden planlayabilmek mümkün olmuştur. Üçüncü kuşak akıllı binalar, ilk iki dönemdeki gelişmelere ek olarak, bina ve bina kullanıcıları konusunda öğrenme ve uyum sağlama yeteneğine sahip olan binalardan oluşmaktadır. Birinci ve ikinci dönem akıllı bina teknolojilerinde bina kontrol sistemlerinin çalışmasının artırılması sağlanmıştır fakat üçüncü dönemdeki öğrenme, ayak uydurma gibi teknolojilere yer verilememiştir [7]. Akıllı binalarda yer alan sistemler ilk olarak basit bir şekilde uygulanmış olup, ilerleyen yıllarda birbirleriyle entegre çalışan karmaşık yapılar haline gelmiştir.

Akıllı binalar tanımlanırken en çok önem verilen unsur enerji konumunu yani enerji etkinliği kavramıdır. Akıllı binalar, enerji tasarrufu ve kullanıcı konforu sağlayan HVAC gibi alt sistemleri, çatı ve cephelerine yerleştirilen güneş, rüzgar gibi doğal enerji kaynaklarından elde edilen enerjinin depolanmasını sağlayan yapı elemanları ile %100 enerji verimli binalar olmayı amaçlamaktadır. Akıllı binaları öteki yapılardan ayıran en önemli şey, birbirine entegre çalışan alt sistemler ve bu sistemlerin bir noktadan kontrolü sağlayan otomasyon sistemleridir. Binanın kontrolünü sağlayan otomasyon merkezi, binanın daha verimli ve daha ekonomik işletilmesini sağlamaktadır.

Akıllı binalar, minimum enerji kullanımı ile maksimum kullanıcı konforu sağlayabilmektedir. Akıllı binaların enerji etkin bina olarak projelendirilmesinde aktif ve pasif sistemler kullanılmaktadır. Akıllı binalar, pasif sistemlerin yeterli olmadığı durumlarda aktif sistemlerini desteklemek üzere, aktif sistemlerle bütünlük sağlayacak şekilde projelendirilmelidir. Pasif sistemler, herhangi bir mekanik veya elektronik sistem kullanılmadan yapı elemanlarıyla oluşturulan bir düzendir. Binanın şekli, yapısı ve yönlendiği enerji, su ve malzeme gibi kaynakların etkin bir şekilde kullanılması mümkün olmaktadır. Aktif sistemleri ise, güneş radyasyonunu veya rüzgarın sahip olduğu kinetik enerjiyi istenilen türdeki enerjiye çevirmek için kullanılan mekanik-elektronik sistemler ve binada bulunan iklimlendirme, yangın güvenlik, aydınlatma gibi otomasyon sistemleri oluşturur. Bu sistemler ısıtma, soğutma, elektrik üretimi vb. amaçlar için kullanılır. Akıllı binaların cephelerine yerleştirilen rüzgar türbinleri ile rüzgarın sahip olduğu kinetik enerji elektrik enerjisine çevrilip, binanın enerji ihtiyacının karşılanmasında kullanılmaktadır (Şekil 2).



Şekil 2. Binalarda Kullanılan Yenilenebilir Enerji Kaynakları [8]

4. Akıllı Bina Cepheleri

Geçmiş yıllarda yaşanan enerji krizleri, nüfus artışı, kentleşmenin yoğunlaşması, çevre kirliliği gibi nedenler fosil/tükenebilir enerji kaynaklarının yerine yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının gerekliliğini göz önüne sermiştir. Dünya genelinde kullanılan enerjinin büyük bir kısmı binaların yapım, işletim ve yıkım süreçlerinde kullanılmaktadır. Bu gibi sebepler mimarları, yenilenebilir enerji kaynakları ile direkt temas halinde ve binadaki en büyük alana sahip olan cephe için, az enerji tüketen ve yenilenebilir enerji kaynaklarından maksimum fayda sağlayabilen akıllı yapı cephelerini tasarlamaya itmiştir. 1972 enerji krizi sonrası mimarlar binaları buldukları bölgenin iklimsel koşullarını göz önünde bulundurarak tasarlamışlardır ve böylece bina cepheleri de bölgesel koşullara göre şekillenen, tepki gösteren yapı elemanları olmaya başlamıştır [9]. 1980’li yıllarda giydirme cephe tasarımında akıllı cephe sistemleri geliştirilmiştir.

Günümüzde çok farklı özelliklerde akıllı cephe tasarımları karşımıza çıkmaktadır. Bu cephelerin bazı özellikleri, yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanarak enerji üretmeleri, ısı kazanç ve kayıplarını dengelemeleri, havayı temizlemeleri gibi özelliklere sahip olmalarıdır. “Değişen fiziksel etkilere karşı, optimal bir yapıya dönüşebilme yetisi” olarak da tanımlayabileceğimiz “akıllı cephe” kavramı fonksiyonel, estetik, ekonomik olma gibi mimari değerlendirme kriterlerinin yanında, günümüz mimarlığında sıkça duyduğumuz sürdürülebilirlik ve ekoloji kriterlerine yönelik olarak da yapı tasarımını ağırlıklı olarak etkisi altına alan bir kavram haline gelmiştir [10].

Akıllı cepheler, tek tabakalı ve çift tabakalı cepheler olmak üzere ikiye ayrılır. Tek tabakalı cepheler, basit cepheler ve giydirme cepheler olmak üzere ikiye ayrılır. Çift tabakalı cepheler ise, hava boşluğunun havalandırılış yöntemine göre çift kabuk cephe sistemleri ve hava boşluğunun bölgelendirilişine göre çift kabuk cephe sistemleri olmak üzere iki grupta incelenmektedir.

4.1. Tek Tabakalı Cephe Sistemleri

Tek tabakalı cepheler doğal aydınlatma ve doğal havalandırmayı en iyi derecede kullanarak yapı cephesinden kaynaklanan ısı kayıplarını önlemek için tercih edilmektedir. Bu cephelerde kompozit, seramik, terracotta, cam, gazbeton gibi malzemeler kullanılmaktadır. Tek tabakalı cepheler, basit cepheler ve giydirme cephe sistemleri olmak üzere iki ana başlık altında incelenmektedir.

4.1.1. Basit Cepheler

Basit cepheler yapımında tuğla, gazbeton, taş gibi malzemeler kullanılmış ve orijinal formunda bırakılmış cephelerdir. Basit cephelerde havalandırma ve aydınlatma yapı açıklıklarından ve pencerelerden sağlanmaktadır. Pencerelerin iç veya dış kısımlarına yerleştirilen güneş kırıcı paneller ile güneş ışınlarının içeri girmesi engellenerek güneş korunumu sağlanmakta ve bu sayede kullanıcı konforu sağlanmaktadır. Muğla’da bulunan Datça Evi’nin (Şekil 3) cephesinde malzeme olarak cam ve taş malzemeleri kullanılmıştır. Ev akıllı otomasyon sistemleri ile donatılmış, istenildiğinde bilgisayar yardımıyla panjurlar, aydınlatmalar vs. kapatılıp açılabilir. Bu sistemlerle enerji tasarrufu ve kişisel konforun sağlanması sayesinde çevresel, sosyal, ekonomik açıdan da sürdürülebilir kalkınmanın sağlanmasına yardımcı olmaktadır.



Şekil 3. Datça Evi [11]

4.1.2. Giydirme Cepheler

Giydirme cepheler binanın taşıyıcı elemanlarına monte edilen ankraj elemanları, ankraj elemanlarına tespit edilen alt konstrüksiyonlar ve cephe kaplama malzemelerinden meydana gelmektedir. Bu tür cepheler, taşıyıcı duvar görevini görmemektedir. Cephe yükünü yardımcı elemanlarla kolonlara aktarmaktadır. Yalıtım bakımından binadan bağımsız düşünülmektedir. Giydirmeye cepheler, binalarda %70 oranında enerji tasarrufu sağlayabilmektedir. Giydirmeye cephe sistemlerinde, cephe ile bina arasında bir boşluk bırakılmaktadır ve bu boşluk hava sirkülasyonunu, kat aralarında yalıtım malzemeleriyle (taş yünü gibi) doldurularak ekstra yalıtım sağlamaktadır. Ayrıca, giydirmeye cephelerde kullanılan saydam malzemelerle doğal aydınlatma sağlanmaktadır. Cepheye içten veya dıştan monte edilen güneş kırıcı elemanlarla güneş korunumu da sağlanmaktadır. Giydirmeye cephelerde, cephe malzemesi olarak birçok malzeme kullanılmaktadır. Bunlar, kompozit, terracotta, farklı özelliklerde camlar, kompakt laminat, granit ve seramik gibi malzemelerdir (Şekil 4).



Şekil 4. Manhattan West Development Bina Cephesi [12]

Yapısal özelliklerine göre, ızgara konstrüksiyon (çubuk sistem) ve panel konstrüksiyon olmak üzere iki grupta incelenmektedir. Taşıyıcı iskelet ile panel elemanları arasındaki bağlantı türüne göre ise klasik kapaklı sistem ve strüktürel silikon giydirme cephe sistemi olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.

Izgara (Çubuk Sistem) konstrüksiyon cephelerde, ankraj elemanları binanın giriş veya kolonlarına belirli aks aralıkları ile sabitlendikten sonra ilk olarak düşey daha sonra yatay profiller ankraj elemanlarına monte edilir. Kabuk malzemesi de profil montajından sonra içten veya dıştan olacak şekilde takılır. Kabuk malzemesi olarak kompozit, cam, seramik gibi malzemeler kullanılmaktadır. Bu cephe sistemi, tadilatının ve bakımının kolay olmasından dolayı Türkiye’de çoğunlukla tercih edilmektedir (Şekil 5).



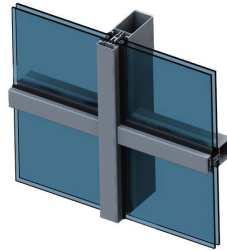
Şekil 5. Çubuk Sistem Örneği - The Sunset Community Center Binası [13]

Panel Konstrüksiyon cepheler fabrikalarda üretilip şantiyelere gönderilmektedir. Panel sistemler, kapalı sistem olduklarından ötürü cephe geçirimsizliğinde maksimum performansa sahiptir. Izgara konstrüksiyon cephelere göre çok daha pahalıdır. Ülkemizde İstanbul 4. Levent’te inşa edilmiş 52 katlı İş Bankası Genel Müdürlük Binası’nda kullanılmıştır [14] (Şekil 6).



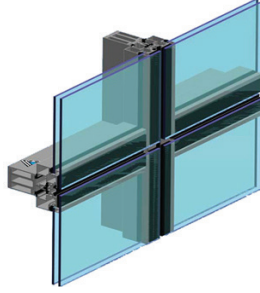
Şekil 6. Panel Sistem Örneği - İş Bankası Genel Müdürlük Binası [15]

Klasik kapaklı giydirme cephe sistemlerinin özelliği cephede profillerin görünmesidir. Bu sistemde bina taşıyıcı sistemine sabitlenmiş profiller üzerine kabuk elemanı monte edilmektedir. Yalıtım malzemeleri de sabitlendikten sonra sızdırmazlık kontrolü yapılmakta ve üzerine kapak profili tespit edilmektedir. Bu sistem, diğer sistemlere göre daha az maliyetlidir. Üretimi kolaydır. Bu sebeple ülkemizde daha çok tercih edilmektedir (Şekil 7).



Şekil 7. Klasik Kapaklı Giydirme Cephe Sistem Detayı [16]

Strüktürel silikon giydirme cephe sistemlerinde cam, bina taşıyıcı sistemine sabitlenmiş yatay ve düşey profillere strüktürel silikonla yapıştırılmaktadır. Bu sistemde cepheye dışarıdan bakıldığında sadece cam malzemesi ve cam derzleri görülmektedir. Bu cephe tipi, kesintisiz cam görünümüyle cepheye estetik, şık bir görünüm katmaktadır (Şekil 8).



Şekil 8. Silikon Giydirme Cephe Sistem Detayı [17]

Transparan cephe sistemlerinde çerçeve bulunmadığından dolayı, transparan cepheler kesintisiz cam görüntüsü vermektedir. Cam kenarlarına tespit elemanlarının monte edilebilmesi için delikler açılmaktadır. Camlar birbirlerine ve taşıyıcı sisteme paslanmaz rutil veya spider cam tutucu elemanları ile monte edilmektedir. Spider tutucular ise çelik dikmelere tespit edilmektedir. Cam derzleri, genellikle ultraviyole ışınlarına dayanıklı strüktürel cephe silikonları veya epdm esaslı fitiller ile doldurulmaktadır. Transparan cephe sistemiyle gün ışığından maksimum yararlanılmaktadır (Şekil 9).



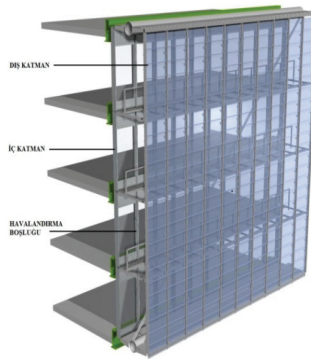
Şekil 9. Cam Taşıyıcılı Transparan Cephe Örneği [18]

Tek tabakalı cephe sistemlerinde cam malzemesi sıklıkla kullanıldığından dolayı binalarda enerji kayıpları olmaktadır. Tek tabakalı cephele-
rin iç veya dış kısımlarına gölgeleme elemanları eklenerek güneş ışınının

istenilen derecede yapı içine alınması ve bu sayede kullanıcı konforu sağlanmaktadır. Ayrıca, istenildiğinde gölgeleme elemanlarına yardımcı olarak doğal havalandırmayı sağlayan menfezlerde yerleştirilmektedir. Menfezler, iç ortamla dış ortam arasındaki doğal havalandırmayı ve binanın enerji tasarrufuna katkı sağlamaktadır. Tek tabakalı cephelere eklenen yardımcı elemanların yanı sıra, cama kaplama yapılarak da güneş kontrolü sağlanabilmektedir. Bu kaplamalar, kızılötesi yansıtımlı veya görülebilir boyuttaki dalga boylarını emen/yansıtan kaplamalardır. Kaplamalar soğuk havalarda ısı kazanımı ve güneş ışığı kazanımlarını azaltır. Bundan dolayı, soğuk aylarda bu kaplamalara karşı havalandırma sistemleri veya güneş kontrol elemanları kullanılmakta olup, kişisel konfor ve enerji korunumu bu şekilde sağlanmaktadır [19].

4.2. Çift Kabuklu Cephe Sistemleri

Giydirme cam cephe sistemlerinin uygulandığı binalarda, mekanları ısıtmak için fazla miktarda enerji harcanmaktadır. Bu binalarda ısı kayıplarını önlemek ve harcanan enerjinin boşa gitmemesini sağlamak için çift kabuklu cephe sistemleri ortaya çıkmıştır [20]. Çift kabuklu cephe sistemlerin tüm çeşitleri, bir adet iç katman, bir adet dış katman ve bu katmanlar arasındaki hava boşluğundan diğer adıyla tampon bölgeden oluşmaktadır [21] (Şekil 10).



Şekil 10. Çift Tabakalı Cephe Sisteminin Katmanları [22]

Bu tür cepheler sıcak iklimlerde ısı kazancını soğuk iklimlerde ise ısı kaybını engellemektedir. Çift kabuklu cephelerde dış katman ara boşluğa hava ve ışık girişine imkan vererek doğal havalandırmayı ve aydınlatmayı sağlamaktadır, istenildiğinde iç katmandaki pencereler açılarak doğal havalandırma, soğutma sağlanmaktadır, gürültü kirliliğini minimum seviyeye indirmeye yardımcı olmaktadır. Ayrıca rüzgar etkisinin fazla olduğu bölgelerde, çok yüksek yapılarda dahi iç kabuktaki pencere açılarak doğal havalandırma yapılmasına olanak sağlamaktadır. Pasif sistemlerle elde edilen enerji sayesinde mekanik sistemlere duyulan ihtiyacı azaltarak bina giderlerini düşürmekte ve sürdürülebilir kalkınmaya katkı sağlamaktadır [3]. Çift kabuklu cepheler binaya hafiflik ve zariflik sağlamanın yanı sıra %30-%50 oranında enerji tasarrufu sağlamaktadır [23]. Çift kabuk cephe sistemleri, hava boşluğunun havalandırılışı ve bölgelendirilişine göre olmak üzere iki grupta incelenmektedir.

4.2.1. Hava Boşluğunun Havalandırılış Yöntemine Göre Çift Kabuk Cepheler

Hava boşluğunun havalandırılış yöntemine göre çift kabuk cepheler; doğal havalandırmalı, mekanik havalandırmalı ve hibrid havalandırmalı çift kabuk cephe sistemleri olmak üzere üç grupta incelenmektedir.

Doğal havalandırma; dış ortamdaki havanın bina cephesindeki boşluklardan içeri girmesi ve iç mekandaki havanın basınç farklılıklarıyla aynı boşluklardan dışarı çıkmasıyla oluşan sistem olarak tanımlanmaktadır. Doğal havalandırmada, mekanik havalandırmada ortaya çıkan gürültü kirliliği, sağlık problemleri gibi sorunlarla karşılaşmamaktadır. Ayrıca, mekanik sistemler, periyodik bakım-onarım gerektirmekte ve önemli miktarda enerji tüketimine yol açmaktadır. Doğal havalandırma sistemleri, mekanik havalandırma sistemlerinin ilk inşaa ve enerji maliyetlerinden tasarruf etmeyi sağlamaktadır. Ayrıca, doğal havalandırma ile iç ortam konforunu yükseltmektedir.

Mekanik havalandırmalı cepheleer genellikle “aktif cephe” olarak tabir edilmektedir. Kış aylarında dış katmanın alt kısmındaki kanallardan soğuk havanın girmesi ile havalandırma boşluğu içerisinde bulunan sıcak hava üst kısma doğru ilerler ve çatı katında bulunan ısı değıştirici yardımıyla ısıtılıp havalandırma boşluğuna geri verilmektedir. Yaz aylarında ise ısınan hava dış katmanda bulunan havalandırma kapakçıkları ile dışarı atılmaktadır. Havalandırma boşluğu kışın enerji kaybını, yaz mevsiminde ise aşırı ısınmayı engellemektedir. Fazla ısınmayı engellemek için, güneş kontrol elemanları (düşey lameller, stor perdeler vb.) kullanılmaktadır. Mekanik havalandırma sistemleri klima sistemleriyle kontrol edilen ve hasta bina sendromu denilen rahatsızlıklara (baş ağrısı, alerji vs.) neden olan sistemlere nazaran çalışan konforunu üst düzeyde tutmaktadır. Mekanik havalandırma sistemleri, gürültü kontrolünü de sağlamaktadır. Özellikle trafiğin yoğun olduğu caddelerde bulunan binalar için bu sistemin kullanılması avantajdır. Çünkü hem çift cepheden dolayı ses yalıtımı sağlanmaktadır, hem de pencere açılmasına gerek kalmadığı için gürültünün içeri girmesi engellenmektedir [24].

Hibrid havalandırma sistemleri, doğal ve mekanik havalandırmanın bir arada yapıldığı sistemlerdir. Doğal havalandırma sisteminin yetersiz kaldığı zamanlarda bina otomatik olarak mekanik havalandırma sistemleriyle havalandırılmaya başlanmaktadır. Dış ortam sıcaklığının yüksek olduğu zamanlarda doğal havalandırma yeterli olmamaktadır ve mekanik sistemlere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu gibi durumlarda sıcaklığın düştüğü gece saatleri doğal havalandırma yapıлып iç ortam konforu yükseltilmektedir.

4.2.2. Hava Boşluğunun Bölgeleendirilişine Göre Çift Kabuk Cephe Sistemleri

Hava boşluğunun bölgeleendirilişine göre çift kabuk cephe sistemleri; kutu pencere, şaft, kat yüksekliğinde koridor tipi ve bina yüksekliğinde çift kabuk cephe olmak üzere dört grupta incelenmektedir.

Bina yüksekliğinde çift kabuk cephelerde dış ve iç kabuk arasındaki boşluk yatayda ve düşeyde kesintisiz devam etmektedir. Bu tür cephelerde, dış kabuğun alt ve üst kısmında menfez bulunmaktadır. Soğuk hava dış katmanın alt kısmında yer alan menfezden içeri alınmakta ve içerideki sıcak havayı iterek yükselmektedir. Yükselen sıcak hava üst menfezden dışarı atılmaktadır. Bu sistemde sıcak hava sürekli üst katlara doğru yükseldiğinden üst katlar fazla ısınabilmekte ve iç mekan konforunu kötü yönde etkileyebilmektedir. Sistemin bir diğer dezavantajı ise yangın sırasında dumanın ve yangının her kata kolayca ulaşabilme ihtimalidir. Ayrıca katlardaki koku ve gürültünün diğer katlara geçme ihtimali bulunmaktadır. Kış aylarında kabuğun alt ve üst kısmındaki menfezler kapatılarak sera etkisi sağlanabilmekte olup güneş enerjisinden kazanç sağlanabilmektedir. Emre Arolat tarafından tasarlanan Maslak no:1 yapısı, bina yüksekliğinde çift kabuk cephe sisteminin kullanıldığı bir ofis binasıdır (Şekil 11).



Şekil 11. Bina Yüksekliğinde Çift Kabuk Cephe Örneği Maslak no:1 ofis binası [25]

Kat yüksekliğinde koridor tipi çift kabuk cephelerde, katlar kesintisiz yatay bölücülerle birbirinden ayrılmaktadır. Hava giriş-çıkışı kat bazında olmaktadır. Kat cephesinde alt ve üst kısmında hava giriş-çıkış menfezleri bulunmaktadır. Hava alt menfezden alınıp kat içerisine verilmektedir. Kirlenen hava iç katmandan havalandırma boşluğuna verilip üst menfezden çıkışı sağlanmaktadır. Dış ile iç kabuk arasındaki boşluk 20-150 cm arasındadır. Boşluk 100-150 cm arasındaysa bu bölüm koridor olarak kullanılabilir ve bu sayede odalar arası geçiş sağlanmaktadır. Güneş kırıcılar da bu boşluklara yerleştirilebilir ve bakımlarının daha kolay yapılması sağlanmaktadır. Koridor tipi çift kabuklu cephelerde aynı kattaki mekanlar arasında ses yayılabilmektedir. Bunu önlemek için mekanlar arası dikey ayırıcılar kullanılmaktadır.

Kutu pencere tipi çift kabuk cephelerde katlar arasında yatay ve kat bazında dikey ayırıcılarla alanlar sınırlandırılmaktadır. Havalandırma sistemine yardımcı olarak katlar arasında “balık ağzı” denilen hava giriş ve çıkışını sağlayan pencereler bırakılmaktadır. Bu pencerelerin her ikisi de düşeyse dışarıya verilen pis hava geri emilebilmektedir. Bu sistem yangını önlemeye yardımcı olmaktadır. Her katta giriş çıkış menfezi bulunmaktadır. Bu da etkili doğal havalandırma sağlamaktadır. Dış cam ile iç cam arasındaki boşluk 20-40 cm’dir. Düşey sınırlandırıcı elemanlarla, kat içinde gürültü, ses, koku izolasyonu sağlanmaktadır. Bu sistem genellikle, çok gürültülü yerlerde, ses yalıtımı gereken mekanlarda kullanılmaktadır. Bina iç cephesinde bulunan pencereler istenildiğinde açılıp doğal havalandırma sağlanmaktadır. Bu da iç mekan konforunu sağlamaktadır. Bina iç cephe camı çift cam, dış cephe camı ise lamine tek cam olarak tasarlanmaktadır.

Şaft tipi çift kabuklu cephelerde, düşeyde bina boyunca kesintisiz bir hava boşluğu bulunmaktadır. Hava bu boşlukta baca etkisiyle yükselip katlara dağılmaktadır. Her katta hava giriş açıklığı bulunmaktadır. Hava çıkışı ise yalnızca shaftın en üst noktasındaki açıklıktan olmaktadır. Bu sistemde üst katlara çıkıldıkça basınç farklılıkları oluşabilmekte ve ısınan hava ters basınç yapıp alt katlara geri

dönabilmektedir. Bu sebeple bu sistem yüksek katlı binalara uygun değildir. Diğer sistemlere göre daha az tercih edilmektedir. Güneş kırıcıları hava boşluğuna yerleştirilebilmektedir. Bu sistemde gürültünün yatayda yayılmasını önlemek güçtür. Yangın esnasında dumanların şafttan bütün binaya yayılma tehlikesi bulunmaktadır.

4.3. Akıllı Cepheleeri Oluşturan Yapı Bileşenleri

Akıllı cepheleer, kabuk bileşenleri, güneş kontrol elemanları, yağmursuyu depolama elemanlarından oluşmaktadır.

4.3.1. Kabuk Bileşenleri

Kabuk Bileşenleri, binanın taşıyıcı sistemine yardımcı olan ikinci strüktürlere tespit edilen kabuktan veya enerji korunumu sağlayan taşıyıcı olmayan duvarlardan ve pencere gibi açıklıklardan oluşmaktadır. Kabuk, binayı iklim koşullarından, gürültüden, kötü kokulardan, istenmeyen solar ışınlar gibi etkenlerden korumaktadır. Kabuklar, tespit ve taşıyıcı bileşenleri, saydam ve opak bileşenler ve cepheleer monte edilen PV Paneller ile rüzgar türbinlerinden oluşmaktadır.

Taşıyıcı bileşenler, bina kabuğunun binanın ana taşıyıcı sistemine taşıtılmasını sağlayan yatay ve düşey ızgara sisteminden oluşmaktadır. Kabuk ana taşıyıcı sisteme üç şekilde taşıtılmaktadır. Bunlar; ızgara sistem, panel sistem ve yarı panel sistem olarak adlandırılmaktadır.

Izgara sistemin ana taşıyıcı sisteme tespitinde kullanılan bileşenler, ankraj profilleri (U Ankraj, L ankraj, F ankraj, sabit delikli ankraj, oynar delikli ankraj vb.), baskı profilleri, perçinler, vidalar, dübeller, kenetler, cıvatalardan oluşmaktadır.

4.3.1.1. Saydam ve Opak Bileşenler

Akıllı cepheleerde sıklıkla kullanılan cam, yapının doğal aydınlatılmasını, doğal havalandırılmasını, güneş ve iklim kontrolünü, enerjinin

etkin kullanımını sağlamaktadır. Hafif ve estetik bir malzeme olduğundan dolayı çoğunlukla tercih edilmektedir. Bina cephesinde cam; tek, çift veya üç cam ünite şeklinde kullanılmaktadır. Çift kabuk cephelerde genellikle iç kabukta iki veya üç tabakalı yalıtımlı-temperli cam kullanılmaktadır. Dış kabukta ise, tek tabakalı temperlenmiş veya lamine cam kullanılmaktadır. Bu seçimler yapılırken güvenlik, maliyet, konfor, rüzgar yükü korunumu, ses yalıtımı, ısı yalıtımı gibi etkenler göz önünde bulundurulmaktadır [26]. Akıllı bina cephelerinde kullanılan cam çeşitleri; şeffaf cam (float cam), low-e kaplamalı cam, lamine cam (katmanlı cam), temperlenmiş cam, kurşun geçirmez cam, fotovoltaik cam, renklendirilmiş cam, yalıtım cam, güneş kontrol camı, yansıtıcı cam ve akıllı camlardır.

Akıllı bina cephelerinde kullanılan opak bileşenler ise, genellikle bina strüktürünü gizlemek için kullanılan panellerdir. Bu paneller genellikle, taşıyıcı sisteme monte edilen galvaniz levha ile dış cam arasına taşıyıcı gibi ısı yalıtımı elemanının yerleştirilmesiyle oluşmaktadır.

Low-e kaplamalı camlar ile ortama giren güneş enerjisinin dışarı çıkması yaklaşık %70 oranında engellenmekte ve enerji mekana geri yansıtılmaktadır. Tek cama göre 3.5-4 kat daha iyi ısı yalıtımı sağlamaktadır. Bu sebeple akıllı bina cephelerinde sıklıkla kullanılmaktadır.

Lamine camlar, kırıldıklarında parçalanmadıklarından dolayı güvenlik camı olarak da kullanılmaktadır. Ayrıca, ultraviyole ışınlarını %97 oranında tutmakta ve bu sayede bina içerisindeki tekstil malzemelerinin renginin solmasını önlemektedir.

Yalıtım cam, iki veya daha fazla camın arasına kuru hava veya çeşitli gazları barındıracak şekilde fabrika koşullarında sıkıştırılması ve birleştirilmesi sonucu elde edilmektedir. Cam tabakalar arası boşluk oluşturmak için çıta kullanılmaktadır. Camın sızdırmazlığının sağlanması için de yalıtım malzemeleri kullanılmaktadır. Isıcam sayesinde bina cephesinde ısı ve güneş kontrolü sağlanmaktadır. Isı kaybını %50 oranda azaltmaktadır.

Güneş kontrol camları, güneş ışığının ve ısısının mekan içerisine girişini denetlemektedir. Bu tür camlar, yaz aylarında güneşten gelen ısıyı kontrol etmek, kış aylarında ise iç mekandaki ısıyı kontrol etmek amacıyla kullanılmaktadır. Güneş kontrol camları, camın dış tabakasının iç kısmına kaplanan metal veya ametal oksitlerle yansıtıcılık özelliği kazanmaktadır. Çift kabuklu cephelerde genellikle iç kabuklarda kullanılmaktadır. Bunun sebebi ise güneş ışınımını yansıtma özelliğidir. Cephede ayna etkisi yaratmaktadır. Camlara kaplanan filmler sayesinde, yaz aylarında %80-85 oranında güneş ısı bina dışında tutulur ve bu sayede bina soğutma masraflarının azalmasında yardımcı olmaktadır. Kış aylarında ise, içerideki ısıyı tutarak ısıtma masraflarının azalmasını sağlamaktadır (Şekil 12).



Şekil 12. Güneş kontrol camı [27]

Gürültü kontrol camları, çok sesli yerlerde inşa edilen binaların cephesinde kullanılmak üzere üretilen camlardır. Bu tür camlar, mekan içerisinde sessiz bir ortam sağlayarak kullanıcı konforunu arttırmaktadır. Ayrıca lamine cam ünitelerinde kullanıldıklarında, cepheyi darbelere karşı korumaktadır. Ultraviyole ışınlarını %97-99 oranında tutmakta ve mekan içerisine girişini engellemektedir. Low-e kaplama ünitelerinde ve ısıcamlarda kullanıldıklarında ısı kontrolü sağlamaktadır.

Akıllı camlar, bina kullanıcılarının isteklerine cevap verebilen camlardır. Güneş ısı ve ışık geçirgenlikleri istenildiği zaman değiştirilebilmektedir. İklim koşullarına bağlı olarak özellikleri değişmektedir. İç mekan ile dış mekan arasında bir filtre görevi görmektedir. Otomatik veya elle kontrol edilebilmektedir.

Amsterdam’da bulunan The edge binasının kuzey cephesi, atriuma bakan cephedir, gün ışığını direkt olarak içeri alması için saydam tasarlanmıştır. Ayrıca, bu cephe otobana bakmaktadır ve otobandan kaynaklanan gürültü kirliliğini engellemek için cephede kalın cam kullanılmıştır (Şekil 13).



Şekil 13. The Edge – Cephe [28]

4.3.1.2. PV Paneller

Fotovoltaik paneller, güneş enerjisini elektrik enerjisine dönüştürmek için kullanılan aktif sistemlerden biridir. Fotovoltaik panel, çevreye zarar vermeden, gürültü yapmadan güneş radyasyonunu elektrik enerjisine çevirmektedir. Güneşten gelen radyasyon, fotovoltaik paneller yardımıyla enerjiye çevrilmekte ve sonrasında elde edilen enerji inverter çevirici aracılığı ile elektrik şebekesine bağlanmakta

veya akülerde depolanabilmektedir. Fotovoltaik paneller, yapıda cepheye veya çatıya yerleştirilmektedir. Bu sistemle, binalar kendi enerjilerini karşılayabilmekte ve ülke ekonomisine katkıda bulunabilmektedir.

Amsterdam'da bulunan The Edge binasının çatısı ve güney cephesinde toplam 6.000 m²lik fotovoltaik panel bulunmaktadır. Bu paneller sayesinde elde edilen enerji, binanın ihtiyacı olan enerjiyi sağlamaktadır. Fazla olan enerji ise yerin 130 metre altındaki 2 kuyuda aküfer sistemi yardımıyla depolanmaktadır. Bu sisteme yerleştirilen ısı pompası verimliliği de arttırmaktadır. Aküfer borularının bir tanesinde 6 derece diğ erinde ise 18 derece sıcaklıkta su bulunmaktadır.

4.3.1.3. Rüzgar Türbinli Cepheler

Rüzgar türbinleri, rüzgarın sahip olduğu kinetik enerjiyi, elektrik enerjisi veya hareket enerjisine çevirebilen bir aktif sistemdir. Rüzgarın hızı bu sistemlerde çok önemlidir ve üretilen enerji miktarı ile doğru orantılıdır. Binalarda rüzgar türbinleri, bina monte ve bina entegre olmak üzere iki şekilde kullanılmaktadır. Bina-Entegre rüzgar türbininin diğ er seçenekten farkı, mimari tasarım sırasında projeye entegre edilerek binanın formu tarafından desteklenmesi ve rüzgar enerjisi üretimini ve kullanımını hedeflenmesidir (Şekil 14). Bina entegre rüzgar türbinlerinin amacı, bina formunun desteğiyle rüzgarın yönünü, hızını veya yoğunluğunu değı ştirmesi veya arttırmasıyla elde edilecek olan enerjinin maksimuma ulaşmasını sağlamaktır [29]. Binalarda rüzgar türbin kullanımının birçok avantajı vardır. Bina rüzgar türbinleri sayesinde enerji ihtiyacının belli bir miktarını karşılamaktadır, Temiz enerji kullanılmaktadır, ekonomiye katkı sağlamaktadır. Dezavantajları ise, yalıtım yapılmadığı takdirde gürültü kirliliği, binaya ek yük getirmesi, türbin bakım masrafları, tedbir alınmazsa kuş ölümleri, tasarımın kötü yapılmasıyla oluşan gürültü kirliliği olarak sıralanmaktadır.



Şekil 14. Bahreyn DTM Rüzgar Türbinleri [30]

4.3.1.4. Yeşillendirilmiş Duvar Teknolojileri

Dikey bahçe olarak da adlandırılan yeşillendirilmiş duvar teknolojileri alışlagelen cephe sistemlerinin aksine sürdürülebilir özellikler sergilemektedir (Şekil 15). Yüksek yapı yoğunluğuna sahip büyük kentlerde, konutların sahip olduğu geniş cephe yüzeylerinin yeşillendirilmesi, kısıtlı yeşil alan sorununa bir çözüm önerisi olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu cephe sistemi, kentsel ısı adası etkisini azaltarak, iç ve dış hava kalitesini iyileştirerek, estetik yarar sağlayarak, ısı yalıtımı yaparak, bina kabuğunu dış etkenlerden koruyarak ve gürültü kirliliğini önleyerek kentlerin çevresel kalkınmasına destek vermektedir [31].



Şekil 15. Quai Branly Müzesi, Paris-Fransa (The Musée du Quai Branly) [32]

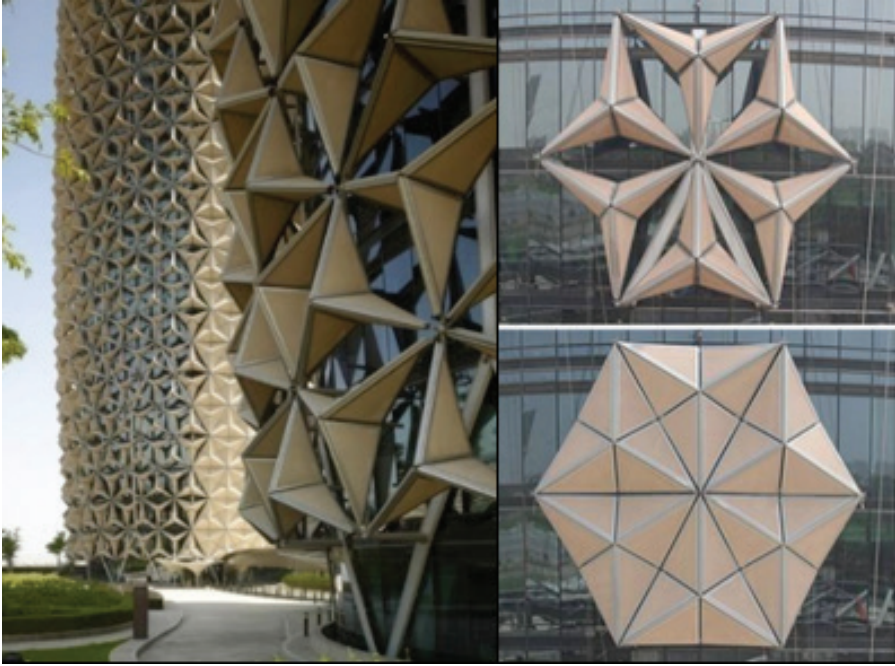
4.3.2. Güneş Kontrol Elemanları

Güneş kontrol elemanlarının kontrolü sabit, mekanik veya bilgisayar destekli kontrol üniteleri ile yapılmaktadır. Malzeme olarak genellikle cam, alüminyum, ahşap tercih edilmektedir (Şekil 16). Güneş kontrol elemanları, tek kabuklu cephelerde kabuğun iç yüzeyinde, dış yüzeyinde veya çift cam ünitesinin içinde konumlandırılmaktadır. Çift kabuklu cephelerde ise, hava boşluğunun yani tampon bölgenin bulunduğu kısımda bulunmaktadır. Dış kabuğun iç yüzeyinde, iç ve dış kabuğun ortasında veya iç kabuğun dış yüzeyinde konumlandırılmaktadır. Güneş kontrol elemanlarının tipi, bina üzerindeki konumu, şekli hem kullanıcı konforunu görsel manada etkilemesinin yanı sıra binanın termal özelliklerini de etkilemektedir. İç kabuğa çok yakın konuma yerleştirilirse aşırı ısınmaya yol açmaktadır. Tampon bölge de çok ısınmaktadır. Kullanıcı konforu negatif yönde etkilemektedir. Güneş kontrol elemanları dış kabuk ile en az 15 cm mesafe olacak şekilde konumlandırılmalıdır.

Güneş kontrol elemanları, binanın soğutma giderinin azalmasına yardımcı olmaktadır. Gölgeleme sağlamaktadır. Bina dış yüzeyine yerleştirildiğinde bina ile bütünleşmekte ve bir cephe ögesi olarak tanımlanmaktadır.

Amsterdam'da bulunan The Edge binasının güney cephesinin büyük bir kısmı fotovoltaik paneller ile kaplıdır. Paneller, bir yandan

binanın enerji ihtiyacını karşılamada yardımcı olurken diğer yandan çalışanlar için güneşten koruma sağlamaktadır. Cepheye bulunan hava kapakçıkları, güneş açısına göre yerleştirilmiştir ve kapakçıklar cepheye ısı birikimini engellemektedir. Doğu ve batı cephesinde ise, gölgeleme sağlanması için daha az aralıklı ve doğal havalandırma yapılabilmesi için açılabilir kanatlı doğramalar kullanılmıştır.



Şekil 16. Al Bahr Towers Güneş kontrol elemanları [33]

4.3.3. Yağmur Suyu Depolama Elemanları

Binalarda yağmur suları özellikle çatılarda veya zeminlerinde toplanıp, oluk sistemleri ile yağmur suyu deposunda biriktirilip arındırıldıktan sonra bina içerisinde tekrar kullanılmaktadır. Çatıdan toplanan sular içme suyu olarak kullanılacak seviyede arıtılabilmektedir. Arıtılan su içme suyu kıvamında ise, yemek pişirmede, duşta, bulaşık yıkamada kullanılmaktadır. Kullanım suyu kıvamında ise, çamaşır yıkama,

ev temizliğinde, bahçe sulamada vs. kullanılmaktadır. Cepheden toplanılan su da çatıdan toplanılan su gibi içme suyu kıvamına getirilebilmektedir. Amsterdam’da bulunan The Edge binasının çatı ve cephe yüzeylerinde yer alan drenaj sistemleri yardımıyla toplanan yağmur suları depolanarak, atrium üzerindeki bahçelerin sulanmasında, tuvalet sifonlarında ve bina dışındaki peyzaj alanlarının sulanmasında kullanılmaktadır. Ekolojik koridor olarak adlandırılan alan, binayı otobandan ayırmaktadır.

Su arıtma sistemi sayesinde, binalarda kullanılan su ihtiyacında tasarruf sağlanmaktadır. Su kaynaklarının sürdürülebilir olarak kullanılmasını sağlamak ve su tasarrufu sağlamak için binalarda yağmur suyu toplama, arıtma ve kullanma sistemlerinin yaygınlaştırılması gerekmektedir [34].

5. Bulgular ve Tartışma

Sürdürülebilir kalkınmanın sağlanmasında akıllı bina cephelerinin birçok etkisi bulunmaktadır. Bu etkiler çevresel, sosyal ve ekonomik etkiler olmak üzere 3 başlıkta incelenebilmektedir.

Çevresel etkiler; cephelerde geri dönüşümlü, çevre kirliliğine mümkünse sebep olmayan malzemeler kullanılarak, doğal kaynak kullanımı azaltılmaktadır. Örneğin cephelerde kullanılan cam, sonsuz bir döngü içerisinde geri dönüştürülebilir bir malzemedir. Camın geri dönüşümüyle kum, soda ve kireç doğal kaynakları korunmasının yanı sıra enerji tüketiminde %25 azalma, hava kirliliğinde %20 azalma, maden atığında %80 azalma, su tüketiminde ise %50 azalma sağlanmaktadır. Akıllı yapı cephelerine yerleştirilen rüzgar türbinleri, fotovoltaiik paneller gibi sistemlerle elde edilen enerji sayesinde fosil kaynaklarının kullanımı azaltılmaktadır. Bu sayede fosil kaynakların kullanımı sonucu çevreye verilen zarar azaltılmaktadır ve hava kirliliği önlenmektedir. Çeşitli özelliklerdeki camlar kullanılarak doğal aydınlatma sağlanmaktadır. Doğal aydınlatmanın sağlanmasıyla, yapay

aydınlatma elemanları kullanımıyla çevreye verilen ısı miktarı azaltılmaktadır.

Drenaj sistemleri ile cephede ve çatıda biriken yağmur sularının depolanması ve ihtiyaç duyulan yerlerde kullanılması sağlanarak, binalarda suyun kullanımı azaltılmaktadır.

Sosyal Etkiler; akıllı bina cepheleri, doğal havalandırma imkanı sağlayarak, mekanik sistemlerin kullanılmasını azaltmaktadır ve hasta bina sendromunun yaşanması engellenmektedir. Akıllı bina cephelerinde çeşitli özelliklerdeki cam kullanılarak doğal aydınlatmanın sağlanmasının yanı sıra cam yüzeyinin artmasıyla gün ışığından maksimum düzeyde fayda sağlanmaktadır. Doğal aydınlatma ve doğal havalandırmanın sağlanmasıyla çalışan konforu artmakta ve bu sayede verimlilik artmaktadır.

Akıllı yapı cephelerinde kullanılan gürültü kontrol camları ile dış mekanla iç mekan arasında gürültü kontrolü sağlanmaktadır. Güneş kontrol (gölgeleme) elemanları ve kaplamalı camlar ile güneş ışınlarından korunum sağlanmaktadır, bu sayede cepheye yakın bir noktada çalışan bireyler ile uzak noktada çalışan birey arasında konfor seviyesi eşitlenmektedir. Cephede güvenlik camlarının kullanılmasıyla bina içerisinde çalışan bireylerin kendilerini emniyette hissetmesi sağlanmaktadır. Cephede lamine cam kullanılması sonucu, UV ışınlarından kaynaklanan tekstil ürünlerindeki renk solması %97 oranında engellenmektedir. Ayrıca cephede cam malzemenin kullanılmasıyla iç mekandan dış mekanın tamamı gözlenebilmekte ve iç mekanla dış mekan arasındaki görsel iletişim kesilmemektedir. Yangına dayanımlı camlarla, bina kullanıcılarının yangından minimum seviyede etkilenmesi sağlanmaktadır. Sonuç olarak, kullanıcı konforu sağlanmakta ve verimlilik artırılmaktadır. Akıllı yapı cepheleri ile rüzgara karşı dayanım sağlanarak rüzgarın etkisinin azaltılması ile yüksek katlı binalarda en üst katlarda bile pencere açılabilen ve doğal havalandırma sağlanarak iç hava kalitesi artırılmaktadır. Çift tabakalı cephelerde, iki tabaka arasındaki alanda bulunan hava yeterince soğutulmadığı

takdirde aşırı derecede ısınabilmekte ve kullanıcı konforunu olumsuz yönde etkileyebilmektedir.

Ekonomik Etkiler; akıllı bina cephelerine yerleştirilen rüzgar türbinleri, fotovoltaiik paneller gibi yardımcı sistemler ile rüzgar, güneş gibi doğal enerji kaynaklarından elde edilen enerji ile binanın ihtiyaç duyduğu enerji karşılanmaktadır. Bu sayede ülkenin enerji ithalatının azalmasını sağlayarak ekonomiye katkıda bulunmaktadır. Akıllı binaların çatı ve cephelerine nüfuz eden yağmur sularının, drenaj sistemleri ile toplandıktan sonra depolanması ve ihtiyaç duyulduğu zaman bina içerisinde tuvalet sifonlarında, bina içindeki ve dışındaki peyzaj alanlarında kullanılmasıyla bina kullanım maliyetini azaltılmaktadır.

Akıllı bina cepheleri, dış ortam koşullarına uyum sağlamaktadır. Bunu gerçekleştirirken kullanıcı konforunu sağlamakta ve binanın enerji ihtiyacını da minimum düzeyde tutmaktadır. Akıllı bina cephelerinde kullanılan güneş kontrol camları ve kaplamalı camlar ile kış aylarında mekandaki ısının korunumu sağlanırken yaz aylarında ise güneş ışınımı kontrolü sağlanmaktadır. Cephelere monte edilen güneş kontrol elemanları ile de gölgeleme sağlanmakta ve cam yüzeyinin dolayısıyla mekânın fazla ısınması engellenmektedir. Bu sayede, hem kullanıcı konforu sağlanmakta hem de bina soğutma giderleri azaltılmaktadır. Güneş Cephede kullanılan lamine camlarla, tekstil malzemelerindeki renk solma sorunu engellenmektedir. Bu sayede bina içerisinde kullanılan perde, koltuk, sandalye gibi şeylerin uzun süre kullanımı sağlanmaktadır. Yangına dayanımlı camlar ile kullanıcı konforunun sağlanması yanı sıra yangının binaya yayılması önlenmekte ve birçok eşyanın, malzemenin zarar görmesi önlenmektedir. Akıllı yapılarda cephe malzemesi olarak geri dönüştürülebilir malzemelerin kullanılması sonucu ekonomik tasarruf sağlanmaktadır. Çift tabakalı cephelerde, iç cephe ek bir maliyet gibi görünse de, iç ortam koşullarının iyileştirilmesi, enerji kullanımını azaltması, doğal havalandırma yapılabilmesiyle hem kişisel konforu sağlamakta hem de bina işletim maliyetini azaltmaktadır. Akıllı binalarda kullanılan cephe sistemlerinden biri olan çift tabakalı cephelerin

tabakaları arasında kalan havanın ısınması sonucu, bina soğutma giderleri artabilmektedir.

Bina cephe tasarımında akıllı cephelerin tercih edilmesi binalara ek bir maliyet getirmektedir. Fakat akıllı yapı cepheleri sayesinde doğal havalandırma, aydınlatmanın sağlanması sonucu mekanik sistemlere daha az ihtiyaç duyulması ve daha az enerji tüketilmesi, klima sistemlerinin yerine HVAC sistemlerinin kullanılması, bu sayede verimliliğin artmasıyla bu maliyet amorti edilebilmektedir.

6. Sonuç

Dünya genelinde kullanılan enerjinin büyük bir kısmı yapıların yapım, işletim ve yıkım sürecinde kullanılmaktadır. Bu sebeple, binaların enerji etkin akıllı bina olarak tasarlanması sürdürülebilir kalkınmanın sağlanabilmesi için büyük önem arz etmektedir. Akıllı bina sistemleri birçok fonksiyon ve boyuttaki binalarda uygulanabilen bir sistemdir fakat bina işletimindeki enerji, su gibi tüketimlerin fazla olduğu çok katlı binalarda daha çok tercih edilmektedir. Çünkü alt sistemler ile donatılmış akıllı binalar, bu sistemler yardımıyla gereksinim duydukları enerjiyi cephelerine yerleştirilen rüzgar türbini, fotovoltaiik paneller yardımıyla üretmektedir. Yağmur sularını cephelerine ve çatılarına yerleştirilen yağmur suyu depolama elemanları yardımıyla toplayıp ihtiyaç duyduğunda peyzaj sulamasında, tuvaletlerde vs. kullanmak üzere depolamaktadır. Cephelere içerden veya dışarıdan monte edilen güneş kırıcılarla güneş ışınımı ve fazla ısınma engellenerek, soğutmada harcanan enerji miktarı azaltılmaktadır. Akıllı cepheler, tek tabakalı ve çift tabakalı olarak tasarlanmasına karşın tek tabakalı cephelerde istenilen performans sağlanamadığından dolayı daha çok çift tabakalı olarak tasarlanmaktadır. Gürültü kontrol camları kullanılan çift tabakalı cephelerde dış ortamdaki gürültülerin iç ortama girmesi engellenmektedir. Çift tabakalı cepheye sahip yüksek binalarda, en üst katlarda dahi pencere açılarak doğal havalandırma sağlanmaktadır.

Akıllı binalar bu özellikleriyle çevresel, sosyal ve ekonomik açıdan sürdürülebilir kalkınmanın sağlanmasında yararlı olmaktadır.

Bina fonksiyonuna uygun alt sistemlerle donatılmış ve otomasyon sistemleri ile tek noktadan kontrol edilen akıllı binaların yapım maliyeti, akıllı olmayan binalara göre yüksektir. Yapım sonrası bina işletim maliyeti ise akıllı olmayan binalara göre daha düşüktür. Bina içerisindeki mekanların ısıtılması, soğutulması ve havalandırılması HVAC sistemleri ile dengeli ve enerjiyi en verimli şekilde kullanacak bir şekilde yapılıp, gereksiz ısıtma, soğutma, nemlendirme işlevleri önlenmektedir. Sistem sayesinde kullanıcı konforu en üst düzeyde tutulmakta olup enerji de en verimli şekilde kullanılmaktadır. Akıllı binalar, HVAC gibi alt sistemleri sayesinde çevresel, ekonomik ve sosyal açıdan da sürdürülebilir kalkınmanın sağlanmasına yardımcı olmaktadır.

Akıllı binalar bulunduğu çevrenin şartlarına karşı koymaktansa çevre koşullarına uyum gösteren binalardır. Çok rüzgar alan bölgelerde bina formları, rüzgardan minimum etkilenecek şekilde kıvrımlı bir şekilde tasarlanmaktadır. Bina cephesinde çeşitli yerlerde açıklıklar bırakılarak rüzgarın o kısımlara yönelerek cephenin diğer tarafından yoluna devam edecek şekilde tasarımlar yapılmaktadır. Bazı binalarda da bu açıklıklara rüzgar türbinleri yerleştirilerek rüzgarın kinetik enerjisinden elektrik enerjisi elde edilmektedir.

Sonuç olarak, akıllı bina cephelerine yerleştirilen fotovoltaik panel ve rüzgar türbinleri ile binanın ihtiyacı olan enerjiyi elde etmesi, alt sistemleri yardımıyla çalışan konforunu optimum değerde tutabilmesi, çevreyle olan uyumu, yerli malzeme kullanılması sonucu ekonomiye katkısı, çift kabuklu cepheler sayesinde yüksek binalarda bile doğal havalandırma imkanı sağlaması, güneş kırıcı sistemler ve kaplamalı camlar yardımıyla iç mekandaki insanları rahatsız etmeden doğal aydınlatma sağlaması, güvenlik camları kullanılarak mekan içerisindeki insanların korunması, gürültünün fazla olduğu yerlerde gürültü kontrol camları kullanılarak gürültünün iç mekana girişinin engellenmesi, yenilenebilir enerji kaynaklarından elde ettiği enerjiyle doğal kaynaklardan elde edilen enerji gereksinimini minimuma indirmesi

gibi özellikleriyle akıllı bina cephelerinin çevresel, sosyal ve ekonomik açıdan sürdürülebilir kalkınmanın sağlanmasında pek çok katkısı vardır.

Kaynaklar

- [1] Mawhinney, M. Sustainable Development: Understanding the Green Debates, Oxford: Blackwell Publishing, s.3, (2002).
- [2] Harris, J. M. Basic Principles of Sustainable Development. Global Development and Environment Institute Working Paper:00-04, Tufts University, USA, (2000)
- [3] Çakır, G. Sürdürülebilir Mimarlık Bağlamında Yüksek Yapıların İrdelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. MSGSÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, (2011).
- [4] Palabıyık, S. Geleneksel ve Yeni Kalkınma Kuramlarının Analizi: Türkiye Örneği. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir, (2009).
- [5] <http://unesco.org.tr/dokumanlar/duyurular/skh.pdf> (Erişim Tarihi : 01.03.2017)
- [6] Harrison, A., Loe, E. and Read, J. Intelligent Buildings in South East Asia, E & FN Spon, London, (1992).
- [7] Oğuz, O. Akıllı Bina Kavramı ve Akıllı Bina Değerlendirme Metotları. Yüksek Lisans Tezi. İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, (2007).
- [8] Erkinay, P. U. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Rüzgar Enerjisinin Türkiye’de Binalarda Kullanımı Üzerine Bir İnceleme. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, (2012).
- [9] Erturan, B. Akıllı Cepheler. 6th International Advanced Technologies Symposium, (2011), Fırat Üniversitesi, Elazığ.
- [10] Bilgiç, S. Akıllı Cephe Sistemleri. Ege Mimarlık, Sayı: 44, (2002).
- [11] <http://cdn.woto.com/dsfile/6d8372e4-af2a-4596-8dc7-30defaf8a5a3?t=1411319247627> (Erişim Tarihi: 21.05.2018)
- [12] http://images.adsttc.com/media/images/52fb/df4d/e8e4/4e54/8200/000b/large_jpg/01.jpg?1392238396 (Erişim Tarihi : 21.05.2018)
- [13] http://images.adsttc.com/media/images/5014/14c7/28ba/0d3b/4500/0fca/large_jpg/stringio.jpg?1414495441 (Erişim Tarihi: 21.05.2018)
- [14] Tortu, Ş. Ş. Alüminyum Giydirmeye Cephelerde Isıl Performans Durabilite İlişkisinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, (2006).
- [15] http://tekelisisa.com/wp-content/uploads/2014/09/isbankasi_03.jpg (Erişim Tarihi : 21.05.2018)

- [16] <http://www.renkcephe.com/upload/klasik-kapakli.jpg> (Erişim Tarihi : 21.05.2018)
- [17] <http://www.cephesistemleri.co/wp-content/uploads/2014/12/Silikon-giydirme-cephe-1.jpg> (Erişim Tarihi: 21.05.2018)
- [18] http://unionvidriera.com/blog/wp-content/uploads/2014/05/solar_4.jpg (Erişim Tarihi : 21.05.2018)
- [19] Uygun, V. Sürdürülebilir Mimarlık Bağlamında Enerji Etkin Cephe Sistemlerinin İncelenmesi (Yurt İçi Ve Yurt Dışı Örneklerle). Yüksek Lisans Tezi. Haliç Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, (2012).
- [20] Alakavuk, E. Sıcak İklim Bölgelerinde Çift Kabuk Cam Cephe Sistemlerinin Tasarımı İçin Kullanılabilecek Bir Yaklaşım.Yüksek Lisans Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, (2010).
- [21] Şahin, N. İ. ve Manioğlu, G. Binalarda Yağmur Suyunun Kullanılması.Tesisat Mühendisliği Dergisi, Sayı 125, (2011).
- [22] <http://en.focchi.it/wp-content/uploads/2012/11/Image10.jpg> (Erişim Tarihi : 21.05.2018)
- [23] Sev, A. ve Özgen, A. Yüksek Binalarda Sürdürülebilirlik ve Doğal Havalandırma.Yapı Dergisi, 262,9, (2003), 92–99.
- [24] Çakır Kıasf, G. Enerji Etkin Çift Kabuk Cephe Sistemlerinin İstanbul'a Uygunluğunun Analizi. Doktora Tezi. Haliç Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, (2015).
- [25] <http://images.adsttc.com/media/images/5837/a056/e58e/ce93/1c00/004b/slideshow/161005D0064.jpg> (Erişim Tarihi : 21.05.2018)
- [26] Erturan, B.Akıllı Cephe Tasarım İlkeleri Ve Uygulama Örneklerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. MSGSÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, (2010).
- [27] <https://www.affani.com.tr/resimler/sayfalar/gunes-kontrol-cam-filmleri-3.jpg> (Erişim Tarihi:21.05.2018)
- [28] http://617bb7d10f2e3e8732fd9335c5bd016d61e5d3d959d22c1f394b.r91.cf3.rackcdn.com/images/the_edge-gallery02.jpg (Erişim Tarihi : 21.05.2018)
- [29] Günel, M. H. ve İlgin, H. E. Bir Mimari Tasarım Kriteri Olarak Rüzgar Enerjisi Kullanımı. Ege Mimarlık Dergisi, 2008, Sayfa 6-11.
- [30] http://lh4.ggpht.com/_qyJ7R-2pCKI/SU1YeP1SEiI/AAAAAAAAA1A/HqJy-lm7fls/s512/bahreyn9.jpg (Erişim Tarihi : 21.05.2018)
- [31] Çakır Kıasf, G. ve Selçuk, E., (2018). Yeşillendirilmiş Konut Cephelerinin Kentlerin Çevresel Kalkınmasına Etkisi, İstanbul I.Konut Kurultayı (10-11 Mayıs 2018), Kağıthane Osmanlı Arşivi Kongre Merkezi, İstanbul.
- [32] <https://inhabitat.com/the-musee-du-quai-branly-in-paris-boasts-a-luscious-vertical-garden-by-patrick-blanc/patrick-blanc-green-wall-musee-du-quai-branly-paris-3/>, Erişim Tarihi:09.04.2018

- [33] <http://www.electramag.com.br/site/wp-content/uploads/2015/11/geometric-sun-shades-al-bahar-towers-abu-dhabi-6.jpg> (Erişim Tarihi : 21.05.2018)
- [34] Çakır Kıasf, G., Enerji Etkin Çift Kabuk Cephe Sistemlerinde Yangın Performansını İyileştirecek Yöntemler 8.Ulusal Çatı ve Cephe Sempozyumu, (2-3 Haziran 2016), MSGSÜ, İstanbul.

Cephe Düzenlemeleri Üzerinden Sokaklardaki İnsan Dolaşımının Artırılmasına Yönelik bir Yaklaşım: Yaşayan Sokaklar

Sennur HİLMİOĞLU^{1*}

¹Haliç Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, İstanbul, Türkiye

Geliş Tarihi: 30.05.2018

***Sorumlu Yazar e mail:** sennurhilmioğlu@gmail.com **Kabul Tarihi:** 26.07.2018

Özet

Kentte yürürken, mekânlar arasında hareket halinde olma fırsatı kazanılmaktadır. İnsan, ancak yürüyerek kendi mekânının sınırlarını değiştirebilmektedir. Çalışmanın amacı, kent içerisindeki yayaların cepheleri algılamasını arttırabilecek düzenlemeler yapılmasıdır. Araştırmaya kentin ve insan davranışlarının eş güdümlü olarak irdelenmesiyle başlanmıştır. İlk olarak İstanbul'da, Gaziosmanpaşa bölgesinde biri insan dolaşımının fazla, diğeri az olduğu iki sokak belirlenmiştir. Yayaların yalnızca ana sokaklarda yoğunlaşmamasını ve ara sokaklara da yayılmasını sağlamak hedeflenmektedir. Araştırma kapsamında gözlem yapılmıştır ve yerleşimde kalıcı olan esnafın, sokak sakinlerinin ve bölgeden geçen insanların görüşleri alınmıştır. Çalışmada incelenen sokaklar, gözlem ve güncel sorunlardan yola çıkılarak değerlendirilirken, nicel veriler ile ulaşılacak sınırlar kapsam dışında bırakılmaktadır. Bu çalışmanın sonucunda, insanların genel istekleri ve şikâyetleri değerlendirilerek uygulanabilir öneriler geliştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Mimarlık, Kent, Sokak, Cephe, Yaya.

An Approach for Increasing Human Circulation on the Streets by Making Facade Arrangements: Living Streets

Abstract

While walking in the city, there is a chance of being in motion among the spaces. Man can only change the boundaries of his space, on foot. The aim of the study is making arrangements that would increase the facade perception of the pedestrians in the city. The study began with a research of an urban area and human behavior in a coordinated manner. Firstly, two streets were identified in İstanbul, in

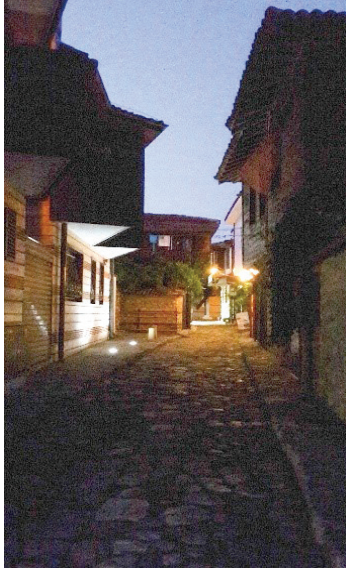
Gaziosmanpaşa region. One of the Street has high human circulation and the other is low. It is aimed that the pedestrians do not concentrate only on the main streets and spread to the alleys. Observations were made within the scope of the survey and opinions of shopkeepers, street residents and people passing through the area were taken into account. While examined streets are evaluated with the consideration of observations and recent problems, the limits to be reached with quantitative data are excluded. Finally; a method for evaluate people's general requests, complaints and develop applicable proposals for the streets has been established.

Keywords: Architecture , City , Street , Facade , Pedestrian.

1. Giriş

İnsan, çevresinden etkilenen, çevresini değiştiren ve buna göre kendi de değişen ekosistemin en etkili parçasıdır. Çevre kavramı, farklı insanlar ve sosyal gruplar için geçmiş yaşam deneyimlerine, bugünkü yaşam koşullarına ve geleceğe yönelik beklentilerine bağlı olarak farklı anlamlar taşır. Yirminci yüzyılda sürekli artan yaygın kentleşme, doğal alanların kentlerden ve günlük yaşamdan kopması ile insanın içinde bulunduğu çevre 'kent' adını almış ve beraberinde gerek doğa için gerek insan için sorunları beraberinde getirmiştir. Kentler hızla gelişmekte, yapılaşmakta ve mekanikleşmektedir. Bu gelişme ve yapılaşma sırasında, insanoğlunun doğa ile iç içe bulunmaktan psikolojik ve fiziksel sağlık açısından çeşitli faydalar elde ettiği inancı unutulmaya başlanmıştır. Günümüzde, geleceği tehlikede olan doğanın varlığının ve öneminin farkına varılmaya başlanmıştır. Doğa ile iç içe olmanın, onu korumanın çareleri aranmaya başlanmıştır. Kent ortamındaki yayanın gün içinde bulunduğu noktaları sadece mecbur kaldığında kullandığı geçiş noktaları olarak algılaması, kentsel mekânların giderek boşalmasına, sosyalleşmenin azalmasına ve çevre bilincinin kaybolmasına neden olmuştur. İnsan, tekrar çevre ile bütünleşmelidir. Doğa, yeniden anlaşılmalı ve yeniden anlamlandırılmalıdır. Kentsel mekânlar bu amaçla düzenlenmelidir. Kentsel mekânlar, binalar dışında kalan geçiş bölümleridir (Şekil 1). Kentsel mekânlardan, yaşayanların gereksinimlerine cevap vermesi ve

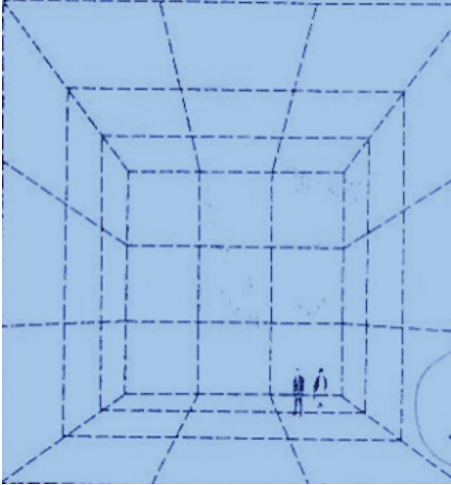
insanları bu mekanları daha sık kullanmaya teşvik etmesi beklenmektedir. Bu nedenle kentsel mekânların, çevre bilincini oluşturacak şekilde düzenlenmesi gerekmektedir. Çevre bilincinin oluşması için hiyerarşik olarak mekanların özelden genele açılması uygundur. Nitelikli hiyerarşik düzenlemelerde mekân, kendinden daha geniş açıklığa yönlenecek biçimde konumlandırılmalıdır [1]. Mekanlar arasında süreklilik sağlamak önemli olmaktadır. Sürekliliğın sağlanması için kamusalda özele, açıktan kapalıya, içten dışa olacak şekilde geçişler sağlanmalıdır.



Şekil 1. Kentsel mekânlar.

Yapısal çevre ancak insanların algılayabildiği sürece vardır. Buna göre, insan “mimari etken” iken, yapısal çevre ise ancak taşıyıcı, yani “mimarının nesnesi” olabilir. Barnett’ın belirttiği gibi günümüz kenti, kasti olmasa da tekil amaçlarla alınmış kararların hesaplanamamış, kestirilememiş ya da göz ardı edilmiş yan etkilerinin bir ürünüdür [2]. Sınırların, kentlerin, sokakların arasındaki insan, ‘yaya’ sıfatında algılanmaktadır. Kent içerisinde ‘yaya’ olarak algılanan insan, binaların, araçların, düzensiz cephelerin, asfaltın arasında sıkışıp kalmıştır. İnsan,

çevre bilincini unutarak kimliksiz bir ortamda stres ile iç içe yaşamak zorunda bırakılmıştır. Araştırmanın ana fikri, insanın var oluşundan beri tanık olduğumuz duvar-döşeme-tavan üçlemesinden beslenmektedir (Şekil 2). Tarihte bunun en eski örneği, M.Ö. 3000'lerde İngiltere'de yer alan Stonehenge'de görülmüştür. Bir mekânın parçaları olan bu üç unsur kent içerisinde cepheler-asfalt-atmosfer olarak ele alınmıştır (Şekil 3). Dolayısıyla, cepheler iç ve dış arasındaki ilişkiyi düşünmemiz için bize bir araç olmuştur. Bu çalışmada, mimari etken olan insan ile mimari nesne olan cephenin ilişkisi irdelenmiştir.



Şekil 2. Duvar-Döşeme-Tavan.



Şekil 3. Cephe-Asfalt-Atmosfer.

2. Amaç

Çalışmanın amacı; bugünün imkân sınırlarını zorlamadan, geleceğin kentleri ile ilgili bir görsel senaryo oluşturmaktır. Kent, daha az aracın olduğu, insanları yaşayan cephe katmanlarının karşıladığı ve yayanın daha önemli olacağı bir sistem olarak kurgulanmıştır. Şehrin, bir gezinti yeri gibi rahatlatıcı etki yaratacağı ve yayaların çevresiyle etkileşim içine girmesine fırsat vereceği düzenlemelerin ön plana çıkarılması amaçlanmıştır. Bu düzenlemelerin yaygınlaşması ile sokakları

arabaların izin verdiği ölçüde kullanabilen yayalar kentin asıl sahibi olma fırsatı yakalayacaklardır. Sosyal çevresiyle uyumlu olamayan insanın, doğal çevresiyle uyumlu olması mümkün değildir. Çalışma kapsamında bu düşünceden yola çıkılarak, bireylere çevrelerine karşı daha duyarlı olma bilincini verecek önerilerin sunulması amaçlanmıştır. Yaya Dernekleri bu konuda dünyanın gelişmiş ve gelişmekte olan birçok ülkesinde faaliyetlerini sürdürmektedir (Şekil 4). Örneğin; ‘Living Streets’ adı ile İngiltere, İskoçya, Amerika ve Yeni Zelanda gibi birçok ülkede eş kaygılı faaliyetler sürdürülmektedir [3]. Bu faaliyetler kent içinde yayaların rahat ve güvenli şekilde yürüyecekleri kaldırımlar, faydalanabilecekleri duraklarla ilgilenmektedir. Yürüme esnasında yeni deneyimler edinilmesine katkıda bulunmak amaçlanmaktadır. Bunu gerçekleştirmek ve yayayı yürümeye teşvik etmek için, yeni yüzeyler ve cephe düzenlemelerin yaratılması amaçlanmaktadır. Günümüzde büyük ve kalabalık kentlerde yürümek te-dirgin edici bir eylem olmaya başlamıştır. Bu yüzden insanlar kendilerini sokaklara yabancı hissetmektedir. Bunun nedeni; yaya geçişinin olduğu alanlarda uygun düzenlemelerin olmaması, yayaların yürüyüşleri boyunca gereksinim duyacağı donanımların eksikliği ve sokakların yalnızca motorlu araçların hâkimiyetinde olmasıdır.



Şekil 4. Cephe-Asfalt-Atmosfer [3].

Teknolojinin insan hayatını kısıtlamaması için düzenlemeler yapmak amaçlanmaktadır. Kenti, araç trafiğinin egemenliğinden kurtarıp, kentteki toplumsal hayatın zenginleşmesine ortam hazırlayacak yaya odaklı bir mekâna dönüştürebilmek hedeflenmiştir. Kent merkezindeki meydan, cadde, sokak, kentsel mekâna sınır oluşturan yapı

cephelerinin kısmi düzenlemelerini kapsayan ve kentsel yaşam kalitesinin artmasını sağlayacak bir rehabilitasyon çalışmasının yapılması amaçlanmıştır. Bir kentteki mekân kurgusunun kalitesi, o kentteki sosyal yaşantı düzeyini etkilemektedir. Kenti kullananların, kamusal alanlarda sosyal ve kültürel aktivite odaklı kentsel mekânlara ulaşmayı, kentteki toplumsal hayat yoksulluğunun göstergelerinden biri olabilmektedir. Kentin asıl dolaşım sitemini oluşturan yayaların, mekânların fiziksel, sosyal ve ekonomik açıdan farklı kazanımlar elde etmesini sağladığı unutulmamalıdır. Çalışma kapsamında, yaşlıların, çocukların, çalışanların, ev hanımlarının kentsel mekânı kullanabilecekleri, kendileri için tasarlanmış ve sosyalliği artırıcı etkisi olan düşünce ürünü düzenlemeler yaratmak hedeflenmiştir. Sosyalleşemeyen, kendisine kent içerisinde güvenli ve özgün bir yer bulamayan insanın çevresiyle bağlarını koparmaması adına öneriler sunulacaktır. Çevre bilinci, ekoloji biliminin temelini oluşturan önemli unsurlardan biridir. Bu öneriler ile çevre bilincinin oluşacağı savunulmaktadır. Yaya, deneyimlediği mekana kendinden bir yorum katacaktır. Aynı mekânı daha sonra deneyimleyecek yayalar ise var olan yoruma yenilerini ekleyecektir. Amaç, insanların kendilerini kente ait hissetmelerini ve yaşadıkları evreni sahiplenmelerini sağlamaktır. Evrenin gidişatına karşı hissettiğimiz duyarlılık oranı, çevre bilinci ile doğru orantılı gelişmektedir. İnsan için fayda sağlayacak her düzenlemenin ‘ekolojik’ olduğu düşünülerek, yaya odaklı kent düzenlemeleri oluşturmak amaçlanmaktadır.

3. Materyal ve Metot

Büyüyen, gelişen kentler her geçen gün çeşitli kent sorunlarının baskısı altında kalmaktadır. Bu nedenle, kentsel sorunların başında nüfus kirliliği gelmektedir. İstanbul’un nüfusunun 11 milyon 8 bin 790 ve İstanbul’un en kalabalık ilçesinin 912.405 kişi ile Gaziosmanpaşa olduğu belirtilmektedir [4]. Çalışma alanı olarak seçilen pilot bölge; Gaziosmanpaşa’dır (Şekil 5). Bu bölgenin seçilme nedeni, bölgede

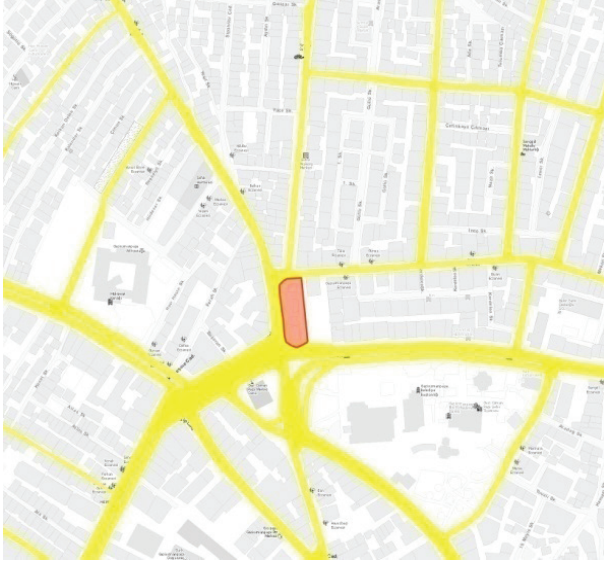
tasarlanmış düzenlemelere ihtiyaç duyulması, araç hâkimiyetindeki sokaklar ve yayaya ait alan bulunmamasının bölge sakinleri üzerinde yarattığı sıkıntıdır. Çalışmanın yöntemi, literatürün taranması, pilot bölgede gözlem yapılması ve bölgenin fotoğraflanması şeklindedir. Araştırma kapsamında pilot bölgede Kasım 2017 tarihinde gözlem yapılmış, seçilen sokaklar fotoğraflanmış ve mevcut durum üzerine eskizler çizilmiştir. Çalışmada incelenen sokaklar, gözlem ve güncel sorunlardan yola çıkılarak değerlendirilirken, nicel veriler ile ulaşılabilecek sınırlar kapsam dışında bırakılmıştır. Pilot bölgede, en temel gereksinim yaşam ve mekân kalitesini arttırabilmektir. Kenti algılamak ve kente dâhil olma yönünde yeni açılımlar yapabilmek önemli olmaktadır. Bölge içi ‘dolaşım, erişim, iletişim, paylaşımı’ sağlayabilmek gerekmektedir. Dönüştürülebilir, uyarlanabilir, yerine göre düzenlenebilir cephe fikri yaratarak, yayaların çevrelerine olan ilgilerini arttırmak hedeflenmektedir.



Şekil 5. Gaziosmanpaşa Bölgesi [5].

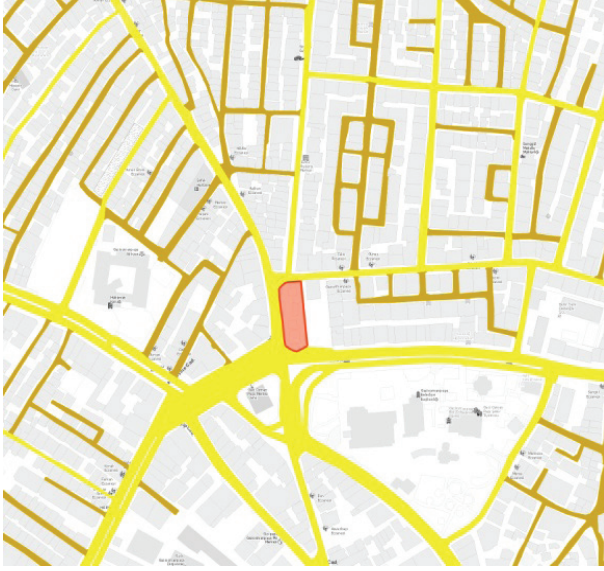
Gaziosmanpaşa bölgesinde, ara sokaklar merkeze ışınsal bir aks sistemiyle bağlanmaktadır (Şekil 6). Merkezden ulaşılan ana caddelerde, Kasım 2017 tarihinde, belirli günlerde ve günün belirli saatlerinde insan yoğunluğunu saptamak amaçlı bir araştırma yapılmıştır

(Şekil 7). Hem ana caddelerde hem de ara sokaklarda insanlara servis, ticaret, hobi, rekreasyon ve kültür sunacak yeni ünitelerin tasarlanması hedeflenmektedir.



Şekil 6. Gaziosmanpaşa bölgesindeki ana cadde aksları [5].

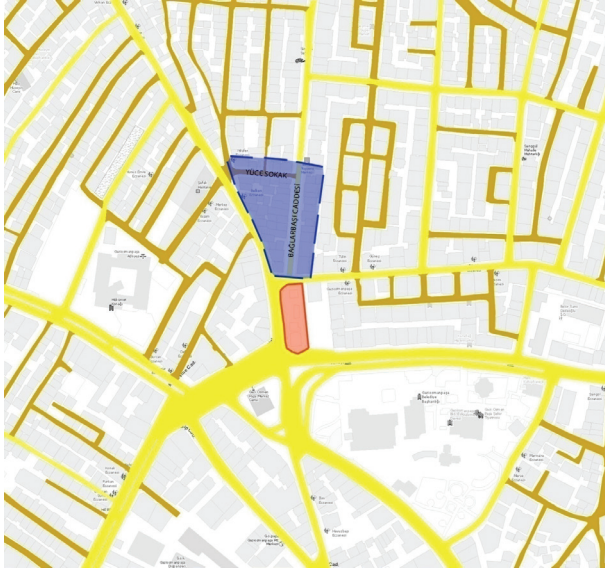
Yaya, çalışma kapsamında sunulacak yeni düzenlemelerle kendisini kente dâhil hissedecek, algısı artacak ve çevresini inceleme fırsatı bulacaktır. Cephelerin yoğun kullanımı ile sokaklarda yaya yoğunluğu artacaktır. Bu sokaklar, zamanla araçlar tarafından daha az kullanılan güzergâhlar haline gelecektir.



Şekil 7. Ana cadde ve ara sokak aksları [5].

4. Bulgular ve Tartışma

Çalışma kapsamında, bir ana cadde örneği ve bir ara sokak örneği seçilmiştir. Bölgede Kasım 2017 tarihinde yapılan araştırma sonucu, belirli vakitlerde insan yoğunluğunun fazla olduğu belirlenen Bağlarbaşı Caddesi üzerinde çalışılmıştır. Bağlarbaşı Caddesi, Gaziosmanpaşa merkezine bağlantısı olan bir ana cadde örneğidir (Şekil 8). Cadde, hafta sonları ve hafta içi günlerin belirli zamanlarında yoğun olmaktadır. Bu cadde, insanların kültürel ve sosyal aktiviteler için kullandıkları bir alan olmamaktadır. (Şekil 9). Bu caddenin işlevini geliştirerek daha aktif kullanılan bir yer haline getirmek hedeflenmektedir (Şekil 10). Yüce Sokak ise, insanların yalnızca geçiş yeri olarak kullandıkları bir ara sokak örneğidir. Birçok dükkânın kepenklerinin kapalı olduğu gözlemlenmiştir. Sokağın daha fazla insan tarafından kullanılması için öneriler sunulmuştur.



Şekil 8. Bağlarbaşı Caddesi ve Yüce Sokak, Gaziosmanpaşa [5].

4.1. Bağlarbaşı Caddesi

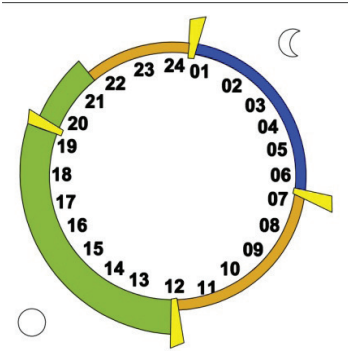


Şekil 9. Bağlarbaşı Caddesi Sol Cephe.

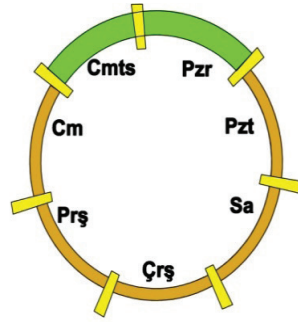


Şekil 10. Bağlarbaşı Caddesi Sağ Cephe.

Yapılan gözlemler sonucu Bağlarbaşı caddesini işe ve okula gidenler kullanmaktadır. Cadde, sabah saatlerinde geçiş yeri olarak kullanılmaktadır. (Şekil 11). 12.00'dan gece 21.30'a kadar caddenin kullanımını artmaya başlamakta ve azalarak gece yarısına kadar devam etmektedir (Grafik 1). Ayrıca hafta sonunda çalışmayanlar ve öğrencilerin de katılmasıyla sokağı kullananlar artmaktadır (Şekil 12) (Grafik 2).

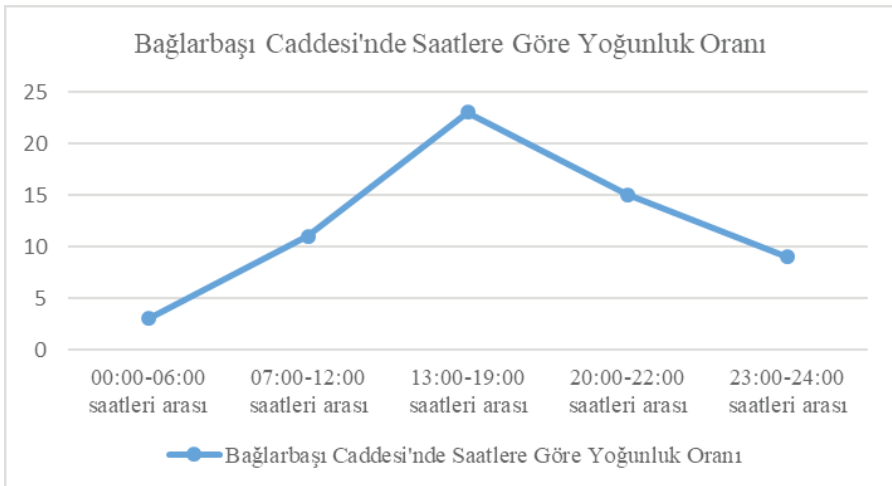


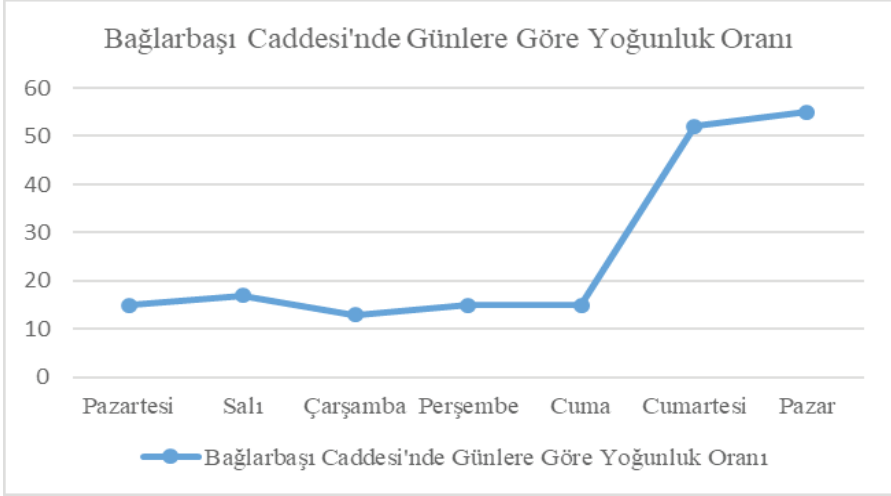
Şekil 11. Bağlarbaşı Caddesi'nde saatlere göre insan yoğunluğu.



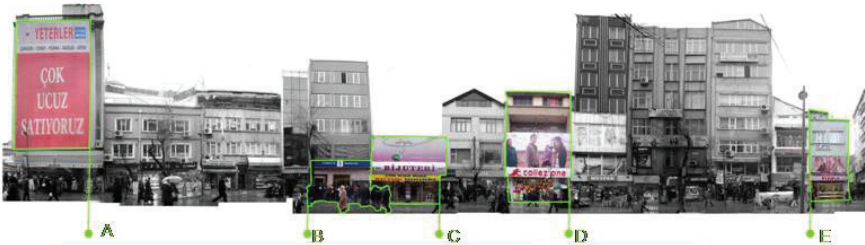
Şekil 12. Bağlarbaşı Caddesi'nde günlere göre insan yoğunluğu.

Grafik 1. Bağlarbaşı Caddesi'nde saatlere göre yoğunluk oranı.



Grafik 2. Bağlarbaşı Caddesi'nde günlere göre yoğunluk oranı.

Bağlarbaşı Caddesi için yapılan öneriler ile cadde rahatlatıcı bir gezinti alanına dönüşmektedir. Bu yüzden tasarlanan düzenlemelerde, insanlara nefes aldırarak yeşil alanlara ve bitkilendirilmiş yüzeylere yer verilmiştir (Şekil 13). Bitkilendirilmiş yüzey, karbondioksiti emerek ve havadaki su dolaşımını sağlayarak, insanları doğada dolaşıyor gibi hissettirecektir (Şekil 14). Ayrıca banka önünde her zaman bekleyen insanlar olduğu gözlemlenmiştir. Bu insanların ayakta beklememeleri için kentsel oturma öğeleri tasarlanması önerilmiştir (Şekil 15). Bu durum, aynı zamanda insanların bekleme süresinde yeni insanlarla tanışıp sosyalleşmesini sağlayacaktır.

**Şekil 13.** Öneri sunulacak cepheler.



Şekil 14. Öneri A.



Şekil 15. Öneri B.

Bankada bekleyen kalabalığın ve aynı zamanda acil işi olanların faydalanabileceği mobil internet standının yapılması önerilmektedir (Şekil 16). Bu stant, iş günlerinde ve cadde kullanımının yoğun olduğu saatlerde faaliyete geçirilerek, insanların teknolojiye ulaşımını kolaylaştıracaktır. Ayrıca bu stant, evinde bilgisayar olmayan çocuklara ve Gaziosmanpaşa'da yaşayan ev hanımlarına internet kullanımı sunacaktır.

Cadde kullanımının yoğun olduğu saptanan hafta sonunda ve yaz günlerinde dönüşümlü olarak kullanılabilir projeksiyon ekranları kurulması önerilmektedir. Mobil sergi alanları ile kültür, halkın daha ulaşabileceği alanlara taşınmış olacaktır (Şekil 17). Taşınabilir ve dönüştürülebilir cephe önerileri ile fonksiyonlar birbiriyle karışacak ve özdeşleşecektir.



Şekil 16. Öneri C.

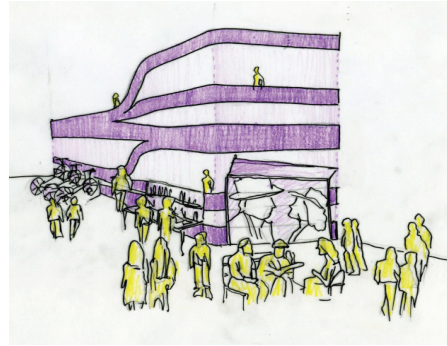


Şekil 17. Öneri D.

Caddede mobil mimari ile tasarlanmış, çok işlevli stantlar ile ürüne ulaşım kolaylaşacaktır. İnsan geçişinin arttığı öğlen saatlerinde çeşitli yiyeceklerin alınabileceği stantlar ile taze yiyeceğe ulaşım kolaylaşacaktır (Şekil 18). Yazın ve hafta sonlarında çocukların tatil günlerini değerlendirebileceği çeşitli gezici tiyatrolar ile cadde yaşar hale gelecektir. Bağlarbaşı Caddesi için tasarlanan öneriler, diğer ana caddelerin de kullanımına sunulurarak bölgede yaşayan halk için farklı işlevleri evlerinin yakınında bulma imkânı tanıyacak ve sokakları daha sıklıkla kullanmalarını sağlayacaktır (Şekil 19).



Şekil 18. Öneri E.



Şekil 19. Projeksiyon Ekranı Önerisi.

4.2. Yüce Sokak

Yüce Sokak, Gaziosmanpaşa'daki ara sokak örneklerinden biridir. Bu sokağı insanlar genellikle geçiş amaçlı kullanmaktadır (Şekil 20). Bu nedenle sokağın kullanıcıları yalnızca sokakta ve civarlarında yaşayanlardır (Şekil 21). Çalışma kapsamında, ara sokağın daha sıklıkla kullanılabilir hale gelmesi için öneriler sunulacaktır.

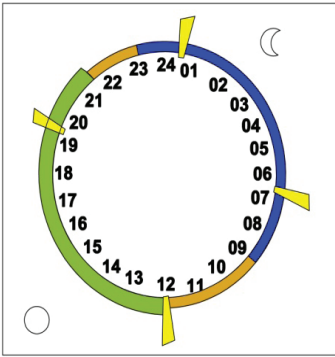


Şekil 20. Yüce Sokak Sol Cephe.

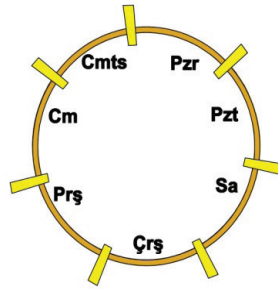


Şekil 21. Yüce Sokak Sağ Cephe.

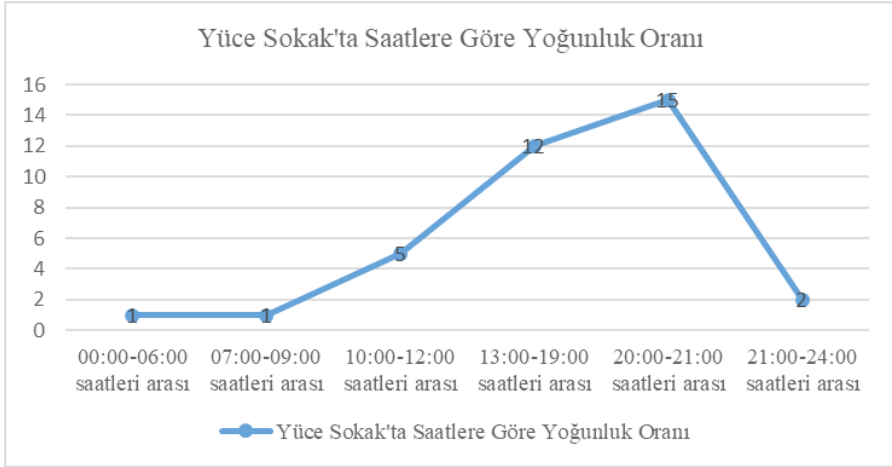
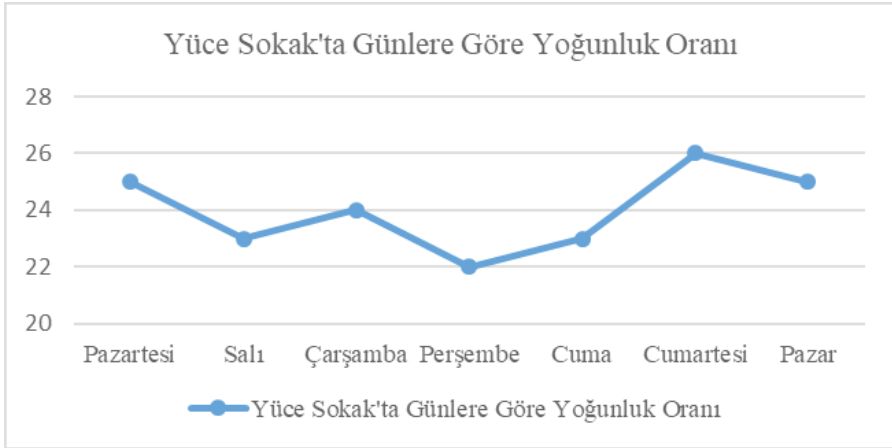
Çalışma kapsamında yapılan gözlemler sonucu, ara sokakların hafta içi ve hafta sonları sadece geçiş yeri olarak kullanıldığı görülmüştür (Şekil 22). Gün içinde ise, ana sokaklarda, kalabalık saat 07.00'da baslarken ara sokaklar daha geç saatlerde kullanılmaktadır (Grafik 3). Ancak 12.00'den sonra sokağı kullanan insan sayısı artmaktadır (Şekil 23). Ara sokaklar bir aktivite içermediği için günün en kalabalık saatinde dahi geçiş yeri olarak kullanılmaktadır (Grafik 4). Ara sokakların, günün her saatinde kullanılması için düzenlemeler yapılacaktır.



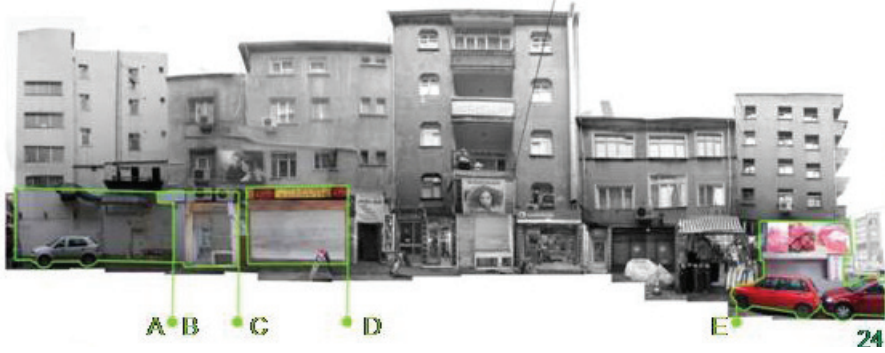
Şekil 22. Yüce Sokak'ta saatlere göre insan yoğunluğu.



Şekil 23. Yüce Sokak'ta günlere göre insan yoğunluğu.

Grafik 3. Yüce Sokak'ta saatlere göre yoğunluk oranı.**Grafik 4.** Yüce Sokak'ta saatlere göre yoğunluk oranı.

Ana caddelerin ve ara sokakların farkı; ara sokakların daha özel kullanım alanları olmasıdır. Bunun nedeni; ara sokakların daha çok ev sakinlerine, ana caddelerin ise esnaflara ait olmasıdır. Kamusal alanlara geçiş, yarı-özel ve yarı-kamusal mekânlarla yapılmalı, kesin ve sert geçişlerden kaçınılmalıdır [1]. Mekânlar arasındaki geçişlerin sert olmaması için ara sokakların dolaşımında artış sağlanması gerekli olmaktadır.



Şekil 24. Öneri sunulacak cepheler.

Yüce Sokak'ta boş ve kötü görünümlü cephelerin önündeki boşluk alan için bir okuma köşesi tasarlanması önerilmiştir (Şekil 24). Bu cepheyi yeşillendiren halkın mobil kitap standından alacakları kitapları okumak için tasarlanmış bir alan olarak kullanılması önerilmektedir (Şekil 25). Aynı boş alan için bir başka öneri; hobi bahçesi olarak kullanılmasıdır. Böylece ev hanımları için üretim yapma imkânı olacaktır ve yetiştirilen sebzeler mobil stantlarda satılarak (Şekil 26), diğer sokak sakinlerinin taze sebze alabileceği bir alternatif mekân olacaktır (Şekil 27).



Şekil 25. Öneri A.



Şekil 26. Öneri A.



Şekil 27. Öneri B.

Ara sokakta da, ana caddedeki gibi yoğun araç dolaşımını tespit edilmiştir ve mevcut durum eskizleri çizilmiştir (Şekil 28). Yayanın yürürken algısı genişletilecek ve yaya doğayla buluşturulacaktır. Yürümenin bir kültür olduğunu hissettirmek hedeflenmektedir (Şekil 29).



Şekil 28. Mevcut durum eskizi.



Şekil 29. Öneri E.

5. Sonuçlar

İnsan kentte yürürken, mekânlar arasında hareket halinde olma fırsatı kazanır. İnsan ancak yürüyerek kendi öykü-ötesini yaratan mekânın bulanıklaşmasıyla sınırlarını değiştirebilmektedir [6]. Çalışmanın amacı, kentsel değişimin görsel boyutunu ele alarak, kent içerisindeki yayaların bina cephelerini algılamasını arttırabilecek düzenlemeler yapılmasına önem verilmektedir. Araştırmaya kent ve insan davranışlarının eş güdümlü olarak irdelenmesiyle başlanmıştır. İstanbul'da, Gaziosmanpaşa bölgesi, pilot bölge olarak belirlenmiştir. Çalışmanın yöntemi; literatürün taranması, pilot bölgede gözlem yapılması ve bölgenin fotoğraflanması şeklindedir. Araştırma kapsamında pilot bölgede gözlem yapılmış, seçilen sokaklar fotoğraflanmış ve mevcut durum üzerine eskizler çizilmiştir. Çalışmada incelenen sokaklar, gözlem ve güncel sorunlardan yola çıkılarak değerlendirilirken, nicel veriler ile ulaşılabilecek sınırlar kapsam dışında bırakılmıştır. Sonuç olarak; çalışma kapsamında, kötü görünümlü cepheler ve işlevsiz yüzeyler, yaşayan cepheler olarak yeniden tasarlanmıştır. Araçların yalardan çaldığı alanların yeniden yayalara sunulması üzerine sosyalleşirmeyi amaçlayan önerilerde bulunulmuştur.

Kaynaklar

- [1] Alexander, C., Neis, H., Anninou, A. ve King, I., *A New Theory of Urban Design*. Oxford University Press. New York: (1977) s. 74, s. 83.
- [2] Barnett, J., *An Introduction to Urban Design*, HarperCollins Publishers, New York: (1982) s. 223.
- [3] <http://www.livingstreets.org.nz>, (Erişim Tarihi: 22.05.2018).
- [4] <http://www.medyafaresi.com/haber/>, (Erişim Tarihi: 22.05.2018).
- [5] <http://www.haritamap.com/ilce/gaziosmanpasa-istanbul>, (Erişim Tarihi: 28.05.2018).
- [6] De Certau, M., *The Practice of Everyday Life*. University of California Pres. Berkeley, (1984) s. xxiii.

Nanoteknolojide Nano Gümüşün Antibakteriyel Özelliği

Elest İrem CANSIZ¹, Sahra KIRMUSAOĞLU^{1*}

¹ Haliç Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, İstanbul, Türkiye.

Geliş Tarihi: 13.05.2018

***Sorumlu Yazar e mail:** sahrakirmusaoglu@halic.edu.tr **Kabul Tarihi:** 24.07.2018

Özet

Nano gümüşün antibakteriyel özelliğinin önemi çok eskilere dayanmaktadır ve günümüzde farklı alanlarda geliştirilmekte olup insan yaşamı için kolaylıklar sunmaktadır. Nanoteknolojide, nano gümüş parçacıklarının antibakteriyel etkisi oldukça fazladır. Nano gümüş, sağlık, kozmetik endüstrisi gibi birçok sektörde kullanılabilir. Gümüş, toksik olmamasından dolayı metal, fayans, boya ve tekstil gibi çeşitli malzemelerin yüzeylerine kaplanabilir.

Nano gümüş partikülleri, çeşitli etki mekanizmaları ile bakterileri elimine edebilirler. Nano gümüş, tedavi edilmesi zor dirençli bakterilerde dahi reaktif oksidatif türlerinin (ROS) oluşumuna neden olarak, membran hasarı, solunum enzimleri gibi proteinlerin inaktivasyonuna ve bu DNA hasarına neden olur. Hasar gören bu mikroorganizmalar da immün sistem hücreleri tarafından kolaylıkla ortadan kaldırılırlar.

Nano gümüş, insan sağlığını tehdit eden bakteri, virüs gibi patojenik mikroorganizmalar üzerinde kolay ve kalıcı olarak etki sağlayan antibakteriyel özelliği ile dikkat çekmektedir. Bu teknoloji sağlık endüstrisinin yanı sıra, tekstil ve gıda endüstrisinde de geliştirilerek kullanılabilir. Derlememizde, bütün bunlar ve nano gümüşün etki mekanizması özetlenmiş, bu yolla, nano gümüşün endüstrinin çeşitli alanlarında kullanılması için geliştirilmesinin önemini vurgulamak amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Nanoteknoloji, Nano gümüş, Antibakteriyel

Antibacterial Properties of Nano Silver in Nanotechnology

Abstract

The importance of antibacterial feature of nano silver is based on old times. Nano silver which has been being developed in distinct areas provides convenience for the

life of humans. The antibacterial effect of nano silver particles is considerably high in nanotechnology. Nano silver can be used in many sectors such as health, and cosmetics. Silver can be coated with many materials such as metals, tile, paint and textile, due to its non-toxicity.

Nano silver can eliminate bacteria by many action mechanisms. Nano silver particles cause membrane damage, DNA damage and inactivation of proteins such as respiratory enzymes by causing production of reactive oxygen species (ROS), even in the treatment of the resistant bacteria of which treatment is difficult. This microorganisms damaged are eliminated by cells of immun system easily.

Nano silver takes an attention with its irreversible effect against pathogenic microorganisms which threaten human health such as bacteria and viruses. This technology can be developed and used in textile and food industries as well as health industry. In our review, all of these and action mechanism of nano silver are summarized, by this way, emphasizing the importance of the development of nano silver for its usage in various fields of industries is aimed.

Keywords: Nanotechnology, Nano silver, Antibacterial

1. Giriş

Bakterilerin antibiyotiklere karşı oluşturdukları direnç her geçen gün artmaktadır. Bunun önüne geçebilmek ve özellikle infeksiyonların tedavisi için yeni alternatif ajanların ve bunların antibiyotiklerle kombinasyonlarının geliştirilmesi gerekmektedir. Son zamanlarda, doğal bileşenler olarak besin ve bitki ekstraktları ve nano partiküller araştırılmaktadır. Nanoteknoloji, biyoloji, kimya, fizik, mühendislik bilimlerini kapsayan interdisipliner bir alandır. Gümüş, altın ve bakır antibakteriyel aktivitesi olan nanopartiküllere birer örnektir. Nano gümüş partikülleri (AgNPs), antibiyotiklere alternatif ilaç, sensör, spektroskop ve kataliz olarak birçok alanda kullanılmaktadır. Bu alanlar sağlık başta olmak üzere gıda, tekstil gibi endüstride kullanılabilir. AgNPs, yanan dokuda veya açık yaralarda olası yara infeksiyonunu önlemek için yara kremlerinde, uzun süreli sonda kullanımlarında idrar yolu infeksiyonunu önlemek için sonda yüzeylerinde, sabunlarda, duvar boyalarında, çamaşır makinelerinde kullanılmaktadır [1, 2]. Bu derlemede, gümüş nanopartiküllerin kullanım alanları, antibakteriyel

etki mekanizmaları ve günümüze kadar yapılan çalışmalar özetlenmiştir.

1.1. Nanoteknoloji

Nanoteknoloji, atom ve moleküler seviyede (1-100 nm arasında) çalışarak, gelişmiş ve yeni fiziksel, kimyasal, biyolojik özelliklere ait yapılar ortaya çıkmasını sağlamıştır. Genelde malzemenin özelliği ve cihazların çalışma yöntemleri geleneksel modellemelere ve teorilere dayanmaktadır. Bu geleneksel modellemeler ve teoriler ise 100 nm'den büyük boyutlar ele alınarak yapılan varsayımların sonucunda ortaya çıkmıştır. Kritik boyutlar 100 nm'nin altına indiğinde ise geleneksel teoriler ve modeller, ortaya çıkan sonuçları açıklamakta yetersizdir [3].

Daha sağlam, daha kaliteli, uzun zaman kullanışlı, daha ucuz, daha hafif, daha küçük cihazlar geliştirme isteği prensibi mevcuttur. Minyatürizasyon olarak tanımlanabilen bu eğilim, birden fazla mühendislik çalışmalarının temelini oluşturmaktadır. Minyatürizasyonun sadece kullanılan parçaların az yer kaplamasından ve küçük boyutlarda olmasından çok daha önemli tarafları vardır. Minyatürizasyon, üretiminde daha az malzeme kullanılması, enerji maliyetinin daha düşük olup fonksiyonunun fazla olması, kullanışlı olması ile uygulamada kendini göstermektedir. Nanoteknolojinin başlıca amaçları şu şekilde sıralanmaktadır [3]:

- Nanometre boyutlu yapıların analizi,
- Nanometre boyutunda bulunan yapıların fiziksel özelliklerinin anlaşılması,
- Nanometre boyutlu yapıların imalatı,
- Yeni özellikteki malzeme ve ürünlerin üretimi,
- Çevresel sorunlara karşı yeni çözüm yollarının üretilmesi,
- Yeni uygulama alanlarının oluşturulması,
- Pratik uygulamalar için başlangıç koşullarının optimize edilmesi [3, 4].

1.2. Nanopartiküller

Boyutları 100 nm ve altında kalan tozlar olarak tanımlan nanopartiküller ise nanoboyutlu malzemelerin, dolayısıyla nanoteknolojinin temelini oluşturmaktadır [5, 6]. Bu partiküller diğer ticari malzemelerden genelde farklı ve üstün olan özelliklere sahiptir. Nanopartiküllerin (NP) yaygın kullanılmasının sebebi, nanopartiküllerin, kuantum boyutunun etkilerinin yüksek olması, elektronik yapısının boyut bağımlı olması, yüzey atomlarının farklı karakteristik özelliklere ve yüksek yüzey/hacim oranına sahip olmasıdır [7]. NP sentezi, bu yapıların oluşturduğu sıradışı özellikleri sebebiyle, yüksek aktiviteli katalizörlerin, optik uygulamalar için özel teknolojik malzemeler ile birlikte süper iletkenlerin, aşınmaya karşı kullanılan katkıların, yüzey aktif maddelerin, ilaç taşıyıcıların ve özel teşhis aletleri gibi birçok teknolojik ve farmakolojik ürünlerin hazırlanmasında kullanılmaktadır. NP'ler, bu kullanım alanlarının yanı sıra, malzemelerin nanoboyut seviyesinde kontrolü, nano taşıyıcılar, sensörler, nanomakinalar ve yüksek yoğunluğu bulunan veri depolama hücreleri gibi kendine özgü işlevselliği bulunan minyatürleştirilmiş aygıtların oluşturulmasına olanak sağlamaktadır [7, 8].

1.3. Nano Gümüş'ün Anti-Bakteriyel Özelliği

Gümüş nanopartikülleri, antibakteriyel ve dezenfekte etme özelliğinden ve biyosensör uygulamalarındaki başarılı sonuçlarından dolayı, üzerinde çok çalışmalar yapıldığı malzemeler olup, günümüze kadar çeşitli yöntemlerle üretimleri yapılmıştır. Nano Gümüş ve kolloidal gümüş, antibakteriyel özellikleri ve bakterilerin zamanla antimikrobiyal ajanlara karşı geliştirebildikleri direnci gümüşe karşı geliştiremediklerinden dolayı, uzun zamandır bilim insanlarının ilgi alanına girmektedir. Geçmişte Persler, Yunan ve Romalılar, gümüşün antibakteriyel etkisinin olduğunu keşfettiklerinde, gıdalarını gümüş kaplarda muhafaza etmişlerdir. Orta çağlardaki veba salgınlarında, aristokratların yemek takımlarında gümüş kullanmalarının, vebadan korunmalarına yardımcı

olduğu belirlenmiştir. Nano boyuttaki gümüşün, mikroorganizmalar üzerinde etkinliğinin olduğu belirtilmiştir [9].

1.3.1. Nano Gümüş Etkileri

Hücre zarından hızla geçebilmektedir. Antibakteriyel, antivirüs, antifungal ve antimikrobik özellikler taşıdıkları için sağlık alanında önemli bir yere sahiptir. Dokumacılık sektöründen kozmetik sektöre, farmakoloji sektöründen halı sanayisine kadar birçok çeşitli kullanım alanlarına sahiptir. En önemli etkisi ise tedavi amaçlı kullanılmasıdır [9].

1.3.2. Nano Gümüş Partiküllerinin Hücre Zarından Geçişi

Nano Gümüş partikülleri; bakteri ve mikroorganizmaların hücre duvarı ve hücre zarından geçerek bakteri ve mikroorganizmanın DNA'sını inhibe eder. Bu durumda, çoğalan mikroorganizmaların üremesi engellenir.

Gümüşün etkisiyle ortaya çıkan elektronlar, hücre zarını yırtarak mikroorganizmaların DNA ve RNA'sının kendilerini replike ederek çoğalma özelliklerini yok eder. Bakteri ve mantarlar zarları bölünerek çoğalabildikleri için, zarları gümüş etkisi ile ortaya çıkan elektronlar sayesinde yırtıldığında çoğalmaları da engellenir. Böylece mikrobik aktiviteleri etkisiz hale gelir [10, 11].

1.4. Nanopartiküllerin Antibakteriyel Aktivite Mekanizmaları

Tıpta NP'lerin artan kullanımı, NP'lerin potansiyel antibakteriyel mekanizmalarını araştıran çok sayıdaki çalışmaya yol açmıştır [12]. Metal NP'ler bakterilerin metabolik aktivitesini değiştirebilir [13]. Bu etki, hastalıkları tedavi etmek için bakterileri yok etmek açısından büyük bir avantaj teşkil eder. NP'lerin biyofilmlere girme yeteneği, Ag inhibisyonlu gen ifadesine dayalı biyofilm oluşumunu engellemek için pratik bir yöntem de sağlar [14].

NP'lerin antibakteriyel etkilerini gösterebilmeleri için, bakteriyel hücrelerle temas halinde olmaları gerekir. NP'ler, elektrostatik çekim, Van der Waals kuvvetleri, reseptör ligand ve hidrofobik etkileşimler ile bakterilere temas ederler. NP'ler bakterilere temas ettikten sonra, bakteri zarını geçerler ve hücre zarının şeklini, işlevini bozarlar. Daha sonra, NP'ler, oksidatif strese, heterojen değişikliklere, bozulmuş hücre zarı geçirgenliğinin yol açtığı elektrolit denge bozukluklarına, ve DNA, lizozomlar, ribozomlar ve enzimler gibi bakterilerin hücresel temel bileşenleri ile etkileşime girerek de enzim inhibisyonuna ve protein deaktivasyonuna sebep olurlar [15,16].

1.4.1. Reaktif Oksidatif Türlerin Oluşumu

Metal nanoparçacıklar tarafından reaktif oksidatif türlerin (ROS) üretimi antibakteriyel etkinliklerinde büyük rol oynamaktadır. ROS, süperoksit radikaller (O_2^-), hidrojen peroksit (H_2O_2), hidroksil radikaller (OH^-) ve singlet oksijen (1O_2) gibi kısa ömürlü oksidanlardan oluşur [17,18]. Bu türlerin yüksek reaktivitesi nedeniyle ROS, peptidoglikana ve hücre zarlarına, DNA, mRNA, ribozomlara ve proteinlere zarar verebilir [19].

1.4.2. Protein İnaktivasyonu ve DNA'nın Yok Edilmesi

Metal atomlar enzimlerin tiyol grubuyla bağlanma eğilimi gösterir ve sonucunda enzimlerin işlevini etkisiz hale getirir. Metal iyonlarının kendi içinde pirimidin ve pürin baz çiftleri arasına bağlanarak anti-paralel iki zincir arasındaki hidrojenin bağlarını bozduğu ve DNA molekülünün yok edildiği de görülmüştür. Metal iyonlarının hücrenin içine girdikten sonra DNA'ya tutunma eğilimi olduğu kanıtlanmıştır [20].

1.4.3. Solunum Enzimleri ve Hücre Membran İnhibisyonu

Nano gümüş partiküllerinin, antimikrobiyal toksisite çalışmalarından ziyade antimikrobiyal etki mekanizmasını anlamak için araştırmalar

yapılmaktadır. Nano gümüş partiküllerin toksisitesinin, konvansiyonel gümüş ve gümüş dışındaki ağır metallere kıyasla daha fazla olduğu, yapılan *in vitro* çalışmalarda ortaya konulmuştur.

Yapılan çalışmalar sonucu gümüşün bakteri hücre duvarına ve hücre zarına bağlandığı, tiyol grupları ile etkileşime girerek solunum enzimlerini inhibe ettiği ve böylece mikroorganizmanın ölmesine yol açtığı belirlenmiştir. Liau ve arkadaşları 1997 yılında gümüş iyon çalışmalarında tiyol (-SH) grupları bulduran aminoasitler ile tiyol (-SH) grubu içermeyen aminoasitlere gümüş iyonlarının etkisini araştırmışlardır. Yaptıkları çalışma sonucunda tiyol (-SH) grubu içeren aminoasitlerde gümüş iyonlarının tiyol gruplarına bağlandıkları görülmüştür [21].

Feng ve arkadaşları 2000 yılında yaptıkları çalışmada gümüş iyonlarının Gram-pozitif *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*) ve Gram-negatif *E. coli* bakterileri üzerinde meydana gelen morfolojik farklılıklarını incelemişlerdir. Bu çalışmada iyon kaynağı olarak gümüş nitrat ($AgNO_3$) bileşimini kullanmışlardır. Gram-pozitif *S. aureus*'un kalın hücre duvarı buldurması sebebi ile gümüş iyonlarına karşı daha fazla direnç gösterdiği görülmüştür. DNA'nın kendini sadece serbest haldeyken replike ettiği ve gümüş nitrat ile DNA'nın kendisini kopyalama yeteneğini kaybettiği gözlemlenmiştir [22].

2010 yılında, Li ve arkadaşları tarafından gümüş nanopartiküllerinin *E. coli* üzerindeki antibakteriyel etkisini inceleyen bir çalışma yapılmıştır. Gümüş nanopartiküllerinin, *E. coli* hücre membran yapısını bozup hücreye girerek, tiol (-SH) gruplarındaki hidrojen atomlarının lokasyonunu değiştirerek (-S-Ag-), hücresel solunum enzimlerinin inhibisyonuna sebep oldukları bildirilmiştir. Böylece, hücre zarı geçirgenliği değişen ve solunumu bloke olan bakterinin büyümesi gümüş NP'ler tarafından durdurulmuştur [23].

Çoğul dirençli izolatların tedavisi için AgNP ile çeşitli antibiyotiklerin kombinasyon çalışmaları bazı bilim insanları tarafından yapılmıştır. Singh ve arkadaşları (2013), AgNP lerin küçük dozlarında bile β -laktam sınıfı antibiyotiklere karşı sinerjistik etkisinin olduğunu ve

bu antibiyotiklerin etkisini 1000 kat kadar artırdığını gözlemlemiştir [24]. Panáček ve arkadaşları (2016), AgNP lerin farklı antibiyotikler ile kombinasyonlarında sinerjistik etki gösterip, bu kombinasyonların çoğul dirençli β -laktamaz ve karbapenemaz üreten *Enterobacteriaceae* izolatları üzerinde ki minimum inhibitör konsantrasyon (MİK) değerlerini düşürdüğünü gözlemlemiştir [25]. Gurunathan (2015), AgNP lerin meropenem ile kombinasyonlarında, *E. coli* ve *Klebsiella pneumoniae* üzerinde sinerjistik etki gösterdiği ve bakterilerin %75 inden daha fazlasını yok ettiği sonucuna varmışlardır [26].

Gümüş nano partiküllerinin toksisitesi, bulunduğu çevrenin pH ı ve katyon miktarı, yüzeyin yapısı ve partiküllerin boyutu gibi faktörlerden etkilenir [27]. Holt ve arkadaşlarının 2005 yılındaki yaptıkları çalışmalarında, ortamdaki potasyum (K^+) miktarındaki artışın, gümüşün mikroorganizmalara karşı olan toksisitesini artırdığını gözlemlemiştir [28].

1.5. Nano Gümüş Kullanım Alanları

Gümüşün metalik formunun ve bileşik formunun güçlü bir antibakteriyel etkisinin bulunduğu uzun zamandır bilinmektedir. Bakteriler üzerindeki engelleyici etkisi birçok araştırmacı tarafından gözlemlenmiştir. Bu çalışmalarda gümüşün, mikroorganizmaların DNA moleküllerine etki etmektedir. Bu etki ile DNA'nın çoğalmasını engellemek ve bunun yanında bakteri proteinlerindeki $-SH$ gruplarıyla etkileşerek inaktive olmaları sağlanır.

Güçlü bir antibakteriyel etki olmasından ve toksik etki yaratmamasından dolayı gümüş ve gümüş bileşikleri, günlük hayatta kullanıma uygun ve zararlı mikroorganizmaların fazla bulunduğu birçok yüzeyde ve alanda üretim sırasında veya üretimden sonra yüzeylere kaplama yapılarak kullanılabilir. Gümüş etkisi bulunan materyaller kimyasal olarak daha dayanıklıdır ve bu materyaller gümüş iyonlarını uzun süre yüzeylerinde tutarak antibakteriyel özelliklerini korurlar [29, 30].

2. Sonuçlar

Nano gümüş, insan sağlığında sorun oluşturan bakteri ve virüs gibi mikroorganizmalar üzerinde kolay ve kalıcı olarak etki sağlayan antibakteriyel özelliği ve hücrelere toksik etki yaratmaması ile dikkat çekmektedir. Bu teknoloji sağlık endüstrisinin yanı sıra tekstil ve gıda endüstrisinde de geliştirilerek kullanılabilir. Bu derlemede nano partiküller, nano gümüşün antibakteriyel aktivitesi ve etki mekanizmalarının özetlenmesiyle, ileride yapılacak çalışmalara ışık tutacaktır.

Bu bilgiler ışığında, nano gümüşün çeşitli etki mekanizmalarına ve hedef mikroorganizmaya yönelik uygun antibiyotik kombinasyon çalışmaları yapılarak, kombinasyondaki ajanların uygun dozları bulunup geliştirilerek, infeksiyonlara neden olan çoğul ilaç dirençli suşların tedavisine olanak sağlanabilir. Ayrıca, çeşitli yüzeylerde tıbbi ve gıda endüstrisinde kullanılan ekipmanlarda iç ve dış yüzey uygulamalarında kullanılan boya gibi materyallerde ve tekstilde uygulamaları geliştirilebilir.

3. Kaynaklar

- [1] Pandit R., Green synthesis of silver nanoparticles from seed extract of *Brassica nigra* and its antibacterial activity. *Nusantara Biosci.* 7 (1), (2015), 15-19. DOI: 10.13057/nusbiosci/n070103
- [2] Rai, M., Yadav, A., Gade, A., Silver nanoparticles as a new generation of antimicrobials. *Biotechnology advances*, 27(1), (2009), 76-83. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2008.09.002>
- [3] Kulinowski, K., Nanotechnology: From “Wow” to “Yuck”? *Bulletin of Science, Technology & Society.* 24 (1), (2003), 13-20. DOI: 10.1177/0270467604263112
- [4] Lines, M.G., Nanomaterials for practical functional uses, *Journal of Alloys and Compounds.* 449 (1-2), (2008), 242-245. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2006.02.082>
- [5] Rao, C.N.R., Müller, A., *The Chemistry of Nanomaterials: Synthesis, Properties and Applications* (1) WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim: (2005).

- [6] Miller, J.C., Serrato R., Represas-Cardenas J. M., Kundahl, G., “The Handbook of Nanotechnology”. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey: (2004).
- [7] Liveri V.T., Controlled Synthesis of Nanoparticles in Microheterogeneous Systems. Springer Science+Business Media, Inc., New York: (2006).
- [8] Goldstain, A., Handbook of Nanophase Materials, Marcel Dekker Inc. New York: (1997).
- [9] Altuner, E.E., Nano Kremlerin Üretimi. Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi. 4(1), (2014), 52-57. DOI: <https://doi.org/10.7212/zkufbd.v4i1.118>
- [10] Bayındır, M., Nanoteknoloji, Disiplinler Arası Yeni Bir Bilim Dalı. Kanser Tedavisinden Kozmetiğe, Yeni Enerji kaynaklarından Akıllı İlaçlara. Ütopya Yayınları. (2) İstanbul: (2009).
- [11] Altuner, E.E., Nano Kremlerin Üretimi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, (2013).
- [12] Huh, A.J., Kwon Y.J., “Nanoantibiotics”: a new paradigm for treating infectious diseases using nanomaterials in the antibiotics resistant era. J Control Release, 156(2), (2011), 128–145. DOI:10.1016/j.jconrel.2011.07.002
- [13] Chatzimitakos, T.G., Stalikas CD Qualitative Alterations of Bacterial Metabolome after Exposure to Metal Nanoparticles with Bactericidal Properties: A Comprehensive Workflow Based on (1)H NMR, UHPLC-HRMS, and Metabolic Databases. 15(9), (2016), 3322–3330. DOI: 10.1021/acs.jproteome.6b00489
- [14] Zhao L., Ashraf M.A., Influence of Silver-hydroxyapatite Nanocomposite Coating on Biofilm Formation of Joint Prosthesis and Its Mechanism, 64(5), (2015), 506-513. DOI: 10.7727/wimj.2016.179
- [15] Shrivastava S., Bera T., Roy A., Dash D.. Characterization of enhanced antibacterial effects of novel silver nanoparticles. Nanotechnology. 18(22), (2007), 225103. DOI:10.1088/0957-4484/18/22/225103
- [16] Yang, W., Shen, C., Ji, Q., Food storage material silver nanoparticles interfere with DNA replication fidelity and bind with DNA. Nanotechnology. 20(8), (2009), 085102. DOI:10.1088/0957-4484/20/8/085102
- [17] Raffi, M., Hussain, F., Bhatti, T.M., Akhter, J.I., Hameed, A., Hasan, M.M., Antibacterial characterization of silver nanoparticles against *E. coli* ATCC-15224. Journal of Material Science and Technology. 24 (2), (2008) 192-196. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13213-010-0015-6>
- [18] Baek, Y.W., An, Y.J., Microbial toxicity of metal oxide nanoparticles to *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, and *Streptococcus aureus*, Science of the Total Environment. 409 (8), (2011), 1603-1603. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2011.01.014>

- [19] Pelgrift, R.Y., Friedman, A.J., Nanotechnology as a therapeutic tool to combat microbial resistance. *Advance Drug Delivery Review*, 65 (15), (2013), 1803-1815. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.addr.2013.07.011>
- [20] Jung, W. K., Koo, H.C., Kim, K.W., Shin, S., Kim, S.H., Park, Y.H., Antibacterial Activity and Mechanism of Action of the Silver Ion in *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*. *Applied of Environmental Microbiology*. 74(7), (2008), 2127-2128. DOI:10.1128/AEM.02001-07
- [21] Liao, S.Y., Read, D.C., Pugh, W.J., Furr, J.R., Russell, A.D., Interaction of Silver Nitrate with Readily Identifiable Groups: Relationship to the Antibacterial Action of Silver Ions, *Letters in Applied Microbiology*. 25, (1997), 279-283. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1472-765x.1997.00219.x>
- [22] Feng, Q.L., Wu, J., Chen, G.Q., Cui, F.Z., Kim, T.N., Kim, J.O., A Mechanistic Study of the Antibacterial Effect of Silver Ions on *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*, John Wiley and Sons. (2000), 662-668. DOI: [https://doi.org/10.1002/1097-4636\(20001215\)52:4<662::aid-jbm10>3.0.co;2-3](https://doi.org/10.1002/1097-4636(20001215)52:4<662::aid-jbm10>3.0.co;2-3)
- [23] Li, W., Xie, X., Shi, Q., Zeng, H., Ou, S., Chen, Y., Antibacterial Activity and Mechanism of Silver Nanoparticles on *Escherichia coli*, *Applied Microbial and Cell Physiology*. 85, (2010), 1115-1122. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00253-009-2159-5>
- [24] Singh, R., Wagh, P., Wadhvani, S., Gaidhani, S., Kumbhar, A., Bellare, J., & Chopade, B. A. Synthesis, optimization, and characterization of silver nanoparticles from *Acinetobacter calcoaceticus* and their enhanced antibacterial activity when combined with antibiotics. *International journal of nanomedicine*, 8, (2013), 4277. DOI: <https://doi.org/10.2147/IJN.S48913>
- [25] Panáček, A., Smékalová, M., Večeřová, R., Bogdanová, K., Röderová, M., Kolář, M., Kilianova, M., Silver nanoparticles strongly enhance and restore bactericidal activity of inactive antibiotics against multiresistant *Enterobacteriaceae*. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 142, (2016), 392-399. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2016.03.007>
- [26] Gurunathan, S., Biologically synthesized silver nanoparticles enhances antibiotic activity against Gram-negative bacteria. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 29, (2015), 217-226. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jiec.2015.04.005>
- [27] Can, C., Körlü, A. Antibakteriyel Tekstil Üretiminde Sıkça Kullanılan Gümüşün Etki Mekanizması ve Toksikitesi. *Electronic Journal of Textile Technologies*, 5(3), (2011), 54-59.
- [28] Holt, K., Bard, A., Interaction of Silver (I) Ions with the Respiratory Chain of *Eshcherichia Coli*: An Electrochemical and Scanning Electrochemical Microscopy Study of the Antimicrobial Mechanism of Micromolar Ag. (2005). DOI: <https://doi.org/10.1021/bi0508542>

- [29] Kawashita, M., Tsuneyama, S., Miyaji, F., Kokubo, T., Kozuka, H., Yamamoto, K., Antibacterial silver-containing silica glass prepared by sol-gel method. *Biomaterials*. 21, (2000), 393-398. DOI: [https://doi.org/10.1016/s0142-9612\(99\)00201-x](https://doi.org/10.1016/s0142-9612(99)00201-x)
- [30] Toshikazu, T. Antimicrobial agent composed of silica-gel with silver complex, *Inorganic Materials*. 6(283), (1999) 505-51. DOI: <https://doi.org/10.11451/mukimate1994.6.505>

Kanserde Hedefe Yönelik Monoklonal Antikor Tedavisi

M. Burcu IRMAK YAZICIOĞLU^{1*}, Betül CEYLANER¹,
Seval TURNA¹, Havva KAŞIKÇI¹

¹ Haliç Üniversitesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, İstanbul, Türkiye

Geliş Tarihi: 05.06.2018

***Sorumlu Yazar e mail:** burcuyazicioglu@halic.edu.tr **Kabul Tarihi:** 26.07.2018

Özet

Tümör büyümesi ve ilerlemesinde önemli bir etkisi olduğu düşünülen moleküler hedefe müdahale etmek için hazırlanan ilaçlar, hedefe yönelik tedavinin temelini oluşturur. Doğru tedavinin ve hedefin belirlenebilmesi için kanser mekanizmasının çok iyi anlaşılması gerekmektedir. Hedefe yönelik tedavi, kanser büyümesi ve gelişimine katkıda bulunan hatalı genleri, proteinleri veya doku ortamını hedef alan bir tedavi türüdür. Bu terapiler arasında sinyal transdüksiyon inhibitörleri, immünterapiler ve hormon terapileri bulunur. Monoklonal antikorlar kullanılarak yapılan tedavi hedefe yönelik tedavi seçeneklerinden biridir ve anti-tümör etkilerini, IgG antikorlarının bağlandıkları reseptörün sinyalizasyonu, hücre aracılı sitotoksikite ve komplemente bağlı sitotoksik etkileri ile gösterirler. Bu derlemede hedefe yönelik kanser tedavisinde kullanılan monoklonal antikorların yapısı, fonksiyonu ve etki mekanizmaları incelenecektir.

Anahtar Kelimeler: Hedefe yönelik tedavi, Kanser, Monoklonal antikorlar

Targeted Monoclonal Antibody Therapy in Cancer

Abstract

Medicines prepared to intervene with the molecular target, which is thought to be an important effect on tumor growth and progression, constitute the basis of targeted treatment. The cancer mechanism needs to be well understood in order to determine the correct treatment and target. Targeted therapy is a type of treatment that targets defective genes, proteins, or tissue media that contribute to cancer growth and development. These therapies include signal transduction inhibitors, immunotherapies, and hormone therapies. Treatment with monoclonal antibodies is one of the targeted therapeutic options and demonstrates anti-tumor effects by receptor signaling to which IgG antibodies are linked, cell-mediated cytotoxicity and complement-dependent cytotoxic effects. In this review, the structure, function, and mechanism of action of targeted monoclonal antibodies in targeted cancer therapy will be examined.

Keywords: Target specific treatment, Cancer, Monoclonal antibo

1. Giriş

1.1. Antikorların Yapısal ve Fonksiyonel Özellikleri

İnsanlarda, serumda tüm immünoglobulinlerin yaklaşık %75' ini oluşturan immünoglobulin G (IgG) en önemli antikor olarak bilinir ve bu nedenle kanser immünoterapisinde en çok kullanılan antikordur. Antikorlar, antijen bağlanma bölgesi (Fab) ve sabit fragman (Fc) olmak üzere iki farklı fonksiyonel birimden meydana gelmektedir [1].

1.2. Hedeflenen İmmün Hücreler

Tümör hücrelerini doğrudan hedeflemenin yanı sıra, anti-tümör immün tepkilerini arttırmak amacıyla bağışıklık sisteminin hücrelerini hedeflemek için çeşitli antikor bazlı terapötik stratejiler geliştirilmiştir.

CD40, tümör nekroz faktörü reseptörü (TNFR) ailesinin bir üyesidir ve B hücreleri, dentrik hücreler, monositler ve makrofajlar tarafından ifade edilir [2]. Melanoma, prostat, akciğer kanserlerinde, nazofarenks, mesane, serviks ve yumurtalık karsinomları ile Hodgkin ve non-Hodgkin lenfomalarda ayrıca lenfositik lösemi, multipl miyelom gibi diğer hematolojik malignitelerde yüksek ekspresyon seviyelerine sahiptir. CD40 aktivasyonu pro-apoptotik veya anti-apoptotik proteinleri uyararak apoptozisin başlamasını sağlayabilir veya durdurabilir. CD40/CD40 ligand etkileşimi anti-tümör yanıt oluşumuna neden olduğundan anti-CD40 monoklonal antikor (mAb) bu kanserlerde kullanılabilir [3].

CD28'in (T hücre yüzey reseptörü) bir homologu olan CTLA-4, hem CD80 hem de CD86'yı CD28'den çok daha büyük afinite ile bağlar. Bu reseptörün CD80 ve CD86 ile bağlanması sonucu T hücre aktivasyonu inhibe olmaktadır. Bunun, tümör üzerinde doğrudan etkilerinin olmadığı bilinmemekle birlikte yerleşik tümörlerin büyümesinin azalmasına neden olduğu görülmüştür [4].

1.3. Monoklonal Antikorlar (mAb) ve Etki Mekanizmaları

Bu yöntemde ana hedef, spesifik hücre reseptörlerini bloke ederek tümör büyümesinin önlenmesi için bağışıklık sistemini uyarmaktır. Tümör yüzeyindeki reseptörlere bağlanan antikorlar, etkili ilaçlar olarak kullanılabilirler [5]. Kanser tedavisinde kullanılan mAb'lar, kanser hücrelerinde yüksek miktarda ve dokuya özgü üretilen reseptörler ve büyüme faktörlerini hedef alan bir immünoterapi uygulamasıdır. Meme, akciğer kanseri, kolorektal kanser, renal hücreli kanser, melanoma, çeşitli lenfoma ve lösemi tedavisinde kullanılmaktadır. Kanser immün terapide kullanılan monoklonal antikorlar, vasküler endotelial büyüme faktörü (VEGF), epidermal büyüme faktörü reseptörü (EGFR), insan epidermal büyüme faktörü reseptörü 2 (HER2) gibi kanser ilerlemesine yardımcı olan büyüme faktörlerini veya Cluster of Differentiation 52 (CD52), ve Cluster of Differentiation Antigen 20 (CD20) gibi kanser hücresine spesifik farklılaşma antijenlerini hedef alır [6]. Bugüne kadar, tedavi için onaylanmış olan yirmi beşin üzerinde antikor bulunmaktadır [7,8] (**Tablo 1**).

Tablo 1: Hedeflenmiş Tedavi Yaklaşımlarında ‘Hedef’ Olarak Seçilen ve Tercih Edilen Moleküller [7]

Tirozin kinaz sinyal sistemi (TK)	Gefitinib
Tümör hücre yüzey antijenleri	Rituximab, Alemtuzumab
Epitelial büyüme faktör reseptör sistemi (EGFR)	Cetuximab ve Panitumumab
Vasküler endotel büyüme faktör reseptörü (VEGFR)	Bevacizumab
Cyclin-bağımlı kinazlar (CDK)	Flavopiridol
Apoptozis sürecinde görev alan regülatör moleküller	AT101, GX15-070, XIAP AEG 35156
Proteozom-yolundaki moleküller	Bortezomib
Ras-onkogeni (ras)	Farnesyl transferase inhibitor tipifarnib
Isı-şok proteinleri (HSP)	17-allylaminogeldanamycin

Monoklonal antikorlar, anti-tümör etkilerini kanser hücrelerinin çoğalmaları ve damarlanmada kullanılan reseptör üzerinden sinyalizasyonun inhibe edilmesi, antikora-bağlı hücrel sitotoksosite ve komplemana bağlı sitotoksosite yolu ile gösterir [6,9]. Kanser

immünoterapisinde en yaygın olarak kullanılan IgG antikoları, biyolojik özelliklerini belirleyen sabit ve değişken fragmandan oluşurken, antikorun sabit fragmanı, antikorun yarılanma süresini, antikora bağlı hücrel sitotoksisiteyi ve fagositozu veya komplemana bağlı sitotoksisiteyi belirlemektedir [9,10]. Kanserde immünoterapötik ajan olarak kullanılan Fab ve Fc, mAb'ın farklı etki mekanizmalarının kullanımını belirlemektedir [10]. Kısaca, belirli bir mAb, ligand-reseptör etkileşimlerini inhibe edebilme, proapoptotik sinyallemeyi indükleyebilme, antikora-bağlı hücrel sitotoksisiteyi, antikora bağlı fagositozu, komplemana bağlı sitotoksisiteyi tetikleyen doğal immün hücreleri ve molekülleri aktive edebilme yeteneğine sahiptir ve bu sayede tümör hücresinin moleküllerini hedefleyerek kanser hücresinin öldürülmesini indükleyebilir. Örneğin, EGFR'ye bağlanan antikor doğal ligandların bağlanmasını engelleyerek reseptör blokajına neden olurken, anti-CD20 mAb apoptozisi indükleyerek etkisini gösterir [9]. Ek olarak mAb'ler, hedef tümör hücrelerine sitotoksik maddeleri, toksinleri veya radyoizotoplar gibi yüklü maddeleri iletmek için de kullanılabilir [10].

Monoklonal antikolar elde edilmişlerine göre 4 farklı tipe ayrılır [11]:

1. İnsan anti fare antikoları (HAMA) saf kemirgenlerden elde edilerek “momab” (ibritumomab) ekini alır.
2. Kimerik antikolar, insan antikolarının Fc kısmı ve sıçan monoklonal antikolarının Fab kısımlarının kombinasyonu ile elde edilerek “ximab” (rituximab) olarak adlandırılır.
3. Humanize edilmiş antikolar, sıçan antikolarının Fab kısmının küçük bir parçasının insan antikoları (%95-98) ile birleştirilmesi yoluyla elde edilerek “zumab” (trastuzumab) ekini alır.
4. İnsan antikoları, tamamen insandan elde edilir ve “mumab” (adalimumab) olarak adlandırılır. Günümüzde ilaç olarak üretilen başlıca antikolar Trastuzumab, Cetuximab, Bevacizumab, Alemtuzumab, Rituximab gibi mAb'lardır [11] (**Tablo 2**).

1.3.1. Cetuximab ve Panitumumab

Cetuximab bir tirozin kinaz reseptörü olan epidermal büyüme faktörü reseptörünün (EGFR) ekstrasellüler domainini hedef alan kimerik bir mAb'dır [6]. Akciğer kanseri, meme kanseri ve özellikle metastatik kolorektal kanser gibi kanserlerin tedavisinde kullanılmaktadır. Panitumumab diğer kanserlere ek olarak metastatik kolon kanserlerinde de kullanılan EGFR'yi hedef alan tamamen insan sekansları içeren bir mAb'dur [12].

1.3.2. Trastuzumab (Herceptin)

HER2 meme kanseri hastalarının %25-30'unda overeksprese olmaktadır. Bu da kanserin daha agresif seyretmesine ve sağkalım süresinin azalmasına neden olmaktadır. Trastuzumab HER-2'ye bağlanan humanize olarak üretilmiş IgG1 izotipinde bir mAb'dur [13]. Trastuzumab HER2 reseptörüne bağlandıktan sonra antikora veya komplemana bağlı sitotoksikite etkisinin dışında HER2 dimerizasyonunun engellenmesi, reseptör düzeyinin azalması, p27 proteininin indüklenmesi ve yeni vaskularizasyonun engellenmesi gibi çeşitli mekanizmalarla anti-tümör etkisini göstermektedir [9].

1.3.3. Rituximab ve Benzerleri

CD20, B lenfositlerinde bulunan, öncü hücrelerde ise bulunmayan bir farklılaşma antijenidir. Rituximab CD20'yi hedef alan IgG1 izotipinde kimerik bir mAb'dur. Non-hodgkin lenfoma tedavisinde artmış, CD20 pozitifliği gösteren vakalarda kullanılır. Bunun dışında CD20'yi hedef alan Ibritumomab, Tositumomab, Ofatumumab mAb'lar da bulunmaktadır [6].

1.3.4. Alemtuzumab

CD52, olgun lenfositler, monositler ve dendritik hücrelerin yüzeyinde bulunan glikozil fosfatidilinozitle sabitlenmiş bir glikoproteindir. Anti-CD52 IgG1 izotipinde humanize bir mAb'dır ve B hücre lösemisi tedavisinde kullanılmaktadır [6,9].

1.3.5. Ipilimumab

Yardımcı T hücrelerinin membranlarında eksprese edilen CTLA-4 (cytotoxic T lymphocyte-associated antigen 4), T hücrelerine, inhibe edici sinyallerin gönderilmesinde görev almaktadır. Bir anti-CTLA-4 olan Ipilimumab, immün sistemin inhibe edilmesini engellemektedir. Melanoma tedavisinde kullanılmaktadır [6].

1.3.6. Bevacizumab

IgG1 izotipinde humanize bir mAb olan ve VEGFA'ya bağlanarak çalışan bevacizumab, angiogenezi inhibe eder. Metastatik kolorektal kanserli hastalarda kemoterapiyle beraber kombine olarak kullanıldığında sağkalım süresini uzatır. Ayrıca küçük hücreli olmayan akciğer kanserlerinde de kullanılır [6]. Bununla birlikte bevacizumab aracılı anti-VEGFA tedavisi her zaman başarılı sonuçlar vermemektedir. Örneğin, pankreas ve prostat kanserleri için bevacizumab bazlı kombine tedavilerde çok az veya hiç fayda bildirilmemektedir [14].

1.3.7. Daratumumab

Bazı lökositlerde, CD38 (tip II transmembran glikoprotein) hem ektoenzim (NADaz / ADPR siklaz) olarak hem de hücre adhezyonunda, kalsiyum akışında ve sinyal iletiminde reseptör olarak görev alırlar. Normal ve tümör plazma hücreleri yüksek düzeyde CD38 eksprese ederlerken lenfoid ve myeloid hücrelerde ekspresyon düzeyleri azdır

[10]. Daratumumab, multiple myelom (MM) için kullanılan humanize bir mAb'dir. Klinik öncesi çalışmalarda, daratumumab, antikora bağlı hücrel sitotoksiste, komplemana bağlı sitotoksiste, antikora bağlı fagositoz ve CD38'in enzimatik aktivitesini inhibe eder ve kaspaz bağımlı şekilde apoptozise neden olduğu görülmüştür. [10].

1.3.8. Elotuzumab

Sinyalleme Lenfositik Aktivasyon Molekül Aile Üyesi F7 Glikoproteinini (SLAMF7; CS1), normal plazma hücreleri tarafından ve doğal öldürücü (NK) hücreleri, NKT hücreleri veya CD8 + T hücreleri gibi sitolitik lenfosit alt grupları tarafından orta derecede eksprese edilir [15, 16]. MM plazma hücreleri SLAMF7'yi eksprese eder; fakat SLAMF7 geninin yer aldığı, yani agresif MM'de çok sık görülen kromozom 1q23 bölgesinin bir amplifikasyonu sonucu daha yüksek seviyelerde [15, 16] ortaya çıktığı görülmüştür [15, 17]. MM'deki SLAMF7 ekspresyonun, diğer yüksek riskli sitogenetik anormallikler veya hastalık progresyonunun derecesi ile korelasyon göstermesi [18, 19]. SLAMF7'yi potansiyel bir hedef haline getirir. Humanize IgG1 mAb olan elotuzumab, FDA tarafından onaylanmış SLAMF7 inhibisyonu için MM tedavisinde kullanılan bir antikordur. Ayrıca elotuzumab, NK hücrelerini aktive eden ve sitotoksitesini SLAM-ilişkili yol ile daha da güçlendiren agonistik bir mAb'dir [18].

1.3.9. Farnesil Transferase İnhibitor Tipifarnib

Farnesil transferaz inhibitörleri, çeşitli hedef proteinlerin farnesillenmesini inhibe ederek Ras aktivasyonunun blokajı ile hücre büyümesini durdurduğu düşünülmektedir [20]. K-Ras'ın yüksek mutasyon insidansı görülen pankreatik, kolon ve akciğer karsinomlarında kullanıldığı bildirilmiştir [21].

Tablo 2: Dünya genelinde ticari olarak sunulan monoklonal antikorların etki alanları ve türleri [11].

Etki Alanı	Türü	Uluslararası isim
Tümör (-tu-)	Fare Antikoru (-omab)	Catumaxomab İbritumomab tiuxetan
Tümör (-tu-)	Kimerik antikorlar (-ximab)	Brentuximab vedotin Cetuximab Rituximab Siltuximab İnfliximab Basilixmab Abciximab
Dolaşım Sistemi(-ci-)		
Tümör (-tu-)	İnsansı Antikor (-zumab)	Obinutuzumab Trastuzumab Ado-trastuzumab emtansine Alemtuzumab Pertuzumab Tocilizumab Certolizumab pegol Vedolizumab Pembrolizumab Eculizumab Natalizumab Omalizumab Bevacizumab Ranibizumab Palivizumab
Dolaşım sistemi (-ci-) Anti-anjiyogenik(-anibi-) Anti-viral (-vi-)		
Tümör (-tu(m)-)	İnsan Antikoru (-umab)	Ofatumumab Panitumumab Belimumab Golimumab Adalimumab İpilimumab Raxibacumab Ramucirumab Canakinumab Ustekinumab Denosumab
İmmün Sistem(-li(m)-)		
Dolaşım Sistemi(-c(m)-)		
İnterlökin (-ki(n)-)		
Kemik (-os-)		

1.3.10. Cabozantinib

Mezenkimalden Epitel Geçiş (MET) reseptörleri, prostat kanserinde sıklıkla aşırı eksprese edilirken, özellikle kemik metastazlarında, hepatosit büyüme faktörü (HGF) dahil olmak üzere potansiyel olarak büyüme faktörleri tarafından indüklenmektedir. VEGF ve MET'nin bir reseptör tirozin kinaz inhibitörü olan Cabozantinib, kemik metastazı olan prostat kanserlerinde başlangıçta kuvvetli etki göstermesine rağmen sağkalımı uzatmayı başaramamıştır [23].

1.3.11. Setuksimab

Melanom dışı deri kanserlerinin en yaygın ikinci türü kutanöz SCC'dir. Dudak, yanak ve kulak gibi belli anatomik bölgelerde bulunur. Maksimum tümör çapı ve zayıf histolojik farklılaşma metastaz için risk faktörleridir. Setuksimab, yüksek riskli, EGFR'ne karşı kimerik bir monoklonal antikordur ve radyoterapi ile birlikte baş ve boyun SCC için FDA onaylı olarak kullanılmaktadır [23].

1.3.12. Vismodegib ve Sonidegib

Bazal hücreli karsinom (BCC), melanom dışı deri kanserlerinde en sık görülen tümör tiplerinden birisidir. BCC, ultraviyole radyasyon ve somatik mutasyonlarla, germline mutasyonları/polimorfizleri ile genotip arasındaki etkileşim sonucu oluşmaktadır. BCC'nin tümör ilerlemesi, tümör boyutu, histolojik alt tipi, tümör lokalizasyonu, kenar boşlukları, nüks etme potansiyelini belirler. Öncelikli tedavi tümör bölgesine ve büyüklüğüne bağlı olarak geniş eksizyon veya Mohs tedavisi olmasına karşın, ilerlemiş BCC'ler için Smoothened inhibitörleri olan vismodegib ve sonidegib kullanılan onaylı mAb'lardır [23].

2. Sonuçlar

Kanser tedavisinde kullanılan hedefe yönelik monoklonal antikorların tedavide kullanımı kanser için bir umut ışığı sağlamaktadır. Gelecekte kanserin moleküler mekanizmalarının daha da aydınlatılmasıyla yeni hedeflerin belirlenmesi ve bu hedeflere uygun ajanların geliştirilmesiyle kişiye özgü tedavi imkanı artacaktır. Kişinin genetik mutasyonları, yaşı, alışkanlıkları ve kanserin lokalizasyonu, türü, kaçınıcı evrede olduğu da tedavinin şekillendirilmesi için önemli ayrıntılardır.

Kaynaklar

- [1] Beyza Servet Göncü, Antikorlar ve Kullanım Alanları, Bitirme Projesi, Haziran (2007) Doi: 10.13140/RG.2.1.2749.3200
- [2] Quezada SA, Jarvinen LZ, Lind EF, Noelle RJ. CD40/CD154 interactions at the interface of tolerance and immunity. *Annu Rev Immunol.* (2004); 22:307-328.
- [3] Elgueta R, et al. Molecular mechanism and function of CD40/CD40L engagement in the immune system. *Immunol Rev.* (2009); 229:152-172. Doi: 10.1111/j.1600-065X.2009.00782.x.
- [4] Leach DR, Krummel MF, Allison JP. Enhancement of antitumor immunity by CTLA-4 blockade. *Science.* (1996);271:1734-1736. First report that CTLA4 blockade can enhance anti-tumour immunity and promote tumour clearance.
- [5] Panowski, B. R. Site-specific antibody drug conjugates for cancer therapy. *mAbs*, (2013); 48(10), 34-45. Doi: 10.4161/mabs.27022.
- [6] Çağrı ŞAKALAR, Kenan İZGİ, Halit CANATAN, Kanser İmmün Terapi ve Monoklonal Antikorlar, Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Tıp Dergisi, (2013), Cilt 27, Sayı 2, Sayfa(lar) 105-110.
- [7] Ayşe Erdogan, Aysun Özkan, Strategies to Optimize the Molecularly Targeted Anti-Cancer Agent Combinations, *Archives Medical Review Journal*, (2015), Cilt 24, Sayı 4, Sayfalar 432 - 451
- [8] Simeon Cua, Heng Liang Tan, Wey Jia Fong, Angela Chin, Ally Lau, Vanessa Ding, Zhiwei Song, Yuansheng Yang and Andre Choo, Targeting of embryonic annexin A2 expressed on ovarian and breast cancer by the novel monoclonal antibody 2448, *Oncotarget*, (2018), Vol. 9, (No. 17), pp: 13206-13221. Doi: 10.18632/oncotarget.24152
- [9] Fuat H.DEMİRELLİ, Monoclonal Antibodies for Targeted Cancer Therapy, *ANKEM Derg* (2005);19(Ek 2):123-125.

- [10] Carlos Cuesta-Mateos, Ana Alcaraz-Serna, Beatriz Somovilla-Crespo and Cecilia Muñoz-Calleja, Monoclonal Antibody Therapies for Hematological Malignancies: Not Just Lineage-Specific Target, *Frontiers in Immunology*, 17 January (2018). Doi: 10.3389/fimmu.2017.01936
- [11] S.Mert Selimoğlu, Murat Kasap, Gürler Akpınar, Aynur Karadenizli, Monoklonal Antikor Teknolojisinin Dünü, Bugünü ve Geleceği, *Journal of Health Sciences of Kocaeli University*, January (2016), Vol.2, No.1, pp. 6-14.
- [12] Mareike Voigt, Friederike Braig, Markus Göthel, Alexander Schulte, Katrin Lamszus, Carsten Bokemeyer, Mascha Binder, Functional Dissection of the Epidermal Growth Factor Receptor Epitopes Targeted by Panitumumab and Cetuximab, *Neoplasia*, November (2012) Volume 14, Issue 11, Pages 1023-1031. Doi: 10.1593/neo.121242
- [13] Adams, G. P. Monoclonal antibody therapy of cancer. *Nature Biotechnology*, (2005); 1147-1157. Doi: 10.1038/nbt1137
- [14] Pravin Bhattarai, Sadaf Hameed, and Zhifei Dai, Recent advances in anti-angiogenic nanomedicines for cancer therapy, *Nanoscale*, (2018). Doi: 10.1039/c7nr09612g.
- [15] Hsi ED, Steinle R, Balasa B, Szmania S, Draksharapu A, Shum BP, et al. CS1, a potential new therapeutic antibody target for the treatment of multiple myeloma. *Clin Cancer Res* (2008) 14:2775-84. Doi: 10.1158/1078-0432.CCR-07-4246.
- [16] Tai YT, Dillon M, Song W, Leiba M, Li XF, Burger P, et al. Anti-CS1 humanized monoclonal antibody HuLuc63 inhibits myeloma cell adhesion and induces antibody-dependent cellular cytotoxicity in the bone marrow milieu. *Blood* (2008) 112:1329-37. Doi: 10.1182/blood-2007-08-107292
- [17] Van Rhee F, Szmania SM, Dillon M, van Abbema AM, Li X, Stone MK, et al. Combinatorial efficacy of anti-CS1 monoclonal antibody elotuzumab (Hu-Luc63) and bortezomib against multiple myeloma. *Mol Cancer Ther* (2009) 8:2616-24. Doi: 10.1158/1535-7163.MCT-09-0483.
- [18] Wolfgang M. B., Jost A., Joachim F. Erlotinib treatment after platinum-based therapy in elderly patients with non-smallcell lung cancer in routine clinical practice - results from the ElderTac study. *BMC Cancer*. (2018). Doi: 10.1186/s12885-018-4208-x
- [19] Dunkelberger JR, Song WC. Complement and its role in innate and adaptive immune responses. *Cell Res*. (2010); 20:34-50. Doi: 10.1038/cr.2009.139.
- [20] Natalie MGM Appels, Jos H. Beijnen , ve Jan HM Schellens, Development of Farnesyl Transferase Inhibitors, *The Oncologist*, June 23, (2005). Doi: 10.1634/theoncologist.10-8-565
- [21] Asati V, Mahapatra DK, Bharti SK, K-Ras and its inhibitors towards personalized cancer treatment: Pharmacological and structural perspectives, *European*

Journal of Medicinal Chemistry, Volume 125, 5 January (2017), Pages 299-314.
Doi: 10.1016/j.ejmech.2016.09.049.

- [22] Tanya B Dorff, Neeraj Agarwal, Bone-targeted therapies to reduce skeletal morbidity in prostate cancer, Asian Journal of Andrology (2018) 20, 1-6. Doi: 10.4103/aja.aja_12_18
- [23] Uwe Wollina, Georgi Tchernev, Torello Lotti, Chimeric Monoclonal Antibody Cetuximab Targeting Epidermal Growth Factor-Receptor in Advanced Non-Melanoma Skin Cancer, Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences. (2018) Jan 25; 6(1):152-155. Doi: 10.3889/oamjms.2018.022

YAYIN KOŞULLARI

1. Gönderilecek makalelerde alanında bir boşluğu dolduracak özgün bir araştırma sonuçlarını içermesi şartı aranır.
2. Yayın Kurulu, dergiye gönderilen makaleleri öncelikle yayın ilkerleri, dergi kapsamı, bilimsel içerik ve şekil açısından inceler. Ön incelemeden geçen makaleler değerlendirilmek üzere en az 2 hakeme gönderilir. Eserin dergiye kabul edilebilmesi için iki hakemden de olumlu değerlendirme alması gerekir. Gerekli görülmesi durumunda üçüncü hakemden de değerlendirme sürecine katkı sağlaması istenebilir. Son karar editöre aittir.
3. Yayınlanmak üzere gönderilen makalelerin daha önceden yayımlanmamış olduğu ve intihal içermediği iThenticate programı aracılığıyla teyit edilir. Benzerlik raporu dergi editörleri tarafından kontrol edildikten sonra referanslar hariç benzerlik oranı % 20 ve altında çıkan makaleler değerlendirilmek üzere hakemlere gönderilir. Sonucu referanslar hariç % 20 üzerinde çıkan makaleler için yazardan düzeltme talep edilir. Gerekli düzeltmelerin 30 gün içerisinde yapılması durumunda makale reddedilir.
4. Makale yazarlarından değerlendirme ve yayın işlemleri için herhangi bir ücret talep edilmez.
5. Makalelerin tüm sorumluluğu ilgili yazarlara aittir. Makaleler uluslararası kabul görmüş bilimsel etik kurallarına uygun olarak hazırlanmalıdır. Gerekli olması halinde Etik kurul Raporu'nun bir kopyası eklenmelidir.
6. Dergide yayınlanan yazılar ayrıca elektronik ortamda (<http://dergipark.gov.tr/hafebid/>) yayımlanır.
7. Bireysel kullanım dışında, Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi'nde yayınlanan makaleler, şekiller ve tablolar yazılı izin olmaksızın çoğaltılamaz, bir sistemde arşivlenemez veya reklam ya da tanıtım amaçlı materyallerde kullanılamaz. Bilimsel makalelerde, uygun şekilde kaynak gösterilerek alıntılar yapılabilir.

YAZIM KILAVUZU

Çalışmanın Türkçe İsmi Her Kelimenin İlk Harfi Büyük (Bağlaçlar Hariç) ve “Times New Roman” Fontunda 14 Punto Olacak Şekilde

Birinci YAZAR^{1*}, İkinci YAZAR², Üçüncü YAZAR¹

¹Üniversite, Fakülte ve/veya Bölüm, Şehir, Ülke

²Üniversite, Fakülte ve/veya Bölüm, Şehir, Ülke

Geliş Tarihi: XX.XX.20XX

***Sorumlu Yazar e mail:** xxx@xxx.xxx

Kabul Tarihi: XX.XX.20XX

Özet

Bu Microsoft Word belgesi Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü tarafından yayınlanan Fen Bilimleri Dergisi'ne gönderilecek olan makaleler için örnek olması amacıyla hazırlanmıştır. Dergimizde yayınlanmak üzere gönderilen makalelerin bu şablona göre düzenlenmeleri gerekmektedir. Özet kısmında çalışmanın yenilikleri ve temel bulguları vurgulanmalıdır. Türkçe ve İngilizce özet kısımları Times New Roman yazı tipi ile yazılmalı ve 10 punto büyüklüğü seçilmelidir. Yazım metni iki tarafa yaslanmalıdır. Özet bölümünün yazımında tek satır aralığı seçilmelidir. Makale özetinin 100 ila 200 kelime arasında olmasına dikkat edilmelidir. Türkçe ve İngilizce özetlerin 1 (bir) sayfayı geçmemesi gerekmektedir. Makalenin İngilizce olarak sunulmak istenmesi durumunda başlık, özet ve anahtar kelimelerin önce İngilizcelerin sonra Türkçelerinin verilmesi gerekmektedir. Anahtar kelime sayısı en az 3 en fazla 6 olmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Anahtar kelime 1, Anahtar kelime 2, Anahtar kelime 3.

Çalışmanın İngilizce İsmi Her Kelimenin İlk Harfi Büyük (Bağlaçlar Hariç) ve “Times New Roman” Fontunda 14Punto Olacak Şekilde

Abstract

Bu Microsoft Word belgesi Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü tarafından yayımlanan Fen Bilimleri Dergisi'ne gönderilecek olan makaleler için örnek olması amacıyla hazırlanmıştır. Dergimizde yayınlanmak üzere gönderilen makalelerin bu şablona göre düzenlenmeleri gerekmektedir. Özet kısmında çalışmanın yenilikleri ve temel bulguları vurgulanmalıdır. Türkçe ve İngilizce özet kısımları Times New Roman yazı tipi ile yazılmalı ve 10 punto büyüklüğü seçilmelidir. Yazım metni iki tarafa yaslanmalıdır. Abstract bölümünün yazımında tek satır aralığı seçilmelidir. Makale özetinin 100 ila 200 kelime arasında olmasına dikkat edilmelidir. Türkçe ve İngilizce özetlerin 1 (bir) sayfayı geçmemesi gerekmektedir. Makalenin İngilizce olarak sunulmak istenmesi durumunda başlık, özet ve anahtar kelimelerin önce İngilizcelerin sonra Türkçelerin verilmesi gerekmektedir. Anahtar kelime sayısı en az 3 en fazla 6 olmalıdır.

Keywords: Keywords 1 , Keywords 2 , Keywords 3 ,

1. Giriş

Ana metin, A4 kağıt boyutuna 2 cm kenar boşlukları ile 12 punto yazı büyüklüğünde Times New Roman yazı tipi ile 1 satır aralığı ve her iki yana yaslı şekilde yazılmalıdır. Ana bölüm başlıkları numaralandırılmalı, kelimelerin ilk harfleri büyük olmalı ve **koyu (bold)** karakterde yazılmalıdır. Ana bölüm başlığından sonra 1,5 satır aralıklı boşluk bırakılarak metne geçilmelidir. Başlıkla üst metin arasında da bir satır boşluk bırakılmalıdır. Paragraflar arasında boşluk bırakılmamalıdır. Çalışmanın İngilizce olarak sunulmak istenmesi durumunda bölüm başlığı “**Introduction**” olarak verilmelidir.

Bu bölümde çalışmayla ilgili yeterli literatür bilgisi verilmeli ve çalışmanın gerekçesi belirtildikten sonra amacı vurgulanmalıdır. Ancak konu ile ilgisi olmayan ve gereğinden fazla literatür bilgisi vermekten kaçınılmalıdır.

2. Materyal ve Metot

Bu bölümde, uygulanan yöntemler ve teknikler anlaşılır bir şekilde verilmeli ve metin “Times New Roman” yazı tipinde 12 punto büyüklüğünde ve tek satır aralıkla yazılmalıdır. Metinle ilgili olarak Giriş bölümünde yapılan açıklamalar bu bölüm için de geçerlidir. Başlıkta bağlaç haricindeki tüm kelimelerde ilk harf büyük yazılmalıdır.

Çalışmanın İngilizce olarak sunulmak istenmesi durumunda bölüm başlığı “**Material and Method**” olarak verilmelidir. Bölüm içerisinde alt bölüm başlıkları açılması mümkündür.

2.1. Materyal ve metot alt başlığı

Materyal ve metot bölümünde alt başlık altında bilgi verilmek istenmesi durumunda alt başlık “Times New Roman” yazı tipi, 12 punto ve kalın olarak yazılmalıdır. Alt başlığın ilk kelimesinin ilk harfi büyük, geri kalan kısmı ise küçük harflerle yazılmalıdır.

2.2. Şekiller, Tablolar ve Denklemler

Şekiller grafik, diyagram, fotoğraf, resim ve harita şeklinde olabilir. Şekil yazısı şeklin alt kısmına yazılmalıdır. Hem şekil hem de şekil yazısı sayfaya ortalanmalıdır. Şekil yazıları okunaklı olmalıdır. Şekil ile üst metin arasında 1 satır boşluk bırakılmalıdır. Şekil yazısı ile alt metin arasında da 1 satır boşluk bırakılmalıdır. Şekil yazısı 11 punto olarak yazılmalı ve aşağıdaki örnekte (Şekil 1) olduğu gibi verilmelidir. Metin içerisinde şekillere atıfta bulunulmalıdır.

Şekil 1. Örnek Resim

Tablolar açık çerçeveli tercih edilebilir. Tablo yazısı tablonun üst kısmına yazılmalıdır. Hem tablo hem de tablo yazısı sayfanın soluna

hizalanmalıdır. Tablo yazısı ile üst metin arasında 1 satır boşluk bırakılmalıdır. Tablo ile alt metin arasında 1 satır boşluk bırakılmalıdır. Tablo yazıları tercihen 11 punto ile yazılmalı ve tek satır aralığı seçilmelidir. Metin içerisinde tablolara atıfta bulunulmalıdır.

Tablo 1. Tablo başlığı.

Sütun Başlığı	Sütun Başlığı	Sütun Başlığı
Bilgi satırı	Bilgi satırı	Bilgi satırı
Bilgi satırı	Bilgi satırı	Bilgi satırı
Bilgi satırı	Bilgi satırı	Bilgi satırı
Bilgi satırı	Bilgi satırı	Bilgi satırı

Denklemler sırasıyla 1’den başlanarak numaralandırılmalıdır. Denklem sola yaslanarak yazılmalı ve denklem numarası sağ kenara yerleştirilmelidir. Denklem ile metin arasında üstten ve alttan birer satır boşluk bırakılmalıdır. Denklemler resim formatında olmamalıdır. Word denklem düzenleyicisi tercih edilebilir.

$$E = mc^2 \quad (1)$$

3. Bulgular

Bu bölümde çalışma sonucunda elde edilen bulgular çalışma sırasına göre sunulmalıdır. Çalışmanın İngilizce olarak sunulmak istenmesi durumunda bölüm başlığı “**Results**” olarak verilmelidir.

4. Tartışma

Bu bölümde, yapılan çalışmadan elde edilen bulgular bilimsel ilkelere ışığı altında önceki verilerle karşılaştırılarak irdelenmelidir. İstenilmesi halinde, elde edilen bulgular ve bunların irdelenmesi **Bulgular ve Tartışma** başlığı altında da verilebilir.

5. Sonuçlar

Bu bölümde çalışmadan elde edilen özgün sonuçlar bir sıra dâhilinde sunulmalıdır. Çalışmanın İngilizce olarak sunulmak istenmesi durumunda bölüm başlığı “**Conclusions**” olarak verilmelidir.

Teşekkür

Bu bölümde, çalışmada yardım ya da destekleri bulunan kişi veya kişilere ya da kurum yetkililerine teşekkür edilebilir. Çalışmanın İngilizce olarak sunulmak istenmesi durumunda bu bölümün başlığı “**Acknowledgment**” olarak verilmelidir.

Kaynaklar

Çalışmada yararlanılan kaynaklar kullanım sırasına göre numaralandırılarak verilmelidir. Ancak Özet bölümünde kaynak gösterilmez. Kaynak numaraları köşeli parantez içerisinde gösterilmelidir. Kaynakların tamamı çalışmanın son sayfasındaki “Kaynaklar” başlığı altında, makale içerisindeki kullanım sırasına göre aşağıdaki örneklere uygun biçimde verilmelidir. Kaynaklar “Times New Roman” fontunda 10 punto olarak yazılmalıdır. Kaynak numaraları otomatik numaralandırma ile eklenmelidir ve her referans arasında 6 punto boşluk olmalıdır. Çalışmanın İngilizce olarak sunulmak istenmesi durumunda bölüm başlığı “**References**” olarak verilmelidir.

Periyodik yayımlar:

- [1] Soyadı, A., Soyadı, B. B., ve Soyadı, C.,. Yayımlanan makalenin adı, Makalenin yayınlandığı dergi adı, Cilt ve sayı numarası 7(1), (yıl) sayfa numarası aralığı 1-12. Doi:

Kitaplar:

[2] Soyadı, A. A., Kitap adı, Yayınevi, Kitabın basıldığı yer, (yıl).

Sempozyum, Kongre, Bildiri:

[3] Soyadı, A., Soyadı, B. B., ve Soyadı, C., Yayınlanan bildirinin adı, Bildirinin yayınlandığı sempozyum kongre, toplantı ya da konferans adı (s. 1-12), (yıl, Ay), Şehir, Varsa üniversite veya kuruluş.

Tez:

[4] Soyadı, A. A., Yüksek Lisans veya Doktora tezinin adı, Tezin türü, Üniversite, Enstitü, (yıl).

Web sitesi:

[5] <http://www.halic.edu.tr>, (Erişim tarihi:).

Prof. Dr. Temel SAVAŞKAN
Editör

Doç. Dr. Emine Esra KASAPBAŞI
Editör Yardımcısı

e-posta: fbid@thalicedu.tr
<http://dergipark.gov.tr/hafebid>

Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi
Sütlüce Mah. İmrahor Cad. No: 82 Beyoğlu – İSTANBUL
Tel: +90 212 924 24 44