

BİNGÖL ÜNİVERSİTESİ

**TEKNİK
BİLİMLER
DERGİSİ**

**Bingöl University
Journal of Technical Science**

**Cilt 5 • Sayı 2 • Aralık 2024
Volume 5 • Number 2 • December 2024**

**Bingöl Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu
tarafından yayınlanmaktadır**

e-ISSN: 2757-6884

EDİTÖRÜN NOTU

Ülkemizde bilimsel yayıncılık hızla gelişmekte ve bu bağlamda süreli yayınların sayısı önemli ölçüde artmaktadır. Akademik süreli yayıncılık da bu artışın doğal sonuçlarından. 8 Eylül 2020 tarihinde yayınlanan ilk sayısı ile yayın hayatına başlayan dergimizle (*Bingöl Üniversitesi Teknik Bilimler Dergisi*) çok değerli araştırmacıların, bilim insanlarının ve okurların karşısına çıkmanın heyecanını ve mutluluğunu yaşamaktayız. Yayın hayatına başladığı bu tarihten itibaren bilimsel bir disiplin içerisinde hareket eden dergimiz, [Google Scholar](#) ve [AcarIndex](#) üzerinde taranmakta ve diğer indekslerde taranmak için başvurularını sürdürmektedir.

Türkiye’de yayın yapan birçok üniversite akademik dergileri gibi dergimiz de çok-disiplinli ve disiplinlerarası anlayışla hareket etmektedir. Bu anlayışla dergimizin yayın kurulu, bilimin bütün sahalarından ve alt disiplinlerinden bilimsel nitelikli yazıları İngilizce ve/veya Türkçe olarak yayınlamak üzere her iki dilde de kabul etmektedir. Dergimizde hakemlik süreci titizlikle yürütülmekte, çift taraflı körleme sistemiyle makaleler değerlendirilmekte, etik ve bilimsel ölçütlere sonuna kadar bağlı kalınmaktadır.

İlk sayıdan itibaren dergimizin [DergiPark](#) üzerinden erişimi sağlanmış ve yayınlanan makalelerin tamamı okuyucuların ve araştırmacıların hizmetine sunulmuştur. Dergimizin bu sayısında 4 adet bilimsel araştırma makalesine yer verilmiştir.

Dergimize bilimsel araştırmaları ve yazılarıyla destek veren değerli bilim insanlarına, bu çalışmalarını titizlikle değerlendiren hakemlere ve yayın sürecini yöneten ve yürüten yayın kurulu, alan editörleri ve sekreteryaya teşekkür ederim.

Baş Editör
Dr. Uğur Eren YURTCAN
(Bingöl Üniversitesi Teknik Bilimler MYO)

Editör Kurulu / Editorial Board

Sahibi / Owner

Bingöl Üniversitesi Teknik Bilimler MYO Müdürlüğü
Vocational School of Technical Sciences of Bingol university Directorate

Baş Editör / Editors-in-Chief

Dr. Uğur Eren YURTCAN

Editör Yardımcıları / Associate Editors

Dr. Öğr. Üyesi Müslüm EROL
Dr. Öğr. Üyesi Ünal Değirmenci

Dergi Sekreteryası / Secretariat

Dr. Müge YURTCAN

Teknik Editör/ Technical Editor

Dr. Uğur Eren YURTCAN
Öğr. Gör. Ebubekir BOZKURT

Yayın Editörü/ Publication Editor

Öğr. Gör. Ebubekir BOZKURT

İngilizce Editörü/ Language Editors

Dr. Müge YURTCAN
Öğr. Gör. Ahmet KESMEZ

Grafik Tasarımcı/ Graphic Designer

Öğr. Gör. Habib BİNGÖL

Mizanpaj Editörü/ Layout Editor

Öğr. Gör. İbrahim AYAZ

Alan Editörleri / Section Editors

Prof. Dr. Ferdi AKMAN	Dr. Öğr. Üyesi Ömer Faruk NEMUTLU
Doç. Dr. Hasan OĞUL	Dr. Öğr. Üyesi Serdal POÇAN
Doç. Dr. Kadir EJDERHA	Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Onur KARAAĞAÇ
Doç. Dr. Ahmet TURŞUCU	Dr. Öğr. Üyesi İbrahim ÇELİK
Doç. Dr. Mustafa ALTIN	Dr. Öğr. Üyesi Ünal DEĞİRMENCİ
Doç. Dr. İhsan KIRIK	Dr. Öğr. Üyesi Hakan US
Doç. Dr. Anıl İMAK	Dr. Hasan POLAT
Doç. Dr. Bilal TÛTÛNCÛ	Dr. Mehmet Nuri KOLAK
Doç. Dr. Burak YILDIRIM	Dr. Müge YURTCAN
Doç. Dr. Hasan POLAT	Dr. Uğur Eren YURTCAN
Doç. Dr. Serhat ŞAP	Dr. Muhammed Zekeriya GÛNDÛZ
Dr. Öğr. Üyesi Müslüm EROL	Öğr. Gör. Ebubekir BOZKURT
Dr. Öğr. Üyesi Hüsnü AYDEMİR	Öğr. Gör. Ayşegül Gümrükçü KESKİN
Dr. Öğr. Üyesi Murat DENER	

Yayın Danışma Kurulu / Editorial Advisory Board

Prof. Dr. Mahmut TOPRAK – Bingöl Üniversitesi
Prof. Dr. Rajendra PRASAD – University of Lucknow
Prof. Dr. Victor NEDZVETSKY - Dniepropetrovsk National University
Prof. Dr. Mykola Mikhailovich DRON - Oles Honchar Dnipro National University
Assistant Prof. Dr. Tanveer FATİMA – Taibah University
Dr. Hicham HELAL - Djillali Liabes University
Prof. Dr. Hasan KURTARAN – Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi
Prof. Dr. Ayşegül UÇAR – Fırat Üniversitesi
Prof. Dr. Ferdi AKMAN – Bingöl Üniversitesi
Prof. Dr. Mustafa Recep KAÇAL – Giresun Üniversitesi
Doç. Dr. Hasan OĞUL – Sinop Üniversitesi
Doç. Dr. Kadir EJDERHA – Bingöl Üniversitesi
Doç. Dr. Ahmet TURŞUCU – Şırnak Üniversitesi
Doç. Dr. Mustafa ALTIN – Bingöl Üniversitesi
Doç. Dr. Anıl İMAK – Bingöl Üniversitesi
Doç. Dr. İhsan KIRIK – Bingöl Üniversitesi
Doç. Dr. Burak YILDIRIM – Bingöl Üniversitesi
Doç. Dr. Bilal TÛTÛNCÛ – Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi
Doç. Dr. Erdiñ İKİNCİOĞULLARI – Bingöl Üniversitesi
Doç. Dr. Serhat ŞAP – Bingöl Üniversitesi
Doç. Dr. Serdal POÇAN – Bingöl Üniversitesi
Doç. Dr. Mehmet POLAT– Fırat Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Müslüm EROL – Bingöl Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Hüsnü AYDEMİR – Bingöl Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Yunus Onur YILDIZ – Sinop Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Onur KARAAĞAÇ – Sinop Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi İbrahim ÇELİK – Kahramanmaraş İstiklal Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Ünal DEĞİRMENCİ – Bingöl Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Hakan US – Bingöl Üniversitesi

İÇİNDEKİLER/CONTENTS

Characterization Of Plain And Boron Interface Metal/p-Si Solar Cells Obtained By Sputter Method

Abdullah BEKİL^{1*}, Kadir EJDERHA²

^{1*,2}Bingöl Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü, Bingöl, TÜRKİYE

^{1*}Orcid No: 0009-0007-1952-4612, e-mail: abdullah.bekil@hotmail.com

²Orcid No: 0000-0001-6883-9580, e-mail: kejderha@bingol.edu.tr

1

(Alınış/Arrival: 17.11.2024, Kabul/Acceptance: 24.11.2024, Yayınlanma/Published: 18.12.2024)

Türkiye’de Çığ Kontrol Projelerinin Hazırlanma Süreçleri: Bingöl İli Adaklı İlçesi Aktaş Köyü Örneği

İsmail Bulut¹, Alaaddin Yüksel², Engin Yıldız³, Alperen Meral^{4,*}, Mehmet
Nuri Kolak⁵, Derya Kocademir⁶, Hüseyin Akkuş⁷, Mehrzad Mohabbı⁸, Sadık
Varolgüneş⁹

¹Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, Etüt Proje Daire Başkanlığı, Ankara, Türkiye.

ORCID: 0009-0003-6443-9119 E-mail: ismail.bulut@csb.gov.tr,

²Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Bingöl, Türkiye.

ORCID: 0000-0003-4760-1092 E-mail: ayuksel@bingol.edu.tr.

³Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, Etüt Proje Daire Başkanlığı, Ankara, Türkiye.

ORCID: 0000-0003-2493-5161, E-mail: engin.yildiz1@gazi.edu.tr.

^{4,*}Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Bingöl, Türkiye.

ORCID: 0000-0001-6714-7187, E-Mail: alperenmeral@bingol.edu.tr.

⁵Bingöl Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, İnşaat Programı, Bingöl, Türkiye.

ORCID: 0000-0003-3533-3422, E-mail: mnkolak@bingol.edu.tr.

⁶Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, Etüt Proje Daire Başkanlığı, Ankara, Türkiye.

ORCID: 0009-0003-3422-9436, E-mail: derya.kocademir@csb.gov.tr.

⁷Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, Etüt Proje Daire Başkanlığı, Ankara, Türkiye.

ORCID: 0000-0003-2887-2671, E-mail: huseyin.akkus@csb.gov.tr.

⁸Bingöl Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Bingöl, Türkiye.

ORCID: 0000-0002-1177-8788, E-Mail: mmohabbı@bingol.edu.tr.

⁹Bingöl Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Bingöl, Türkiye.

ORCID: 0000-0001-9580-9889, E-Mail: svarolgunes@bingol.edu.tr.

13

(Alınış/Arrival: 08.10.2024, Kabul/Acceptance: 15.11.2024, Yayınlanma/Published: 18.12.2024)

**Modern Sanat Mekânlarında Sergileme Tasarımı:
OMM Modern Müzesi, İstanbul Modern ve CerModern Örneği**

Büşra ŞAHİN^{1*}

^{1*}Sanatta Yeterlik Öğrencisi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü,
Eskişehir/Türkiye.

ORCID No: 0000-0002-9948-5778, e-mail: busrasahin10432@gmail.com

28

(Alınış/Arrival: 21.01.2024, Kabul/Acceptance: 26.03.2024, Yayınlanma/Published: 15.06.2024)

Akrilik/Polyester Lif İlavesinin Harç Mekanik ve Yalıtım Özelliklerine Etkisi

Murat YATKIN¹, Hakan SARIKAYA^{2*}

¹Uşak Üniversitesi, Lisans Üstü Eğitim Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği, Uşak, Türkiye
ORCID No: 0009-0004-0965-4649, e-mail: muratyatkin@outlook.com

^{2*}Uşak Üniversitesi, Banaz Meslek Yüksekokulu, Uşak, Türkiye
ORCID No: 0000-0002-8043-3302, e-mail: hakan.sarikaya@usak.edu.tr

43

(Alınış/Arrival: 07.10.2024, Kabul/Acceptance: 04.11.2024, Yayınlanma/Published: 18.12.2024)

CHARACTERIZATION OF PLAIN AND BORON INTERFACE METAL/p-Si SOLAR CELLS OBTAINED BY SPUTTER METHOD

Abdullah BEKİL^{1*}, Kadir EJDERHA²

^{1,2}Bingöl Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü, Bingöl, TÜRKİYE

^{1*}Orcid No: 0009-0007-1952-4612, e-mail: abdullah.bekil@hotmail.com

²Orcid No: 0000-0001-6883-9580, e-mail: kejderha@bingol.edu.tr

(Alınış/Arrival: 17.11.2024, Kabul/Acceptance: 24.11.2024, Yayınlanma/Published: 18.12.2024)

SPUTTER YÖNTEMİYLE ELDE EDİLEN SADE VE BOR ARAYÜZEYLİ METAL/p-Si GÜNEŞ PİLLERİNİN KARAKTERİZASYONU

ABSTRACT

In this study, 1.167 mg/ml was prepared with Boric acid in deionized water. Using this solution, Boron coating was made on a molybdenum foil by electrochemical coating method and this coating was confirmed with SEM images. Then, the Si wafer made of p-type ohmic contact with a carrier density of 10^{14} to 10^{18} (1,0,0) orientation was divided into two and this solution was coated on one of them by electrochemical method.

The sample without interface and the sample electrochemical B coated and annealed at 500°C for 3 minutes were deposited with a 5mm diameter Al magnetron DC sputter method, and a 1mm diameter Au was coated in the middle of it by the evaporation method. As a result of the characterization, for the Au/Al/p-Si/Al/Au structure of the sample without interface; Open circuit voltage (Voc) value is 360 mV, short circuit current (Isc) value is 1130 μ A, maximum power (Pm) value is 117 (μ W), fill factor (FF) value is % 28,68 and conversion efficiency it was observed that the conversion efficiency (η) value was % 0.584.

On the other hand for Au/Al/B/p-Si/ Al/Au structure measurement, related to Au/Al/p-Si/Al/Au structure; while Voc value decreases to 300mV Isc value increased becoming 1570 μ A. However, while the Pm value was 118 μ W and an increase was observed, a decrease was observed in the FF value and was observed to be % 25,21, and a small increase was observed in the η value and it was observed to be % 0.592.

Keywords: Solar Cell, Sputter Method, Elektrochemical Coating Method, Boron, p-Type Silicon

ÖZET

Bu çalışmada, hazırlanan 1,167 mg/ml deiyonize su ile Borik asit ile hazırlandı. Bu çözelti kullanılarak elektrokimyasal kaplama yöntemiyle molibden bir folyo üzerine Bor kaplaması

yapıldı ve bu kaplama sem görüntüleri ile teyit edildi. Sonra 10^{14} ila 10^{18} taşıyıcı yoğunluğuna (1,0,0) yönelimine sahip p tipi omik kontağı yapılmış Silisyum wafer ikiye bölünerek birinin üzerine bu çözelti elektrokimyasal yöntemle kaplandı.

Ara yüzeyli numune ve elektrokimyasal B kaplanıp 500°C 'de 3 dakika tavlanan numune üzerine 5mm çapına Al magnetron DC sputter yöntemiyle kaplandı ve bunun ortasına 1mm çapında Au buharlaştırma yöntemiyle kaplandı. Karakterizasyon sonucu arayüzeyli numunenin Au/Al/p-Si/Al/Au yapısı için; Açık devre gerilimi (V_{ad}) değeri 360 mV, kısa devre akımı (I_{kd}) değeri 1130 μA , maksimum güç (P_m) değeri 117 (μW), fill faktörü(FF) değeri % 28,68 ve dönüşüm verimliliği(η) değeri % 0,584 olduğu gözlemlendi.

Öte yandan; ara yüzeyli Au/Al/B/p-Si/ Al/Au yapısı Au/Al/p-Si/Al/Au yapısından alınan ölçümlerle kıyasla V_{ad} değeri düşüş gösterip 300 mV olurken I_{kd} değeri 1570 μA olup artışı gözlemlendi. Bununla birlikte P_m değeri 118 μW olup artışı gözlenirken FF değerinde düşüş olduğu gözlenip % 25,21 olduğu gözlemlendi ve η değerinde küçükm olsa bir miktarda artış olduğu gözlenip % 0,592 değerinde olduğu gözlemlendi.

Anahtar Kelimeler: Güneş Pilleri, Sputter Yöntemi, Elektrokimyasal Kaplama Yöntemi, Bor, p-Tipi Silisyum

This article is extracted from my master thesis entitled “characterization of metal / p-si solar cells with organic interfaces with pure and boron additives obtained by sputter method” supervised by Kadir EJDERHA (Master’s Thesis, Bingöl University, Bingöl Türkiye, 2019).

1. INTRODUCTION

The increasing human population in the world and the development of technology due to people's addiction to comfort have resulted to requirement for energy along with comfort. This necessity pushed people to search for energy sources and fossil fuels, a major phenomenon of the last century, were discovered. However, with the increase in the use of fossil fuels, the limited amount of them underground and the vital problem of air pollution and disruption of the natural balance have emerged. Searching for alternative sources to meet energy needs is something that has been on the agenda for a long time. And sunlight, which does not contain any ash and smoke and has played an important role in providing the most basic energy of living things throughout the history of life on Earth, has become a door of hope for scientists in this field as well. Recently, efforts to utilize solar energy have increased significantly.

Semiconductor solar cells have recently become a serious research area. When it comes to semiconductor solar cells; These studies are grouped under the main heading of p-n junction and Schottky junction solar cells, but both of these structures are single, poly, heterojunction and amorphous crystalline solar cells [6]. While all of these structures may be organic, there are also those made with only one side organic or an organic interface. There are studies on the organic interface to increase the rectifying feature, especially for the Schottky structure. In addition, the functioning of a solar cell as a good electricity generator depends on it also being a good rectifier contact [9].

2.1. Monocrystalline Silicon Solar Cells

Silicon (Si); It is a semiconductor material that has been studied extensively and is used in every field, which we encounter in daily life thanks to its electronic capabilities[5].

Within the to begin with commercial sun oriented cells, single gem silicon developed by precious stone drawing strategy was utilized. In this technique, which is still the foremost utilized strategy within the photovoltaic industry, immaculate silicon is gotten by to begin with passing silicon oxide through different chemical and warm responses in circular segment furnaces. Then, a single gem silicon piece called the center is drenched within the silicon soften. When this core is evacuated from the liquefy, the cooled silicon dissolve is kept on the center within the shape of ingots. As before long as this silicon ingot shapes, it is cut into cuts with a chisel. This happens in two stages. To begin with, the ingot is cut into rectangular pieces. These squares are at that point isolated into cuts and prepared into batteries. Their efficiency is around 15%. The disadvantage of these batteries is that they lose a lot of material during construction. They are produced with a thickness of approximately 0.5 mm. Its color is dark blue and its weight is less than 10 grams [3].

2.2. Advantages:

They are made of high-grade silicon and therefore monocrystalline can achieve the highest efficiency rates. Monocrystalline solar panels efficiency rates are generally 15-20%. Monocrystalline silicon solar panels are called space efficient. Monocrystalline solar panels can provide more production with less sun. The proportions of current and volt values are different.

Monocrystalline solar panels are long-lasting. There are currently 50-year-old panels operating in Germany (reference year = 2014). Most solar panel manufacturers offer a 25-year warranty on Monocrystalline solar panels. It tends to perform better in low light conditions than similarly rated polycrystalline solar panels.

3. LITERATURE SURVEY

Zafer [14] with different features; examined photoactive dyes in four main classes: perylenemonoimides (PDI), perylenemonoimides (PMI), perylenemonoanhydrides (PMA) and ruthenium bipyridyl complexes. He also examined three classes of solar cells: organic dye-based nano-crystal structure TiO₂ solar cells (OGP), solid state organic dye-based nano-crystal structure TiO₂ solar cells (Solid State OGP) and organic solar cells (plastic solar cells). Among the dyes, perylenemonoimides (PMI) and perylenemonoanhydrides (PMA) were found to be more suitable for OGP and Solid State OGPs than perylenemonoimides. Perylenediimides (PDI) have been evaluated to be more suitable for plastic solar cells.

Tekerek [11] reported urmberry (*morus nigra*), black raspberry (*rubus idaeus*), blackberry (*rubus fruticosus*), African okra (*hibiscus sabdariffa* l.), purple carrot (*daucuscarota* l.) and mixture (raspberry, urmuberry, blackberry mixture) was used. Current-Voltage (I-V) characteristics of the batteries were carried out in a clear sunny weather between 12:00-13:00 in June-July, and calculated the efficiency of bmgp with the help of the figure obtained from I-V measurements, and obtained the efficiency as ($\eta = 0.248\%$) in the sample in which carrots were used.

Sandıkçı [8] used elements boron, selenium and lead, which are commonly used as additives in the production of semiconductor alloys, and studied the effect of these additives on the properties of the produced semiconductor alloys. In the experimental study, Sb₂Te₃ and Bi₂Te₃ alloy samples prepared with different stoichiometric ratios and different additives were vacuum sealed in quartz tubes and melted in a rotary kiln. He placed the samples removed from the tube

furnace in a crystal growth system to produce the semiconductor alloys. Structural and thermal analysis of the samples prepared after synthesis were performed using X-ray diffraction (XRD), scanning electron microscope (SEM) and differential thermal analysis-thermogravimetry (DTA-TG) instruments. As part of his research, he prepared alloys of [75% Sb_2Te_3 + 25% Bi_2Te_3] and [75% Sb_2Te_3 + 25% Bi_2Te_3 + %Te] and added 1%, 3% and 5% B-, Se- and Pb to these. He used these alloy additives and investigated their structural properties.

Orak et al. [4] investigated the coating thickness, current-voltage (I-V) and capacitance-voltage (C-V) characteristics of Al/Azure C/p-Si heterojunction layers prepared using a spin-coating system under room temperature illumination conditions. From current-voltage measurements with thermionic emission current equation, they found several heterojunction parameters such as ideality factor and barrier height at 1.10, 1.15, 1.26 and 0.57 eV for undoped, 2 ml/cm² and 4 ml/cm², respectively. They obtained 64 eV and 0.65 eV. They stated that as the organic layer thickness increases, the ideality factor, barrier height and photovoltaic power increase and the device capacitance decreases.

Niripendra et al. [7] in their paper found that in Schottky solar cells, the barrier height plays a key role in determining various cell parameters. Chemical vapor deposition was observed to vary the Schottky barrier height by growing metalorganic quantum dots in milk on p-Si. The barrier height was found to be dependent on the size and shape of the nanostructures. A sample with a barrier height of 0.71 eV, open circuit voltage of 0.51 V, and short circuit current density of 13.29 mA/cm² under 1.5 hours of standard sunlight was found to have a conversion efficiency of 3.89%. The sample prepared to vary the barrier height of the nanostructures showed an increase of 2.82% compared to the reference sample.

4.MATERIAL and METHOD

4.1. BORON

Elemental boron was first discovered in 1808 by the French chemist Gay-Lussac and Baron Louis Thenard, and independently by the English chemist Sir Humpry Davy. Boron is an element with the symbol B in the periodic table, with atomic number 5, atomic mass of 10.8 g, density of 2.84 g/cm³, melting point of 2200°C and boiling point of 3660°C, and has semiconductor properties between metal and nonmetal [16]. Boron crystal is the hardest element after diamond [10].

When boron is added to the molten glass intermediate product, it increases its viscosity and increases the surface hardness and particles. In the glass industry, it is added to glass products where heat insulation is required; The perspective of the ceramic industry is that enamel coated with boron prevents it from rusting and makes ceramics resistant to scratches; In soaps and detergents, for cleaning and whitening due to its antimicrobial, water softening and whitening effects; In the construction and cement industry, as it increases durability and provides insulation properties; since it's melting point is very high and therefore it is quite resistant to burning, it is used as a fire retarder/preventer; Due to the very high neutron absorption power of boron, it is used in nuclear applications; In hydrogen production and storage, as engine fuel, as engine fuel additive in the energy sector; Boron minerals are used in agriculture in order to increase or prevent the development of vegetation; Due to boron chemicals' ability to form a smooth, sticky, protective and clean liquid at high temperatures, they are used in machinery and

metallurgy as a protective slag former, melting accelerator and especially steel hardness increasing agent. BNCT (Boron Neutron Capture Therapy) is used in cancer treatment.

Especially; It is used to selectively destroy diseased cells in the treatment of brain cancers and is used in the healthcare industry because its damage to healthy cells is minimal [13]. And also Boron is widely used in silicon-centered p-type dopant semiconductor technology [15]. Boron and boron compounds in silicon structures have an important place in material science and semiconductor technology [5]

Boron mines, described as the oil of the 21st century, are Turkey's only strategically important mineral asset. Boron minerals, which have no substitutes, are used in a wide range of areas, from space technology to the energy sector, from nuclear technology to the defense industry [13]. For this reason, many researchers continue their studies to discover new areas of use of boron and its compounds or to observe the different effects of boron on existing areas of use with new methods.

4.2. Photovoltaic Principle of Metal/p Type Si

Let's consider a metal-semiconductor contact whose energy band diagram is given in Figure 4.1. And let a load resistor be connected to this joint. Even at zero voltage supply, there is an electric field at the junction of this joint, called the space charge region, which occurs due to the obstacle height. And if the sunlight falling here has enough energy, it creates an electron-hole pair. The electric field here sweeps this pair out and creates a photopotential. A current I_L occurs in the opposite direction of the resistor diode connected to the circuit. [9]

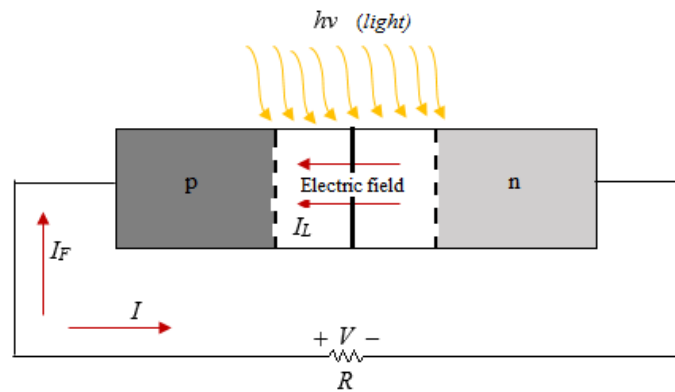


Figure 4.1.: A p-n junction solar cell with a resistive load [6]

This I_L current results a potential on the load resistor, and this potential is reflected to the diode as a direct supply and some of the produced current is discharged through the diode. Expressing this;

$$I_{net} = I_L - I_F \quad (4.1)$$

In the equation; I_{net} is the net current, I_L is the Photocurrent and I_F is the direct supply current of the diode. The straight supply current equation for the ideal diode is given in Equation 1. If the diode is fed straight, the electric field value in the space charge region decreases, but there

is never zero or reverse rotation. Therefore, the photocurrent is always in the opposite direction and the net current is in this direction [6].

Some parameters can be found by examining two limit conditions. For example, if $R = 0$, $V = 0$ and the net current passing here is called short circuit current.

And

$$I_{net} = I_{sc} = I_L \quad (4.2)$$

I_{sc} is the short circuit current. On the other hand, in the case of $R \rightarrow \infty$;

$$I_{net} = 0 = I_L - I_0 \left[\exp\left(\frac{eV_{oc}}{kT}\right) - 1 \right] \quad (4.3)$$

obtained. In other words, since no current flows, the circuit behaves like an open circuit and the open circuit voltage V_{ad} is obtained here and the open circuit voltage can be found as follows.

$$V_{oc} = V_t \ln\left(1 + \frac{I_L}{I_0}\right) \quad (4.4)$$

Here $V_t = e/kT$ is the thermal potential. Power reaching load resistance, it is written as;

$$P = I.V = I_L . V - I_0 \left[\exp\left(\frac{eV}{kT}\right) - 1 \right]. V \quad (4.5)$$

If the derivative is taken with respect to I , the voltage point at the maximum power reaching the load resistance is obtained at the point where $dP / dV = 0$.

$$\frac{dP}{dV} = 0 = I_L - I_0 \left[\exp\left(\frac{eV_m}{kT}\right) - 1 \right] - I_0 V_m \left(\frac{e}{kT}\right) \exp\left(\frac{eV_m}{kT}\right) \quad (4.6)$$

Using equation (5.2.3.4), the maximum voltage value V_m can be obtained by valuation.

$$1 + \left(\frac{V_m}{V_t}\right) \exp\left(\frac{eV_m}{kT}\right) = 1 + \frac{I_L}{I_0} \quad (4.7)$$

A metal-semiconductor or p-n junction solar cell is a device that converts the energy of photons into electrical energy. The maximum efficiency of a silicon p-n junction solar cell is about 28%. For a solar cell, the conversion efficiency is defined as the ratio of the power delivered to the optical power consumed. For the maximum value of the power, the following equation can be written [6]:

$$\eta = \frac{P_m}{P} \times 100\% = \frac{I_m V_m}{P} \times 100\% \quad (4.8)$$

Now a parameter called fill factor can be defined. [1]

$$F_F = \frac{I_m V_m}{I_{sc} V_{oc}} \quad (4.9)$$

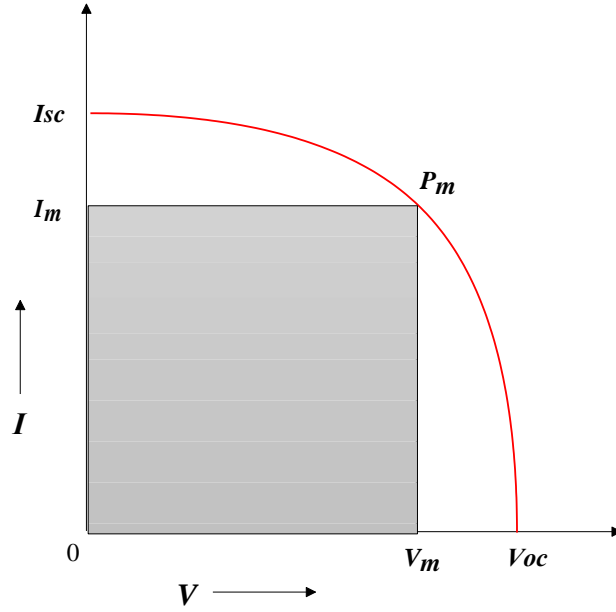


Figure 4.2.: Maximum power rectangle of solar cell I-V characteristic [6]

The highest possible current and highest possible voltage of the solar cell are I_{sc} and V_{oc} respectively. The $I_m V_m / I_{sc} V_{oc}$ Ratio is a measure of the power that can be realized in a solar cell, called the fill factor. Fill factor is the ratio of the current and voltage value at the maximum power value and the area of the rectangle formed by the open circuit voltage and closed circuit current. The fact that this ratio is small is related to the homogeneity of the barrier height of a rectifier contact. Typically, the fill factor is between 0.7 and 0.8. [6]

Since a thin oxide layer of 5–20 Å thickness naturally forms between the metal and semiconductor, the equation should be corrected as follows: [2]

$$I = I_0 \left[\exp\left(\frac{eV}{nKT}\right) - 1 \right] \quad (4.10)$$

Here n is the ideality factor. If the logarithm of both sides of the equation is taken and the derivative is taken with respect to V ,

$$n = \frac{e}{kT} \frac{dV}{d(\ln I)} \quad (4.11)$$

equality is obtained.

5. RESULTS

Since the study was to be carried out on Si wafers, firstly a p-type substrate with a carrier density of 10^{14} to 10^{18} (1,0,0) orientation was obtained and then, according to the Si cleaning procedure, it was washed ultrasonically, first in acetone and then in methanol for 10 minutes each. Then, it was washed thoroughly with 18.3 Mohm resistivity deionized water (DIW). Then, it was washed in RCA1 ($H_2O:H_2O_2:NH_3;6:1:1$) at 60 °C for ten minutes. Then, it was washed with dilute HF ($H_2O:HF;10:1$) for 30 seconds. Then, it was boiled in RCA2 ($H_2O:H_2O_2:HCl;6:1:1$) at 60 °C for 10 s. Then it was washed thoroughly with DIW. Then, it was washed with dilute

HF (H₂O;HF;10:1) for 30 seconds. Then, it was placed in running deionized water for 15-20 minutes and then dried by spraying pressurized N₂ inert gas. An ohmic contact had to be made on the matte side of the sample. For this purpose, the heater was first washed with 10% HCl, thoroughly washed with deionized water, dried, and then placed in the vacuum device and burned and made ready. Then, the 99.98% purity aluminum (Al) ohmic contact metal to be evaporated was chemically cleaned and placed on the heater, and thermal cleaning was carried out by pre-melting. Immediately afterwards, our Si substrate was placed with the matte side facing the heater, that is, the bottom, and the system vacuuming procedure was started. After waiting for the system to drop to $\sim 10^{-7}$ torr pressure, current was applied to the heater and the ohmic contact metal boiled and evaporated and was coated on the substrate (~ 100 nm thick). Meanwhile, the amount of the coated material was determined with a quartz thickness sensor.

After waiting for a while, air was introduced into the vacuum device, the sample was removed from the vacuum device, placed in a chemically cleaned quartz crucible, and annealed for 3 minutes in the oven previously lit and set at 585°C. Then, a thin layer of gold (Au) was coated on it to prevent Al oxidation. Thus, the ohmic contact process is completed.

To prepare the boric acid solution containing boron compound as an interface, certain proportions of boric acid compound were mixed with DIW at a ratio of 1.167/1 mg/ml. Using this solution, boron coating was made on molybdenum foil by electrochemical coating method. It was then analyzed in XRD. The ohmic contact Si was divided into two parts; One part was separated as the reference sample and the other as the interfaced sample. Boron coating was made by taking interfaced p-Si and using the electrochemical coating method.

Then, to perform the rectifier contact process, coated or uncoated substrates were placed on the NVTs 400 device prepared for Al Sputter and covered with a light-transmitting Al layer with a diameter of 5 mm and a thickness of approximately 10 nm. Then, to make contact, 1 mm diameter and 100 nm thick Au was coated on one side of the Al layer by evaporation method. Then, after waiting for a while for the substrate to cool, air was introduced into the system and the substrates were removed. The prepared Au/Al/p-Si/B/Al/Au and reference structure were taken into the point contact measurement system for measurement and characterization of these cells was done with the help of Keithley 2400 and Conc-16s-150-002 solar simulator and a labview control program at 25 °C room temperature. and 100 mW/cm² (Figure 5.1 and Figure 5.2.) sunlight power was performed in a laboratory environment.

Then, in the characterized samples, fill factor, conversion efficiency, short circuit current, open circuit voltage and maximum power values were calculated from measurements in the point contact measurement system.

As it is known, when H₃BO₃ dissolved in water reacts with water, the H₂BO₃⁻ compound containing hydronium (H₃O⁺) ion and Boron is in solution. Since the Mo foil is bound to the cathode part in the electrochemical coating process, this B compound will stick to the Mo foil and the H and O ions in it will evaporate with annealing. Some layer B will remain on the surface. [12] reported that he synthesized MoB compound under 600 °C temperature in his experiment.

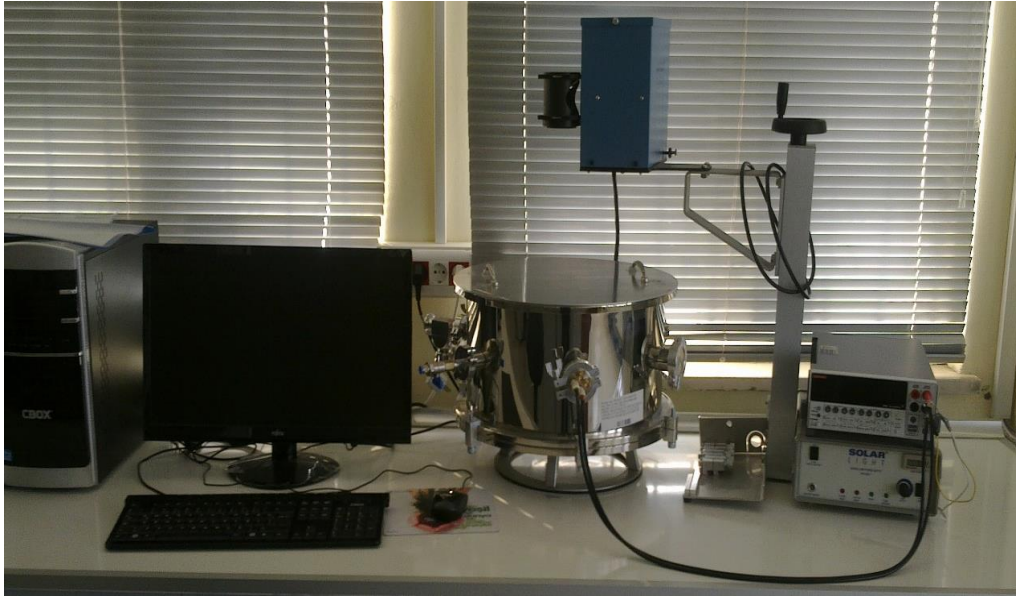


Figure.5.1.: Point contact measurement system in the laboratory environment where measurements are taken

Figure 5.2.: If the SEM images are examined, it can be seen that the wire-shaped surface of the plain molybdenum foil, which is 100 μm long, is covered with a Boron layer for 120 minutes by electrochemical method with a 1.167 mg/ml solution prepared, and even the 5 μm -long Boron particles are in a close to regular arrangement and wire-shaped. It can be seen that the surface is covered.

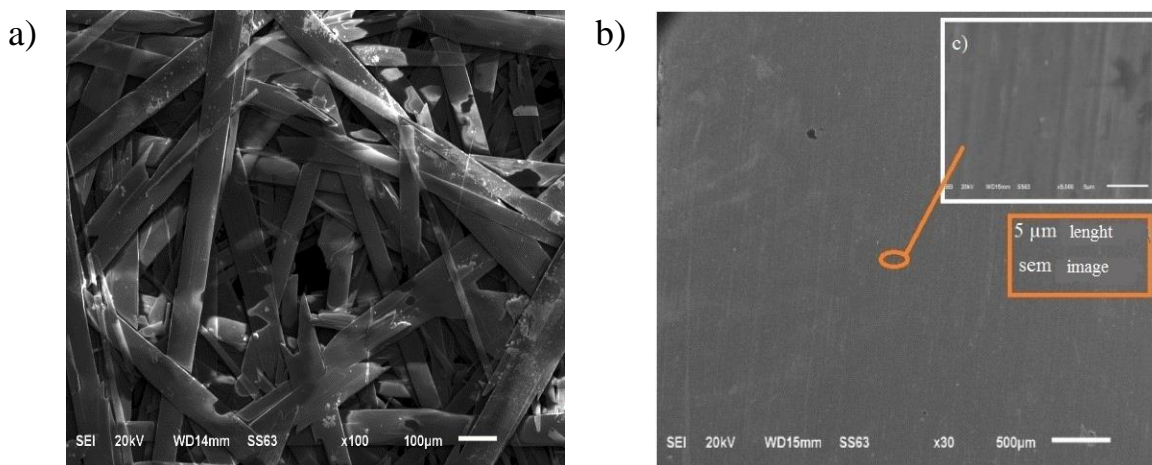


Figure 5.2.: SEM images of Mo Foil subjected to different processes.
a) Plain Mo foil 100 μm b) Electrochemical B coated (120min) Mo foil (5 μm)

The graphics of the structure without interface are given in Figure 5.3, and the graphics of the sample with interface are given in Figure 5.4. While the interface sample was being prepared, it was subjected to electrochemical treatment for two hours with previously prepared Boric acid solution. Then, Al was coated on the front of both samples in a circular shape with a diameter of 5 mm and a thickness of 7 nm using the sputter technique, and measurements were taken in the point contact measurement system.

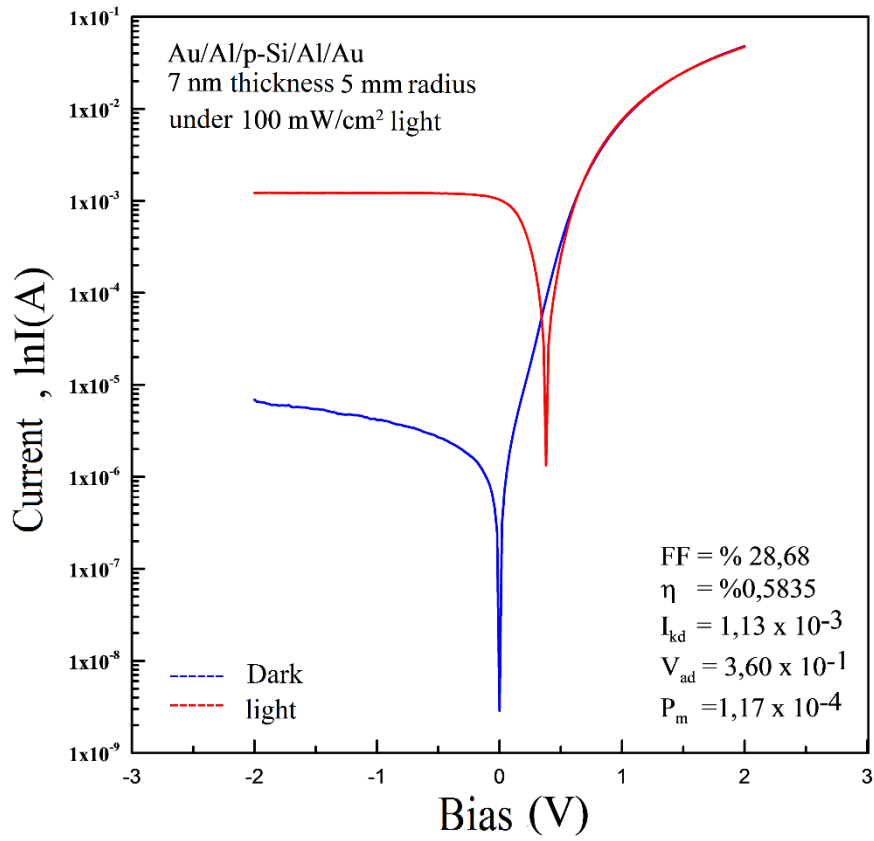


Figure 5.3.: Current-Bias graph of the Au/Al/p-Si/Al/Au structure.

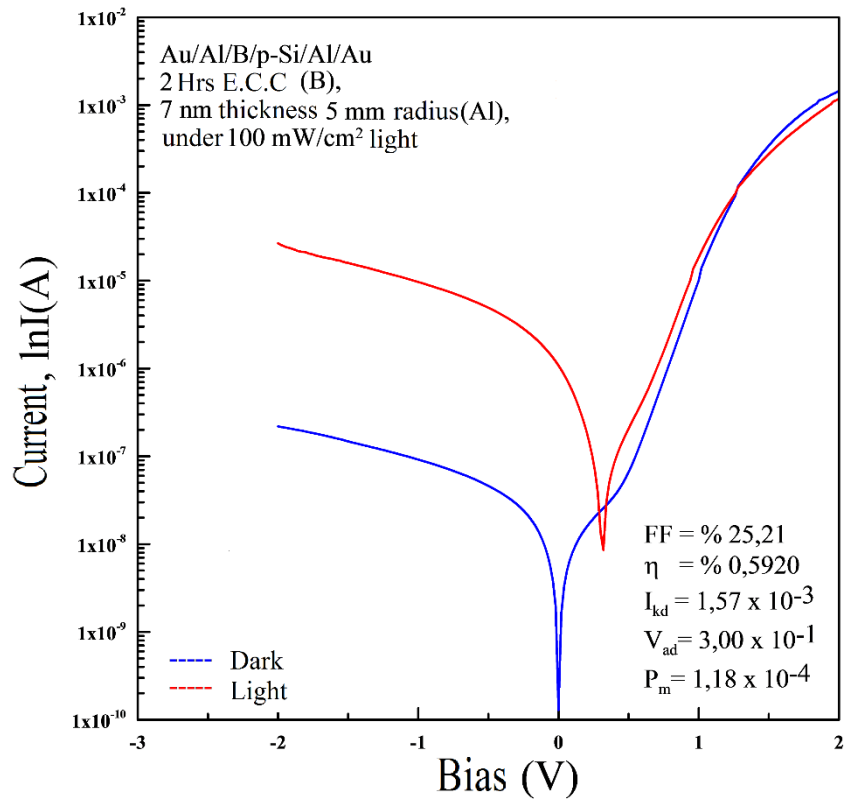


Figure 5.4.: Current-Bias graph of the Au/Al/B/p-Si/Al/Au structure

6. DISCUSSION

In the study, the non-interfaced sample Au/Al/p-Si/Al/Au structure was characterized. And it was observed as the open circuit voltage (V_{oc}) value is 360 mV, short circuit current (I_{sc}) value is 1130 μA , maximum power (P_m) value is 117 (μW), fill factor (FF) value is % 28,68 and the conversion efficiency (η) % 0.584.

Likewise, the Au/Al/B/p-Si/Al/Au structure with B interface was also characterized. According to the measurements taken after Boron coating with the electrochemical coating method for 2 hours, then annealing at 500 °C for 5 minutes and coating with the Sputter technique, the V_{oc} value decreased and became 300 mV, while the I_{sc} value decreased compared to the measurements taken from the Au/Al/p-Si/Al/Au structure in the 1st group. 1570 μA and an increase was observed. However, while the P_m value was 118 μW and an increase was observed, a decrease was observed in the FF value and was observed to be % 25,21, and a small increase was observed in the η value and it was observed to be % 0.592.

7. CONCLUSION

In our research, it was observed that a boron layer was coated on a molybdenum foil by electrochemical coating method from water-soluble boric acid. In this context, improvements in the parameters were observed, albeit slightly, in the sample with B coating. For example, while V_{oc} and I_{sc} values decrease at the interfaced B; Increases were observed in P_m and η values. On the other hand, as seen in the SEM images, B coating on Mo foil was successful. On the other hand, it has been reported that MoB compound was synthesized by annealing at 600 degrees [12]. In this context, considering the chemical cycle, it can be said that B is coated on the interface, considering the temperature of 500 degrees, which is close to 600 degrees. As a result, the interface B layer contributed slightly to the solar cell measurements.

Acknowledments

In addition, this study was supported by the project numbered BAP-12-261-2015 of Bingöl University scientific research unit.

REFERENCES

- [1] Bhattacharya D.K., Sharma R. "Solid State Electronic Devices" 2011 Oxford University Press. P526
- [2] Ejderha K., "Investigation of Changes in Characteristic Parameters of Metal/p-InP Schottky Diodes Prepared by Magnetron Sputtering Method Depending on Annealing and Sample Temperature" PhD Thesis, Atatürk University, Institute of Science and Technology, 2012 p.34-35
- [3] Ismael A.I., "Electric Energy Analysis in Monocrystalline Solar Cells" Master's Thesis, Gazi University Institute of Science and Technology 2012 p19
- [4] Orak I, Toprak M, Turut A " Illumination İmpact On The Electrical Characterizations Of An Al/Azure A/p-Si Heterojunction" Phys. Scr. 89 (2014) 115810

- [5] Luo, X., Zhang, S.B., Wei, S.H., “Understanding Ultrahigh Doping: The Case of Boron in Silicon”, *Phys.Rev.Lett.*, (2003) 90: 026103
- [6] Neamen D.A.,”Semiconductor Physics and Devices” 2012 Mc Graw Hill Company 4th Ed. P758
- [7] Nripendra N. Haldera, Pranab Biswasb, Souvik Kundub, P. Banerjib, “ Au/p-Si Schottky Junction Solar Cell: Effect Of Barrier Height Modification By InP Quantum Dots” *Solar Energy Materials & Solar Cells* 132 (2015) 230-236
- [8] Sandıkçı T. A., "Production of Boron, Selenium and Lead Doped Semiconductor Alloys and Characterization of Their Structural Properties" Master's Thesis, Yıldız Technical University Institute of Science and Technology (2013) p3
- [9] Sze S. M. Kwok K. Ng. “Physics of Semiconductor Devices “ 2010 John Wiley & Sons. P198-P815.
- [10] Taşcıoğlu S., "Boron and Silicon Chemistry" 1992 Marmara University Publications p1-5
- [11] Tekerek S., "TiO₂-Based Solar Cell Production with Natural Dyes" Master's Thesis, Kahramanmaraş Sütçü İmam University Institute of Science and Technology (2009) pIII
- [12] Wang Yi, Shi Haiyan , Yan Jianhui and Wang Dezhi, “ Preparation and Characterization of MoB Coating on Mo Substrate” *Metals* 2018, 8, 93
- [13] Yenialaca Ç., "Boron and Its Areas of Use" Undergraduate Thesis, Gazi University Gazi Faculty of Education Secondary Education Science and Mathematics Education Department Physics (2009) p6-7-8
- [14] Zafer C. , "Organic Dye Based Nanocrystal Structured Thin Film Solar Cell Production" PhD Thesis, Ege University Institute of Science and Technology (2006) p(110-111)
- [15] Zhenghui, L., Zhaohui, Z., Xing, Z., “Atomic Structures of Boron-Induced Protrusion Features on Si(110) Surfaces”, *Phys.Rev.Lett. B*, (2008) 77: 035322
- [16] Demir C., “Evaluation of Boron Minerals as Energy Source”, Master's Thesis, Selçuk University, Institute of Science and Technology, Department of Chemical Engineering, 2007. p.11-22-25

Türkiye’de Çığ Kontrol Projelerinin Hazırlanma Süreçleri: Bingöl İli Adaklı İlçesi Aktaş Köyü Örneği

İsmail Bulut¹, Alaaddin Yüksel², Engin Yıldız³, Alperen Meral^{4*}, Mehmet Nuri Kolak⁵, Derya Kocademir⁶, Hüseyin Akkuş⁷, Mehrzad Mohabbi⁸, Sadık Varolgüneş⁹

¹Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, Etüt Proje Daire Başkanlığı, Ankara, Türkiye.
ORCID: 0009-0003-6443-9119 E-mail: ismail.bulut@csb.gov.tr,

²Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Bingöl, Türkiye.
ORCID: 0000-0003-4760-1092 E-mail: ayuksel@bingol.edu.tr.

³Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, Etüt Proje Daire Başkanlığı, Ankara, Türkiye.
ORCID: 0000-0003-2493-5161, E-mail: engin.yildiz1@gazi.edu.tr.

^{4*}Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Bingöl, Türkiye.
ORCID: 0000-0001-6714-7187, E-Mail: alperenmeral@bingol.edu.tr.

⁵Bingöl Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, İnşaat Programı, Bingöl, Türkiye.
ORCID: 0000-0003-3533-3422, E-mail: mnkolak@bingol.edu.tr.

⁶Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, Etüt Proje Daire Başkanlığı, Ankara, Türkiye.
ORCID: 0009-0003-3422-9436, E-mail: derya.kocademir@csb.gov.tr.

⁷Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, Etüt Proje Daire Başkanlığı, Ankara, Türkiye. ORCID:
0000-0003-2887-2671, E-mail: huseyin.akkus@csb.gov.tr.

⁸Bingöl Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Bingöl, Türkiye.
ORCID: 0000-0002-1177-8788, E-Mail: mmohabbi@bingol.edu.tr.

⁹Bingöl Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Bingöl, Türkiye.
ORCID: 0000-0001-9580-9889, E-Mail: svarolgunes@bingol.edu.tr.

(Alınış/Arrival: 08.10.2024, Kabul/Acceptance: 15.11.2024, Yayınlanma/Published: 18.12.2024)

Özet

Türkiye’de özellikle dağlık ve eğimin yüksek olduğu bölgeler, sıkça görülen çığ felaketleri nedeniyle ciddi bir risk altındadır. Çığ kontrol projeleri, bu riskleri minimize etmek, can ve mal kayıplarını önlemek için hayati bir rol oynamaktadır. Özellikle kırsal alanlarda yerel halkın projelere katılımı, projelerin sürdürülebilir kılınması ve toplumsal farkındalığın artırılması için gereklidir.

Bu çalışmada, Türkiye’de çığ kontrol projelerinin hazırlanma süreçleri Bingöl İli Adaklı ilçesi Aktaş Köyü örneği ile detaylı bir şekilde ele alınmıştır. Hazırlanan projede, meydana gelebilecek çığ felaketinin olası zararlarını en aza indirebilmek için yapısal önlemler önerilmiştir. Türkiye’de çığ riskinin olduğu bölgelerde bu projelerin uygulanması, bölgede yaşayan insanların mal ve can güvenliği açısından kritik bir adım olarak kabul edilmektedir. Neredeyse her yıl can kayıplarının yaşandığı bu bölgede, risklerin azaltılması ve zararlarının en aza indirilebilmesi için çığ kontrol proje ve uygulamalarının hız kazanması gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Çığ Kontrol Projeleri, RAMMS, Proje Süreçleri, Bingöl, Adaklı

Preparation Processes of Avalanche Control Projects in Turkey: The Case of Aktas Village in Adaklı District of Bingöl Province

Abstract

In Turkey, mountainous and highly sloped areas are at serious risk due to frequent avalanche disasters. Avalanche control projects play a vital role in minimizing these risks and preventing

loss of life and property. Especially in rural areas, the participation of local people in the projects is necessary to make the projects sustainable and to increase social awareness.

In this article, the preparation processes of avalanche control projects in Turkey are discussed in detail with the example of Aktaş Village in Adaklı district of Bingöl province. In the prepared project, structural measures are proposed to minimize the possible damages of an avalanche disaster. The implementation of these projects in avalanche-prone areas in Turkey is considered as a critical step for the safety of the people living in the region.

Avalanche control projects and implementations should gain momentum in order to reduce the avalanche events that cause loss of life almost every year and to minimize the damages.

Keywords: Avalanche Control Projects, RAMMS, Project Processes, Bingöl, Adaklı

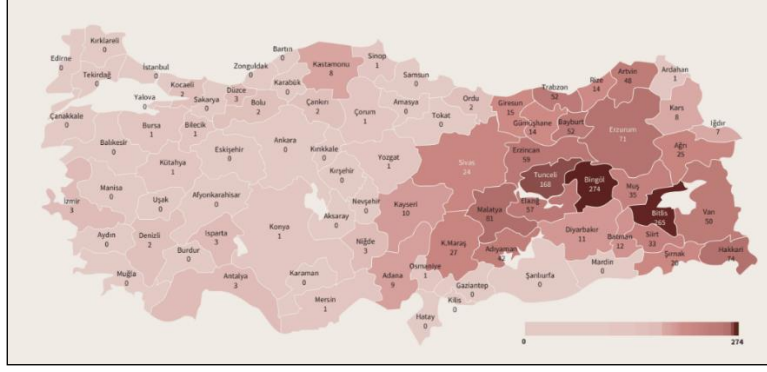
1. GİRİŞ

Sismik açıdan aktif bir bölgede yer alan ve güneydoğu bölgesinde yüksek dağlar bulunan Türkiye, her yıl çığ dahil olmak üzere çeşitli doğal afetlere maruz kalmaktadır [1], [2]. Ani ve hızlı kar, buz ve moloz akışları olan çığlar, dağlık araziye sahip bölgelerde insan hayatı, altyapı ve ekonomik faaliyetler için önemli tehditler oluşturmaktadır [3], [4]. Özellikle artan açık hava rekreasyon faaliyetleri, kuru kar tabakasının neden olduğu çığ olayları ile karşılaşma riskini de arttırmaktadır [5], [6]. Türkiye’de çığ olaylarının sıklığı ve etkisi giderek artan bir endişe kaynağı haline gelmiş ve kapsamlı risk azaltma stratejilerinin geliştirilmesini gerektirmiştir [4].

Islak kar çığlarında, kopma bölgesinden kopan kar 5 saniye içerisinde 130 km/h hıza ulaşabilirken, toz kardan oluşan çıglarda bu hız 350 km/h hıza kadar ulaşabilmektedir. Ortalama hızı 100 km/h olan bir çığın ortalama 1 km uzunluğunda bir çığ patikasını 36 sn gibi kısa bir sürede kat ettiği belirlenmiştir [7].

1950-2008 yılları arasındaki istatistiklere göre toplam 1370 kişi çığ nedeni ile hayatını kaybetmiştir [2], [7]. Bu ölümlerin 1160’ı her afette 2 ya da daha fazla kişinin hayatını kaybettiği yerleşim yerlerinde meydana gelmiştir. Felaketlerin çoğunluğu Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri’nde meydana gelmiştir [8]. 2008 yılından sonra 2009 yılında Zigana/Gümüşhane’de meydana gelen çığ felaketinde 11 can kaybı, 2020 yılında Bahcesaray/Van’da meydana gelen çığ felaketinde 42 can kaybı, 2023 yılında Yusufeli/Artvin’de meydana gelen çığ felaketinde 2 can kaybı, 2024 yılında Genç/Bingöl’de meydana gelen çığ felaketinde ise 1 can kaybı meydana gelmiştir [3], [9].

Türkiye’de 1950-2018 yılları arasında meydana gelen çığ olaylarına bakıldığında Bingöl 274 çığ olayıyla ilk sırada yer alırken, Bitlis 265 çığ olayı ile ikinci, Tunceli 168 çığ olayı ile üçüncü, Malatya 81 çığ olayı ile dördüncü, Hakkâri ise 74 çığ olayı ile beşinci sırada yer almaktadır (Şekil 1.1).



Şekil 1. 1 1950-2018 yılları arasında Türkiye’de meydana gelen çığ olayları [7].

Çığ oluşumu, çığ düşmesine yol açan arazi yapısı, kar yığınlarının yapısı ve meteorolojik koşulların karmaşık etkileşiminden meydana gelir [10]. Artan çığ tehditlerine karşılık olarak AFAD ve Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü (ÇEM) başta olmak üzere çeşitli kurumlar tarafından çığ kontrol projeleri hazırlanmaya başlamıştır [3]. Çıgı durdurmak ya da hasarını azaltmak için yönünü değiştirmek amacıyla duvarlar inşa etmek, potansiyel bir çığın ne kadar uzağa gidebileceği, hangi hızlara ulaşacağı ve ne kadar alanı etkileyeceğini hesaplamak gerekmektedir [11]. Bunun için Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanımı çığ araştırmalarında ve çığ tehlikesi modellerinin üretiminde çok önemlidir. Çünkü bu sayede topografik arazi bilgilerini analiz etme ve çok kriterli karar verme bakımından büyük verileri yönetme yeteneğine sahip olunabilmektedir [12].

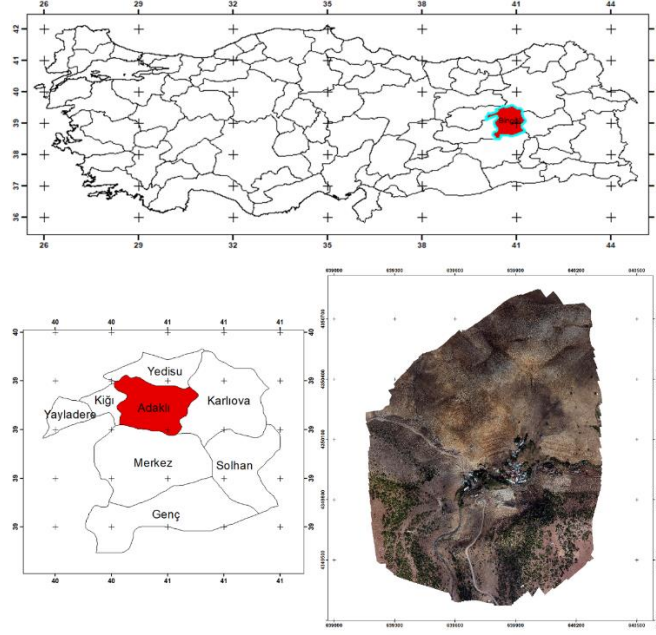
Çığ olaylarının simüle edilmesinde son yıllarda en çok kullanılan programların başında RAMMS Avalanche paket programı gelmektedir. Bu model 3 boyutlu arazide çığ akışını simüle etmek için Voellmy tipi ampirik, kalibre edilmiş sürtünme parametrelerine dayanır [13], [14], [15]. Programda kullanılacak parametreler farklı topografik yapıya olanak sağlayacak şekilde, iklim ve kar yüksekliği verilerinin de araştırmaya dahil edilmesine olanak tanımaktadır [16]. Aynı zamanda arazideki orman varlığı da parametre olarak simülasyona dahil edilebilmektedir [17], [18].

Bu araştırmada ÇEM Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan Bingöl İli Adaklı İlçesi Aktaş Köyü örneği ile, çığ kontrol projelerinin RAMMS paket programı hazırlanarak simüle edilmesi ve çığ yapılarının tipleri ile yerlerinin hazırlanma aşamalarını açıklamaktadır. Araştırma bundan sonra yapılacak çığ kontrol projeleri için yol gösterici olacaktır.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Proje Sahası

Proje sahası Bingöl İli Adaklı ilçesi sınırları içerisinde yer alan Aktaş Köyü’dür (Şekil 2.1). Köyün İlçe merkezine uzaklığı 37 km, il merkezine uzaklığı ise 72,1 km’dir. TÜİK’e göre mahallenin 2022 nüfusu 90 kişidir.



Şekil 2. 2 Proje sahasının konumu

Köylüler ile yapılan değerlendirmelerde araştırma alanı olarak seçilen bölgede daha önce çığ olaylarının meydana geldiği, hayvanların ve hayvan barınaklarının zarar gördüğü, şans eseri bir can kaybının yaşanmadığı tespit edilmiştir (Şekil 2.2).



Şekil 2. 3 Arazi çalışmaları ve köy içinin genel görünüşü

Yerinde yapılan gözlemler neticesinde de bölgede 5 ayrı çığ patikasının aktif olduğu ve birkaç hane dışında neredeyse köyün tamamının tehdit altında olduğu belirlenmiştir [19] (Şekil 2.3).



Şekil 2. 3 Tespit edilen çığ patikaları

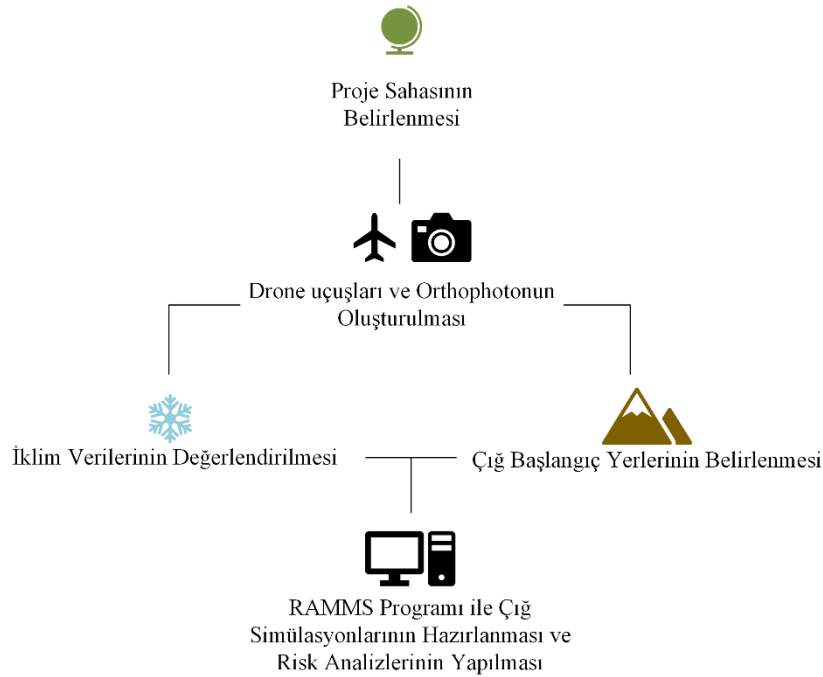
Proje sahası genel itibarla karasal iklimin etkisi altındadır. Bu durum yazların sıcak ve kurak, kışların ise soğuk ve yoğun kar yağışlı geçmesine sebep olmaktadır. Yöreyi temsil edecek uzun süreli gözlem yapan bir meteoroloji istasyonu bulunmamaktadır. Çalışma alanına en yakın meteoroloji istasyonu olan Bingöl Meteoroloji istasyonu (1990-2022) verileri aşağıda verilmiştir (Tablo 1).

Tablo 1. Proje sahası iklim verileri

Aylar	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	YILLIK
Ortalama Yağış (mm)	140,3	128,0	131,9	115,4	76,6	20,6	7,0	4,2	12,5	65,4	105,9	134,3	942,1
Ort. Yağışlı Gün sayısı	12,5	12,0	14,2	14,5	13,8	5,1	1,9	1,5	2,7	8,4	8,9	12,4	107,9
Ort. Kar Yağ. Gün sayısı	7,3	6,1	3,4	0,2	0	0	0	0	0	0	0,8	3,7	21,5
Ort. Karla Ört. Gün sayısı	21,2	20,0	8,4	0,4	0	0	0	0	0	0	1,3	9,5	60,7
Aylık Ortalama Kar Yüksekliği (cm)	20,3	27,2	9	0,4	0	0	0	0	0	0	3,6	8,2	-

2.1. Yöntem Akış Şeması

Çığ kontrol projelerine başlanmadan, olası çığ sahasında fizibilite raporu hazırlanarak çığın etkileyebileceği alan ve kullanım durumunun belirlenmesi oldukça önemlidir [3], [7]. Çığ projelerinde risk analizlerinin belirlenmesinde izlenen yöntem şeması Şekil 2.4’de verilmiştir.



Şekil 2. 4 Çığ projeleri hazırlanma süreçleri [3]

2.3. Çığ Kopma Bölgelerinin Belirlenmesi

Potansiyel çığ salınım alanlarının oluşumu çeşitli faktörlere bağlıdır. Bunlar arasında kar yığınının yapısı, arazinin topografyası ve çığın akışını etkileyebilecek engellerin veya diğer özelliklerin varlığı yer almaktadır [20]. Arazinin topografyası da potansiyel çığ düşme alanlarının oluşumunda önemli bir rol oynamaktadır. Dik yamaçlar, özellikle de içbükey şekillere veya eğimde önemli değişikliklere sahip alanlar çığ düşmesine daha yatkındır. Sırtlar veya diğer yükseltilmiş engeller de çığın akışını etkileyebilir ve potansiyel çığ kopma alanlarının oluşumuna neden olmaktadır [21], [22].

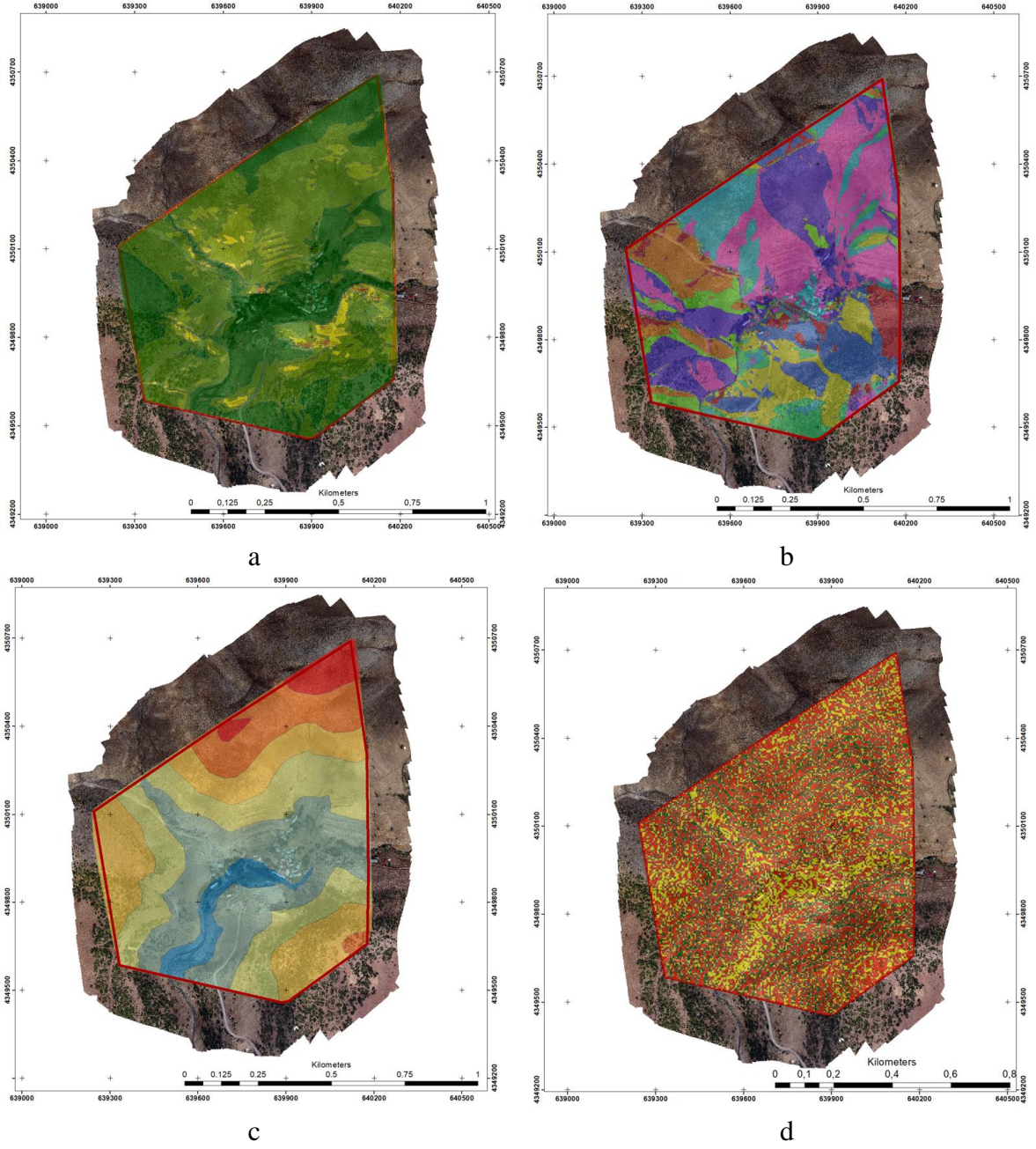
Çığ kopma bölgelerinin belirlenmesi, çığ risk analizinin son aşaması olan RAMMS modeli üzerinde büyük etkiye sahiptir. Literatüre göre ortalama eğim, eğrisellik ve sırtlara olan uzaklık çığ kopma bölgesini etkileyen en önemli parametreler olarak belirlenmiştir. Bu çalışmalarda eğimin artmasının küçük çığların oluşma sıklığını arttırdığı ifade edilmiştir [3], [23], [24].

Maggioni (2002) yaptıkları çalışmada İsviçre'nin Davos bölgesinde 4500 adet çığa ait verileri kullanarak olası kopma bölgelerinin belirlenebilmesi için bir algoritma geliştirmişlerdir [25]. Bu projede de çığ kopma bölgelerinin belirlenmesi için aynı yöntem kullanılmıştır. Kullanılan yöntemde;

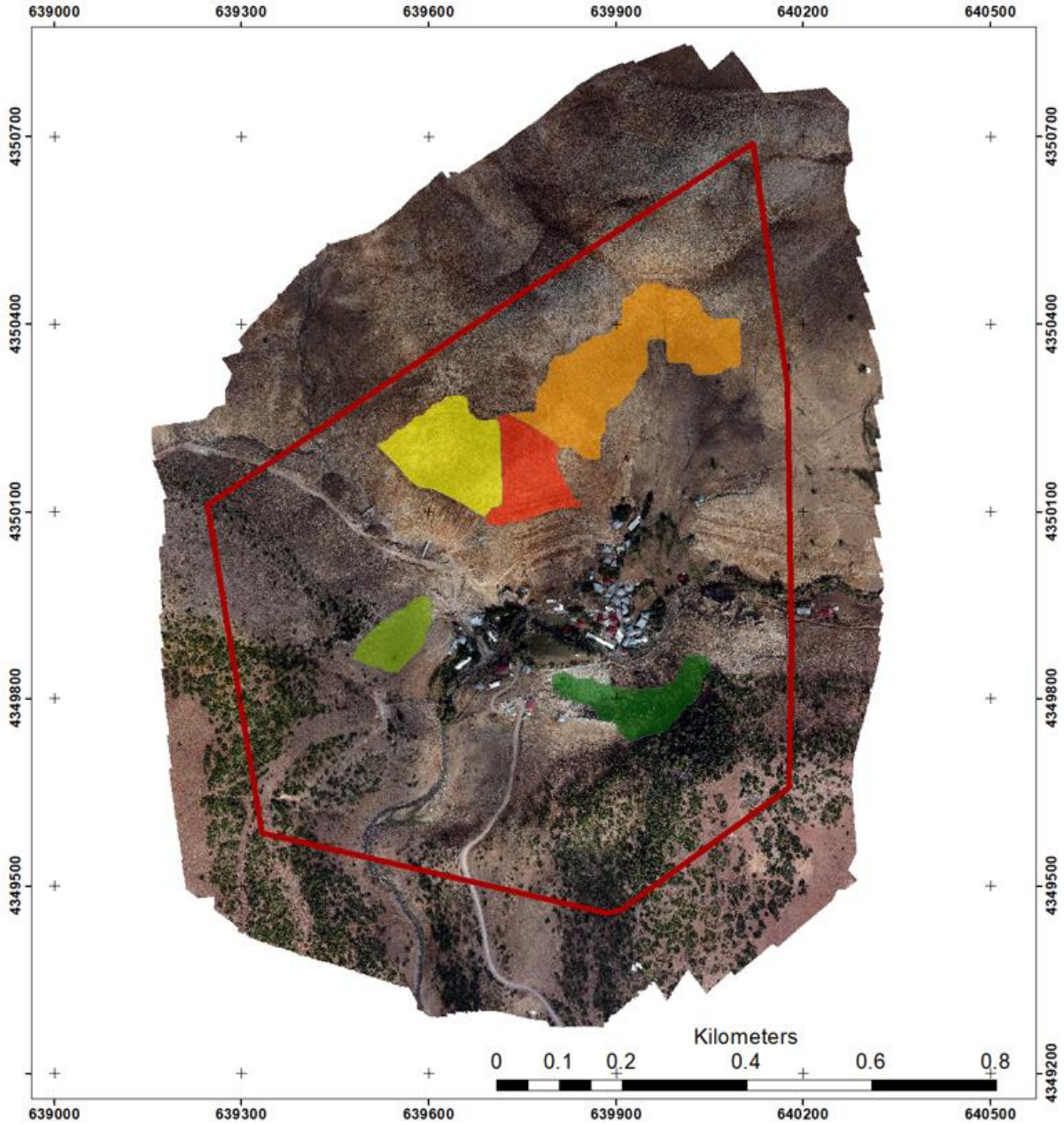
- Yamaç eğimi açılarının 30°-60° arasında olması
- Arazideki ana sırtların kopma bölgelerinin oluştuğu temel alanlar olması,
- Çığ kopma bölgelerinin içbükey arazilerde bulunması
- Arazi bakışının göz önünde bulundurulması değerlendirilmiştir.

Bu verilerin hazırlanması için elde edilen ortophoto görüntüsünden Sayısal Arazi Modellemesi oluşturulmuş ve eğim, bakı, yükselti grupları, eğim şekilleri haritaları oluşturulmuştur (Şekil 2.5).

Proje sahasının gerekli haritaları hazırlandıktan sonra elde edilen veriler ArcGIS Pro programında işlenmiş ve çığ başlama bölgeleri belirlenmiştir (Şekil 2.6). Çığ başlama bölgeleri, oluşturacakları riskler (maddi hasar, can kaybı, hayvan telefisi vb.) göz önüne alınarak gruplandırılmış ve harita üzerinde renklendirilmiştir. Haritada kırmızı ile ifade edilen bölge çığ kopması durumunda en riskli bölgeyi ifade ederken yeşil bölgeler ise en risksiz bölgeleri ifade etmektedir. Sarı ve turuncu kopma bölgeleri ise orta derecede riskli alanları göstermektedir. Ardından belirlenen çığ başlama bölgelerinden hareketle çığ simülasyonları oluşturulmuş ve projeye dahil edilmiştir.



Şekil 2. 5 Proje sahasında çığ kopma bölgelerinin belirlenmesi için üretilen haritalar (a. eğim grupları haritası, b.bakı grupları haritası, c.yükselti grupları haritası, d.eğim şekilleri haritası)



Şekil 2. 6 Aktaş Köyü çığ kopma bölgeleri

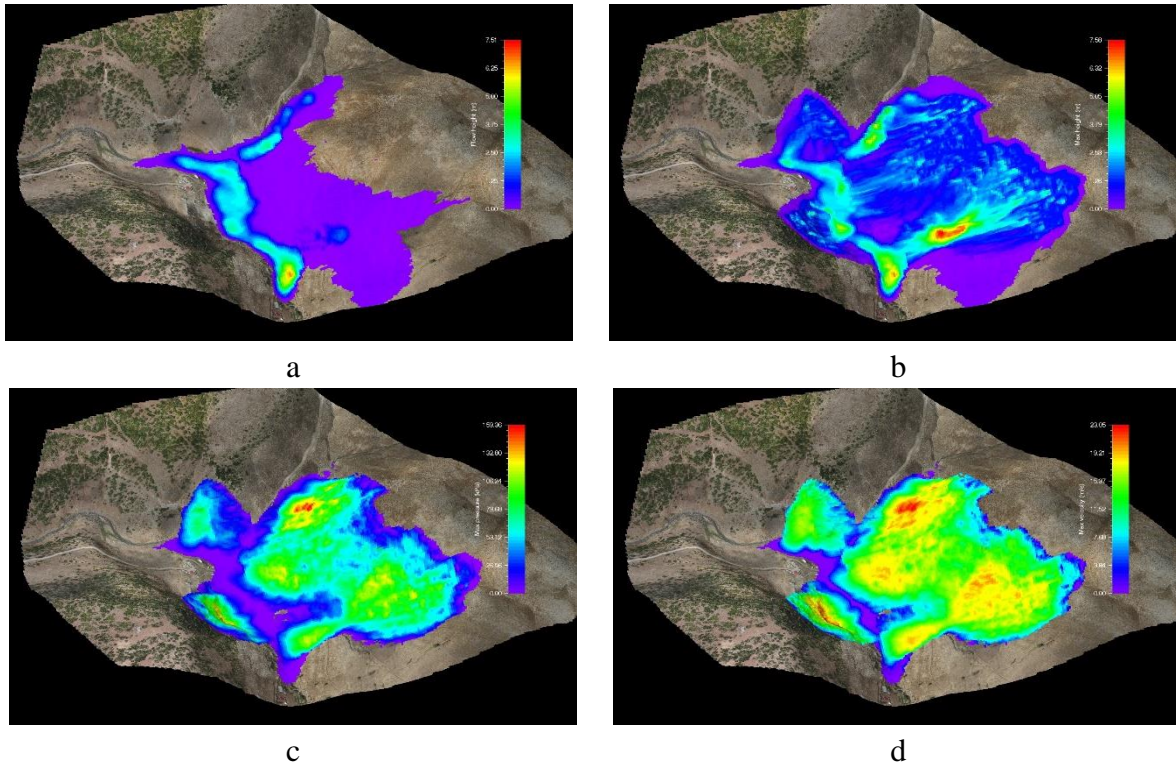
2.3 Çığ simülasyonlarının hazırlanması

Çığ simülasyonlarının hazırlanmasında dünya üzerinde en çok kullanılan simülasyon programlarından biri olan RAMMS Avalanche programından yararlanılmıştır. Programda simülasyon girdisi olarak meteoroloji istasyonundan alınan ortalama kar yüksekliği, arazi pürüzlülüğü, kar yoğunluğu ve çığ sahasının bitki örtüsü kullanılmıştır. Simülasyona hazırlık aşamasında girdi verileri programa girilirken hakim rüzgar yönünden karın taşınacağı ve güneyli bakılarda karın daha hızlı eriyeceği, kuzeyli bakılarda ise karın daha uzun süre kalacağı ve yoğunluğunun artabileceği göz önünde bulunularak hareket edilmiştir.

Girdiler programa işlendikten sonra 30, 100 ve 300 yıllık simülasyonlar koşturulmuş ve çığın etki alanı, birikme zonunda oluşacak kar yüksekliği, akış sırasında oluşacak kar yüksekliği, akış sırasında çığın ulaşacağı maksimum hız ve çığ süresince oluşacak maksimum basınç parametreleri belirlenmiştir.

2.3.1. 30 yıllık senaryo

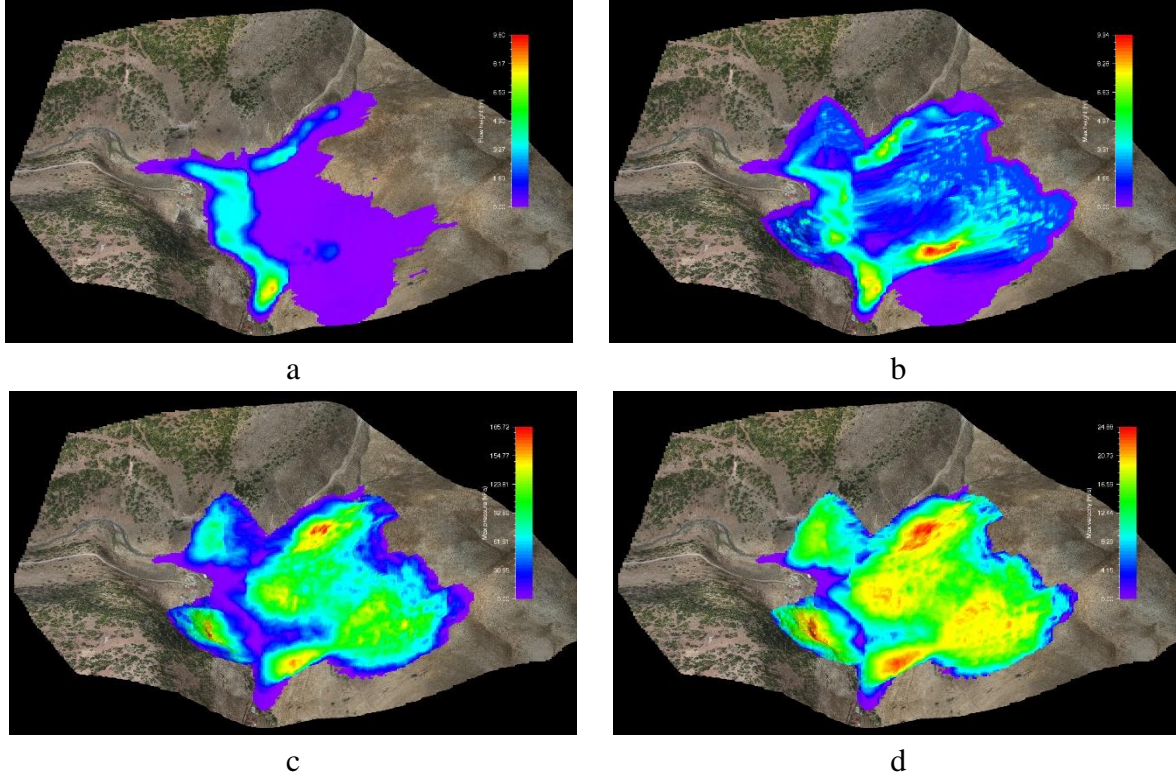
Yapılan simülasyonlar sonucunda 30 yıllık senaryo verilerine bakıldığında çığ akışı sırasında kar yüksekliğinin 7,51 m'ye kadar ulaştığı, maksimum kar yüksekliğinin 7,58 m'ye kadar ulaştığı, çığ akışı anında basıncın 159,36 kPa'ya ulaştığı ve çığ hızının çığ akma bölgesinin ortalarında 23,05 m/s'ye ulaştığı gözlemlenmiştir (Şekil 2.7).



Şekil 2. 7 30 yıllık simülasyon sonuçları (a. çığ akışı sırasında ulaşılan kar yüksekliği, b. maksimum kar yüksekliği, c. çığ basıncı, d. çığ akma hızı)

2.3.2. 100 yıllık senaryo

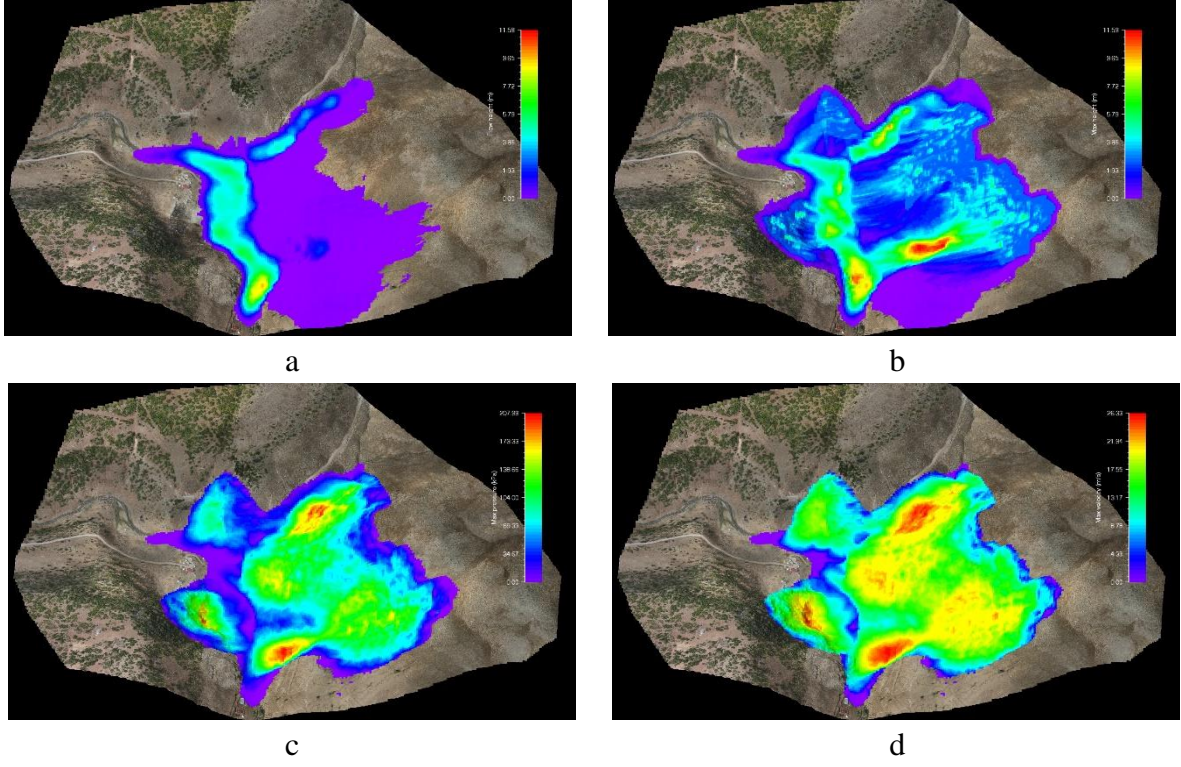
Yapılan simülasyonlar sonucunda 100 yıllık senaryo verilerine bakıldığında çığ akışı sırasında kar yüksekliğinin 9,81 m'ye kadar ulaştığı, maksimum kar yüksekliğinin 9,94 m'ye kadar ulaştığı, çığ akışı anında basıncın 185,72 kPa'ya ulaştığı ve çığ hızının çığ akma bölgesinin ortalarında 24,88 m/s'ye ulaştığı gözlemlenmiştir (Şekil 2.8).



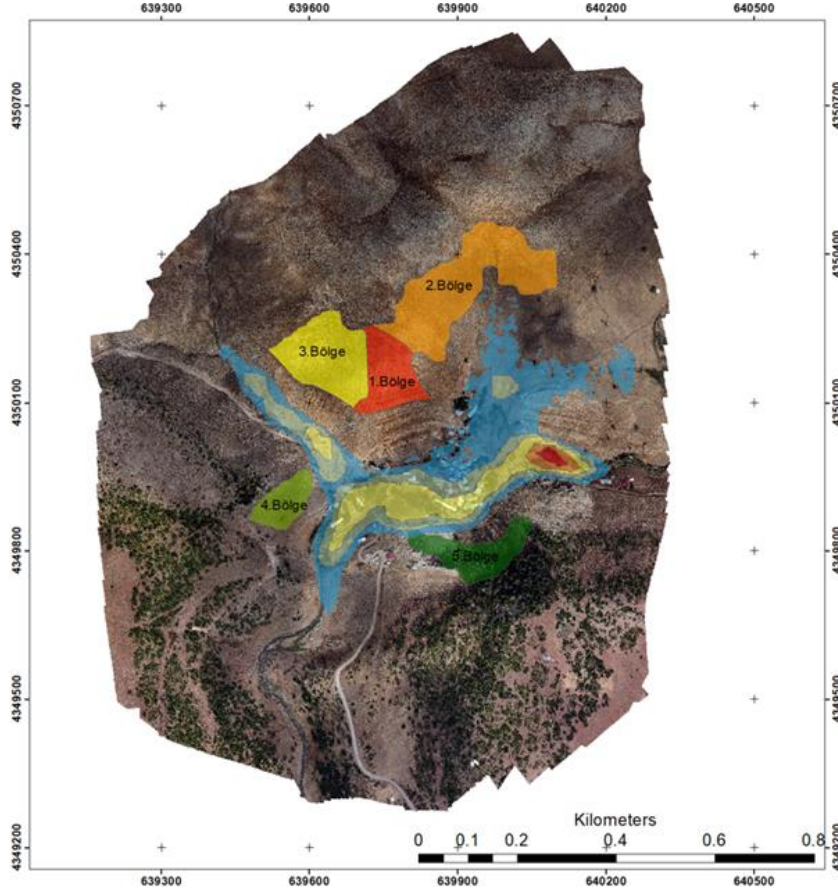
Şekil 2. 8 100 yıllık simülasyon sonuçları (a. *çığ akışı sırasında ulaşılan kar yüksekliği*, b. *maksimum kar yüksekliği*, c. *çığ basıncı*, d. *çığ akma hızı*)

2.3.3. 300 yıllık senaryo

Yapılan simülasyonlar sonucunda 300 yıllık senaryo verilerine bakıldığında *çığ akışı* sırasında kar yüksekliğinin 11,58 m'ye kadar ulaştığı, maksimum kar yüksekliğinin 11,59 m'ye kadar ulaştığı, *çığ akışı* anında basıncın 207,99 kPa'ya ulaştığı ve *çığ hızının* *çığ akma bölgesinin* ortalarında 26,33 m/s'ye ulaştığı gözlemlenmiştir (Şekil 2.9).



Şekil 2.9 100 yıllık simülasyon sonuçları (a. çığ akışı sırasında ulaşılan kar yüksekliği, b. maksimum kar yüksekliği, c. çığ basıncı, d. çığ akma hızı)



Şekil 2.10 Olası bir çığ felaketinin etki alanı sınırları

Simülasyonları koşturmanın amacı meydana gelebilecek çığ felaketinin etkileyebileceği alanları belirleyebilmektir. Simülasyonlar koşturulduktan sonra ArcGIS Pro programı kullanılarak RAMMS Avalanche programından çekilen veriler işlenmiş ve olası bir çığ felaketinin etki alanları belirlenmiştir (Şekil 2.10).

3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Çığ felaketleri dünyada ve Türkiye’de can kayıplı afetlerin başında gelmektedir. Özellikle Türkiye’nin Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde meydana gelebilecek felaketlerde can ve mal kaybı riskini minimum seviyeye indirmek için Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, Orman Genel Müdürlüğü ve AFAD gibi kurumlar tarafından projelendirme ve uygulama çalışmaları yapılmaktadır.

Çığ projelerinin kurgulanmasında teknolojik imkanlardan yararlanmak büyük önem kazanmıştır. Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama sistemlerinin risk analizlerinde kullanılması ile felaketlerin muhtemel etki alanları günümüzde rahatlıkla belirlenebilmektedir. Çığ ve diğer afet azaltma projelerinin bu bulgular doğrultuda yapılması hem uygulama esnasında karşılaşılabilecek mali yük hem de sosyal dokunun korunması açısından doğru yaklaşımların sergilenebilmesine olanak sağlayacaktır.

Eğim analizleri ve meteorolojik veriler analiz edilerek oluşturulan risk haritaları bölgede meydana gelen çığ afetlerine karşı alınacak önlemlerin temelini oluşturmaktadır. Tüm bu uygulama projelerinin yanında yerel halkın çığ riski ve alınabilecek önlemler konusunda bilgilendirilmesi, halkın acil durum planları konusunda eğitilmesi de olası can kayıplarının en aza indirilebilmesi konusunda oldukça önemlidir.

Çığ kontrol projeleri sadece fiziksel altyapı ile sınırlı kalmamalıdır. Fiziksel altyapı ile birlikte toplumsal farkındalığın da artırılmasına yönelik çalışmaların da yapılması oldukça önemlidir.

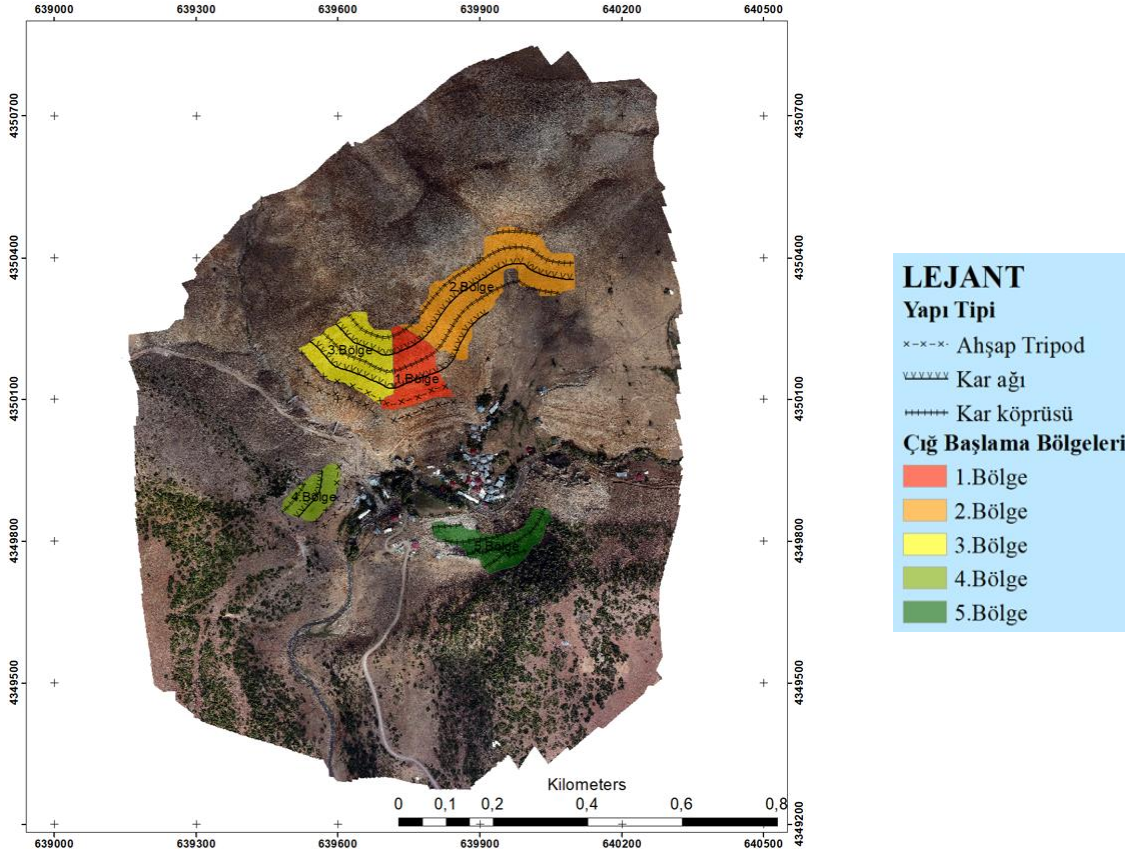
4. ÖNERİ

Proje sahasında 3 farklı yamaçta 5 adet potansiyel çığ başlama bölgesi tespit edilmiştir. Başlama bölgelerinden çığ kopması halinde, 30, 100 ve 300 yıllık senaryoların tümünde, Aktaş Köyü’ndeki evlerin neredeyse tümünün etkileneceği görülmektedir.

Proje alanında sıklıkla çığların meydana geldiği bildirilmiştir. Alınabilecek önlemler 100 yıllık çığ senaryoları referans alınarak belirlenmiş, projelendirilmiş ve hesaplamaları yapılmıştır. Çığ sahasında yapılacak olan kar köprüleri, kar ağları ve ahşap tripotlar ile birlikte çığın başlamasının engellenmesi durumunda köyde bulunan yapıların neredeyse tamamında çığ riskinin minimize edilebileceği belirlenmiştir.

Arazi çalışmaları ve RAMMS çığ dinamiği simülasyonu sonuçları kullanılarak proje alanı belirlenmiştir. Arazi çalışmalarında topografik koşullar nedeniyle çığ kütlesinin harekete geçtikten sonra aktarılabilmesi güvenli bir bölge olmadığı için saptırma, durdurma ve

yavaşlatma gibi yapılar planlanmamıştır. Proje alanında başlama bölgelerinde çelik kar köprüleri, kar ağırları ve ahşap tripodlar yapılarak çığın harekete geçmesinin önlenmesi planlanmıştır. Yamaçta kaya hareketliliği olması nedeniyle çalışmaya başlamadan önce yüzey temizliği yapılması amacıyla riskli durumdaki kayalar, kaya kırıcı toz ile kırılarak gerekiyorsa sahadan uzaklaştırılması planlanmıştır. Proje sahasında 3 yamaçta 5 kopma bölgesinde toplam uzunluğu 1944 m olan 4 m yüksekliğinde çelik kar köprüleri yapılması planlanmıştır. Ayrıca 2 yamaçta 4 kopma bölgesinde toplam uzunluğu 1197 m olan 4 m yüksekliğinde kar ağırları, 2 yamaç ve 3 kopma bölgesinde ise 988 m'lik sıra boyunca 203 adet ahşap tripod yapılması projelendirilmiştir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1 Projelendirme sonucu önerilen yapılar ve yerleri

5. TEŞEKKÜR

Bu proje Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü tarafından ÇEM13.03.12.05 numaralı “Bingöl İli Adaklı İlçesi Aktaş Köyü Çığ Kontrol Projesi” başlıklı proje ile desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- [1] S. Tonkul, A. Baba, M. M. Demir, ve S. Regenspurg, “Characterization of Sb scaling and fluids in saline geothermal power plants: A case study for Germencik Region (Büyük Menderes Graben, Turkey)”, *Geothermics*, c. 96, s. 102227, 2021, doi: 10.1016/j.geothermics.2021.102227.
- [2] C. Kuzucuoğlu, A. M. C. Şengör, ve A. Çiner, “The Tectonic Control on the Geomorphological Landscapes of Turkey”, *Springer Nature*, ss. 17-40, 2019, doi: 10.1007/978-3-030-03515-0_3.
- [3] A. Meral ve A. Yüksel, “Çığ Kontrolü Projelendirme Çalışmalarında Risk Analizi Değerlendirmesi”, *Ege 11th Uluslararası Uygulamalı Bilimler Kongresi*, İzmir: Academy Global Publishing House, Haz. 2024, ss. 842-855.
- [4] R. Henson, “Avalanche!: When the snow comes tumbling down”, *Weatherwise*, c. 52, sy 1, ss. 14-21, 1999, doi: 10.1080/00431679909604256.
- [5] J. Schweizer ve M. Lütschg, “Characteristics of human-triggered avalanches”, *Cold Reg Sci Technol*, c. 33, sy 2-3, ss. 147-162, 2001, doi: 10.1016/S0165-232X(01)00037-4.
- [6] G. Strapazon, J. Schweizer, I. Chiambretti, M. Brodmann Maeder, H. Brugger, ve K. Zafren, “Effects of climate change on avalanche accidents and survival”, *Front Physiol*, c. 12, 2021, doi: 10.3389/fphys.2021.639433.
- [7] AFAD, “Türkiye’de afet yönetimi ve doğa kaynaklı afet istatistikleri”, Ankara, 2018.
- [8] İ. Gürer, “International cooperation for solving the avalanche problem in Turkey”, *Natural Hazards*, c. 18, ss. 77-85, 1998.
- [9] Wikipedia, “Türkiye’deki çığ faciaları listesi”.
- [10] J. Schweizer, J. Bruce Jamieson, ve M. Schneebeli, “Snow avalanche formation”, *Reviews of Geophysics*, c. 41, sy 4, 2003, doi: 10.1029/2002RG000123.
- [11] C. Ancey, “Snow avalanches”, içinde *Geomorphological Fluid Mechanics*, New York: Wiley & Sons, 2008, ss. 319-338. doi: 10.1007/3-540-45670-8_13.
- [12] L. Selçuk, “An avalanche hazard model for Bitlis Province, Turkey, using GIS based multicriteria decision analysis”, *Turkish Journal of Earth Sciences*, c. 2013, sy 22, ss. 523-535, 2013, doi: 10.3906/yer-1201-10.
- [13] J. Glaus vd., “Ramms::extended – sensitivity analysis of numerical fluidized powder avalanche simulation in three-dimensional terrain”, içinde *International Snow Science Workshop*, Oregon, 2023, ss. 795-802.

- [14] M. Christen, J. Kowalski, ve P. Bartelt, “RAMMS: Numerical simulation of dense snow avalanches in three-dimensional terrain”, *Cold Reg Sci Technol*, ss. 1-14, 2010, doi: 10.1016/j.coldregions.2010.04.005.
- [15] A. Voellmy, “Über die zerstörungskraft von lawinen”.
- [16] G. Ortner *vd.*, “Assessing climate change impacts on snow avalanche hazard”, *SSRN*, 2003.
- [17] T. Feistl, P. Bebi, M. Christen, S. Margreth, L. Diefenbach, ve P. Bartelt, “Forest damage and snow avalanche flow regime”, *Natural Hazards and Earth System Sciences*, c. 15, sy 6, ss. 1275-1288, 2015, doi: 10.5194/nhess-15-1275-2015.
- [18] L. Védrine, X. Li, ve J. Gaume, “Detrainment and braking of snow avalanches interacting with forests”, *Natural Hazards and Earth System Sciences*, c. 22, sy 3, ss. 1015-1028, 2022, doi: 10.5194/nhess-22-1015-2022.
- [19] ÇEM, “Bingöl İli Adaklı İlçesi Aktaş Köyü çığ kontrol projesi”, Ankara, 2023.
- [20] H. Frutiger-Gmunder ve B. Voight, “Snow avalanche hazards and mitigation in the United States”, *Mt Res Dev*, c. 11, sy 3, s. 277, 1991, doi: 10.2307/3673621.
- [21] D. M. McClung, A. I. Mears, ve P. Schaerer, “Extreme avalanche run-out: Data from four Mountain Ranges”, *Ann Glaciol*, c. 13, ss. 180-184, 1989, doi: 10.1017/S0260305500007850.
- [22] S. P. Pudasaini ve K. Hutter, “Dynamics of rapid flows of dense granular avalanches”, içinde *Avalanche Dynamics*, Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2007. doi: 10.1007/978-3-540-32687-8.
- [23] E. Demir, “Çığ hareketinin sayısal model ile incelenmesi; Bozdağ uygulaması”, Doktora, Gazi Üniversitesi, Ankara, 2018.
- [24] M. Maggioni ve U. Gruber, “The influence of topographic parameters on avalanche release dimension and frequency”, *Cold Reg Sci Technol*, c. 37, sy 3, ss. 407-419, 2003, doi: 10.1016/S0165-232X(03)00080-6.
- [25] M. Maggioni, U. Gruber, ve A. Stoffel, “Definition and characterisation of potential avalanche release areas”, içinde *ESRI Conference*, San Diego, ABD, 2002.

Modern Sanat Mekânlarında Sergileme Tasarımı: OMM Modern Müzesi, İstanbul Modern ve CerModern Örneği

Büşra ŞAHİN^{1*}

^{1*}Sanatta Yeterlik Öğrencisi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eskişehir/Türkiye.
ORCID No: 0000-0002-9948-5778, e-mail: busrasahin10432@gmail.com

(Alınış/Arrival: 24.11.2023, Kabul/Acceptance: 17.12.2024, Yayınlanma/Published: 18.12.2024)

Özet

“Sergileme” kavramı, görünmeyeni görünür kılma ve duylara hitap eden estetik deneyimler yaratma amacıyla kullanılan önemli bir ifade biçimidir. Bu kavram, sanat eserlerinin veya yaratıcı ürünlerin izleyiciyle bulunduğu mekânlarda, zamanla daha da zenginleşerek günümüz çevre grafiği tasarımının bir parçası haline gelmiştir. Sergileme artık yalnızca sanat eserlerini sunma işlevi görmemekte; aynı zamanda mekân, anlatı, teknoloji ve izleyici arasındaki ilişkiyi düzenleyen bütüncül bir tasarım sürecine işaret etmektedir. Sergileme tasarımı, teknolojinin gelişimi ve Şekil iletişim araçlarının çeşitlenmesi ile birlikte statik ve geleneksel sunum biçimlerinden uzaklaşarak, etkileşimli, dijital ve deneyim odaklı bir hale gelmiştir. Günümüz sergilemelerinde mekânsal tasarım, ışıklandırma, dijital medya, interaktif araçlar ve ses-görüntü teknolojileri gibi unsurların bir araya getirilmesi, izleyicilerin pasif bir alıcıdan çok aktif bir katılımcıya dönüşmesine olanak tanır. Bu dönüşüm, sergileme tasarımını sadece sanat alanında değil, müzeler, fuarlar, galeriler ve hatta sanal ortamlar gibi pek çok farklı bağlamda uygulanabilir kılar. Bu çalışmada, sergileme tasarımının gelişimi, değişim dinamikleri ve günümüzde kullanılan modern örnekler OMM Modern Müzesi, İstanbul Modern ve CerModern üzerinden ele alınmaktadır. Aynı zamanda çalışmada sergileme tasarımının farklı disiplinlerden nasıl beslendiği ve mekânla kurduğu çok katmanlı ilişki analiz edilmektedir. İncelemeler, sergileme tasarımının sadece estetik bir sunum biçimi değil, aynı zamanda ziyaretçiyle duygusal ve bilişsel etkileşim kuran bir deneyim tasarımı olduğunu göstermeyi hedeflemektedir.

Anahtar Kelimeler: Sergileme tasarımı, Sergi, OMM, İstanbul Modern, CerModern

Exhibition Design in Modern Art Spaces: The Case of OMM Modern Museum, Istanbul Modern and CerModern

Abstract

The concept of “exhibition” is an important form of expression used to make the invisible visible and to create aesthetic experiences that appeal to the senses. This concept has become a part of today's environmental graphic design by enriching the spaces where artworks or creative products meet the audience. Exhibition is no longer just a function of presenting artworks; it also refers to a holistic design process that regulates the relationship between space, narrative, technology and audience. With the development of technology and the diversification of visual communication tools, exhibition design has become interactive, digital and experience-oriented, moving away from static and traditional forms of presentation. The combination of elements such as spatial design, lighting, digital media, interactive tools and audio-visual technologies in today's exhibitions allows the audience to become an active participant rather than a passive recipient. This transformation makes exhibition design applicable not only in the

field of art but also in many other contexts such as museums, fairs, galleries and even virtual environments. In this research, the development of exhibition design, the dynamics of change and the modern examples used today are discussed through OMM Modern Museum, Istanbul Modern and CerModern. At the same time, the study analyzes how exhibition design is fed by different disciplines and the multi-layered relationship it establishes with space. The studies aim to show that exhibition design is not only an aesthetic form of presentation, but also an experience design that establishes emotional and cognitive interaction with the visitor.

Keywords: Exhibition design, Exhibition, OMM, İstanbul Modern, CerModern

1. GİRİŞ

İzleyicinin sanat eserine bakışını biçimlendiren sergileme tasarımı, sergileme kavramının gelişimiyle ortaya çıkan, teknoloji ve çeşitli görsel tasarım öğeleriyle bir araya gelerek çeşitli mekânlarda yer alan bir tasarım örneğidir. Sergileme tasarımı, izleyici ve eser arasında duysal ve duygusal bir bağ sağlama, eseri bilgilendirme, izlettirme, inceletme ve sergileme işi olarak düşünülmektedir. Geçmişten bu yana sanat pratiklerinin ifade yöntemlerine bakıldığında başkalarına anlatılan, sunulan ya da teşhir edilen bir ürün olduğu söylenilebilmektedir. Söz konusu sanat ürünü sergilemeleri, arkaik dönemlerden bu yana gelişim ve değişim içinde olduğu düşünülmekle beraber, yirminci birinci yüzyılda sanatçı, izleyici ve sanat eseri bağını inceleyen bir çalışma alanı olarak karşımıza çıkmaktadır.

Sergileme tasarımı bağlamında büyük önem taşıdığı düşünülen mekân, izleyici deneyimini, eserin anlaşılmasını ve serginin etkisini artıracak bir unsurdur. Mekânın fiziksel ve sunum özellikleri hem eserlerin hem de izleyicilerin mekanla olan etkileşimi üzerinde önemli bir rol oynar. Mekânda sunulacak eserlere ait metinler, sergiye dair afişler, vitrinler, dijital/basılı kitap ve künyeler, mekân içindeki kalıcı unsurların tasarıma katkısı, izleyicinin bu kanallara ne kadar ulaşılabilir ve bağ kurabilir olduğu sergileme tasarımının çerçevesini aynı zamanda da nedenselliğini oluşturmaktadır. Bu öğeler alıcı-mesaj ilişkisinin doğru kurulması açısından önemlidir. Amerikalı sanat eleştirmeni Brian O'Doherty'e göre [1], sergileme alanı olan boş müze ya da galeri hiçbir anlama gelmemekte, her mekân istenilen bir ideaya dönüştürülebilmektedir. Bu bağlamda mekân, içinde içindeki eserin statüsünü basit bir nesneden sanat yapıtına çevirebilmektedir [1].

Sergilemede mekânın önemini hatırlatan O'Doherty'nin [1] 1970'lerde ortaya koyduğu "beyaz küp" ideolojisi ise çağdaş sanatta en çok rastlanan sergileme modeli ve modern galerinin temel simgesi haline gelmiştir. Bunu en iyi temsil haline getiren 1929'da kurulan New York Modern Sanat Müzesi (MoMA), bu geleneğin ilk örneklerden sayılmakta ve diğer sergileme mekânlarına örnek olmaktadır.

Rus avangard sanatının önemli bir figürü olan Lissitzky ise, sergi mekânlarını hayvanat bahçelerine, izleyicinin karşısında aynı anda kükreyen binlerce hayvanı ise sanat eserlerine benzetmektedir. "Benim salonumda nesnelere izleyene saldırmayacak. Daha önceki sergi deneyimlerinde duvarların önünden geçerken resimler onu bir tür uyusukluğun, edilgenliğin içine sürüklemiş olabilir; ama bizim tasarımımız izleyeni etkin kılmalı. Salonun amacı bu olmalı" [2]. Burada Lissitzky, sergilemelerde eserlerin izleyiciyi edilgen bir gözlemci haline getirirken mekânın ve tasarımın izleyiciyi düşünmeye, hissetmeye ve etkileşime geçmeye teşvik edecek şekilde düzenlenmesinin önemini vurgulamaktadır. Böylece sergi daha dinamik bir deneyim sunar.

Bu çalışmada, çağdaş sanatın mekân ve sergileme pratikleriyle kurduğu dinamik ilişkiyi ortaya koymak amacıyla Türkiye'deki üç önemli modern sanat mekânı olan OMM Modern Müze, İstanbul Modern ve CerModern örnekleri ele alınmıştır. Söz konusu mekânlar, yalnızca sanat eserlerini sergileme işlevleriyle değil, aynı zamanda çağdaş sergileme tasarımına katkı sağlayan mimari yapıları ve mekânsal düzenlemeleriyle de dikkat çekmektedir. Çalışma, bu mekânların sergileme tasarımlarını 2019 yılı kapsamında incelemiş ve değerlendirmeler aynı yıl yazar

tarafından çekilmiş görsel materyaller ışığında yapılmıştır. Böylelikle, her bir mekânın ve dönemin sergileme anlayışıyla kurduğu ilişki, özgün yaklaşımları, izleyiciye sunduğu deneyim, mekânsal estetik ve işlevsellik bağlamında analiz edilmiştir. Bu bağlamda çalışma, 2019 yılındaki mevcut sergileme tasarımı uygulamalarını belgelemeyi ve analiz etmeyi amaçlamaktadır.

1.SERGİ VE SERGİLEME TASARIMI

Sergi, günümüzde belli bir ürünün, fikrin, nesnenin veya bir şeyin hedef kitleye aracı mekânlar yoluyla sunumu olduğu düşünülmektedir. Sanat Kavram ve Terimleri Sözlüğü'nde, " Sergileme davranışı, sergilenen eser ve malzemeler sanatın endüstriyel ürünlerin ya da benzerlerinin halka açık olarak gösterilmesi" olarak da tanımlanmaktadır [3]. Sergilemeler hedef kitle üzerinde, bilgi aktarımı ve farkındalık yaratan ortamlar halinde şekillenir ve sunulurlar. Sergilemelerin kökeni, Paleolitik dönemin, din, statü, yönetim gibi unsurlarını görebildiğimiz mezar kalıntılarına kadar gitmektedir. Bu kalıntılar ise M.Ö. ikinci yüzyıla kadar dayanmaktadır. Türkiye'de ilk olarak Selçuklular tarafından bulunan eserler, Konya'da kapılar ve surlara yerleştirilen koleksiyonlar şeklinde halka sergilenmiştir [4].

16. ve 17. yüzyıldan günümüze merak kabinlerinden gelen sergileme tasarımı ise, önceleri nesnelere korumak ve sunmak için kullanılsa da günümüzde sanat ve tasarımın önemli bir parçası sayılmaktadır [5]. Merak kabinleri, ilk örnekleri İtalya'da görülen, doğa müzelerinin ve sergileme mekanlarının öncüsü olan, doğadan ve egzotik coğrafyalardan getirilen nadir bitki, hayvan ve diğer ilginç objelerin toplandığı özel koleksiyon odalarıdır. Genellikle aristokratların evlerinde veya şatolarında bulunan bu kabinler, nesnelere düzenleme ve sergileme tutkusu ile bir "mikro evren" yaratmayı amaçlamış ve sahiplerinin zenginliğini, kültürel birikimini ve gücünü yansıtmıştır. Bu kabinlerde, antik paralar, figürinler, değerli taşlar, nadir bitkiler, mineraller, bilimsel araçlar ve egzotik hayvanlar gibi objeler sergilenmiştir. Aynı zamanda tozdan ve kirden korumak amacıyla bol gözlü, bol çekmeceli, gizli bölümleri de olan özel dolaplar üretilmeye ve objeler içinde muhafaza edilmeye başlanmıştır. Merak kabinlerinin amacı, ziyaretçiyi hayranlık ve şaşkınlık içinde bırakmak olup, aynı zamanda bu koleksiyonlar sahiplerinin statüsünü ve prestijini vurgulayan bir güç gösterisi işlevi de görmüştür [6]. Merak kabinlerinden bu yana eserlerin doğru ve anlamlı şekilde izlenmesinde büyük rol oynayan sergileme tasarımı, 1851'de Londra Dünya Fuarı'ndaki fuarcılık anlayışı ile evrensel bir konu haline gelerek, 1970'lerde SEG'D'in (Society for Environmental Graphic Design) kurulmasıyla çevre grafiğinin bir dalını oluşturmuştur [5].

Etkin izleme biçimlerinde büyük rol oynayan sergilemeler kendi içerisinde kalıcı veya geçici olarak iki ana boyutta sınıflandırılmaktadır. Bunlar sanat galerileri ve müzelerdir. Bunlar haricinde başka mekân ve sınıflandırmalarda halka sunulmuş sergilemeler de bulunur. Mimar ve Ressam Dornie, sergilemeleri; geçici, sürekli, ticari, kültürel, sanat galerileri ve müze şeklinde çoğaltmaktadır [7].

Bu bağlamda ticari/fuar sergileri, bir ürünün satışı ve tanıtımı için planlanan sergilemelerdir. Ticari bir kaygı taşır ve hedef kitlenin beğenisine sunulur. Buralarda belli bir satıcı, üretici ve alıcı etkinliği var olmaktadır. Sanat fuarları, çağdaş sanat sergileri ve kitap fuarları ticari/fuar sergilerine örnek gösterilebilmektedir [4]. Kültürel sergiler, ticari kaygıdan ziyade bilinç oluşturma amacı ile planlanıp hazırlanmış sergilemelerdir. Demir, makalesinde [7] kültürel sergileri, "Bu tip sergilemelerin amacının; sosyal içerikli bir ileti göndermek, bir fikri savunmak amaçlı olduğu söylenebilir" şeklinde yorumlamıştır. Mekân fark etmeksizin iç mekânda (indoor) ya da dış mekânda (outdoor) olarak, konusuna ve esere göre sunulabilirler.

Bir başka biçim olan galeri sergileri, çoğunlukla satış kaygısı güder. Sanatçı ve koleksiyoner izleyiciyi eserle buluşturmayı hedef edinir. İki boyutlu, üç boyutlu, çoklu ortam, enstalasyon gibi işler süreli bir şekilde yer alır. Bu sergilemeler geçici ve süreli olacağı için eklenebilir,

çıkarılabilir biçimde uyarlanarak taşınmaya imkân tanınmalıdır [7]. Galeriler genelde resmi, özel ve sanal sergiler olarak sunulmaktadır. Bir bankanın, şirketin, kurumun, hatta bir otelin galerisinde bile sergileme görülebilmektedir [4]. Atagök, galeri mekanlarında sergileme tasarımının nesne, mekân ve izleyici arasında oluşturulup planlanması gerektiği hakkında "galeri tasarımlarında ilk belirleyici olan, mekân ve işlev ilişkisini daha da genişleterek, buna nesne-nesne, mekân-nesne, insan-nesne ilişkilerinin dahil edilmesidir" ifadesini kullanmıştır [8].

Sergilemeler günümüzde müzecilik tarihi ile paralellik göstermektedir. Müzeler, miras olan değerlerin ya da sanat eserinin topluma saklanması, sunulması, sergilenmesi kaygısını taşır. Müzeleri diğerlerinden ayıran en önemli özellik uzun süreli sergileme olanağı tanınmasıdır. Belcher'a göre müze, kitlelere hissi, öğretici ve eğlendirici yöntemler sunmasıdır. Böylece kitlelere kültürel katkı sağlayarak, onlarla duygusal bir bağ kurulabilir [9]. Çalışkan [10] makalesinde sergilemenin sunma eylemi olduğunu ve bunun görsel iletişim tasarımı adını aldığını ifade eder. Mekân, mesaj, tasarım girdileri form bularak hedef kitleye planlanmış bir görsel dille yansıtılmaktadır.

Müzenin başlıca genel işlevlerinde üç rol ile karşılaşılmaktadır. İlki, bir sanat eserinin çerçevesini çizerek estetik rolünü üstlenir. İkinci olarak sergilenen şeyleri özel ve ayrıcalıklı kılarak onlara ticari bir önem kazandırıp, ekonomik rolü yansıtır. Üçüncü olarak ise sergilenen her şeyi sanat eserine dönüştürüp, doğrudan düşündürücü bir etki bırakarak mistik bir çerçeve sunar. Aynı zamanda bir galeri olan müzenin işlevinden biri de eseri muhafaza etmesidir. Burada galeri ve müze arasındaki fark gittikçe daralmaktadır. Galeri, bir alış-satış kaygısı güderken, müze, izleyiciye sergiler ve sunar. Müzelerin eser birikimi iki şekilde belirlenir. Bunlar karma ya da kişisel sergi şeklindedir. Bir grup sanatçı bir araya getirilerek içlerinden tercih edilmiş işler belirlenir. Bu tek sanatçı olamazsa da eserlerinin içinde başarılı/başarısız ayrımıyla eleme yapılır [2]. "Bir dilim ekmeği bir müzeye koymak/orada sergilemek o müzenin işlevini kesinlikle değiştirmez, ama müze ekmeğin dilimini sanat eserine dönüştürür- en azından ekmeğin orada sergilendiği sürece" [2]. Burada irdelenmesi gereken nokta müzenin bir esere yüklediği değerlerin izleyici tarafından nasıl anlaşıldığıdır.

Müzelerde ve galerilerde birçok gösterim tekniği bulunmaktadır. Bunlar arasında bilgi veren dokunmatik ekranlar (kiosklar), simülatörler, video ekranları ve robotlar, teknoloji ile eşdeğer şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Aynı zamanda uzun yürüme mesafeleri için taşıma araçları, ziyaretçi asansörleri, yürüyen merdivenler, kayabilen platformlar da bulunmaktadır. Aynı sıra, müzelerde ve galerilerde genel anlamda durağan ve dinamik sergileme teknikleri kullanılmaktadır. Bunlardan en gelenekseli vitrin içi sergilemelerdir. Vitrin içi sergilemeler, eserin güvenliğini sağlayıp, dışarıdaki ışık, nem, sıcaklık, kir gibi hassasiyet barındıran etmenlere karşı korur [4]. 1960'lardan bu yana sanatçılar vitrinleri eserlerini sergilemek için kullanmışlardır. Bu çağdaş sanatta da bilindik ve uygulanan bir hale gelmiştir. Vitrinler bir estetik barındırırlar, bu sıradan bir nesneyi özel, biricik ve cazip algıya sokar. Aynı zamanda eser ve izleyici arasında bir mesafe yaratır. Önünden geçen izleyicinin dikkatini çekme gücünü taşırlar [2].

Sergileme tasarımında kullanılan panolar, mekânda grafik ve görsel tasarımlar içeren, izleyicilere yönlendirme, tanıtım ve bilgi sağlama işlevine sahip unsurlardır. Stant üzeri sergilemeler, eserin durumuna göre ebatlandırılmış stantlar, kürsüler, yükselticiler ve kaideler kullanılarak gerçekleştirilir; bir stant üzerinde genellikle tek bir eser sergilenir. Stantların eserlerle bütünlük sağlaması için mekâna uygun renklere boyanması tercih edilir. Bir başka sergileme yöntemi olan dioramalar, tasarımcılar ve maket ustaları tarafından gerçek boyutlarda veya birebir küçültülmüş modellerle, sergilenen öğelerin gerçekliğe uygun biçimde canlandırılmasını sağlar. Bu bağlamda İstanbul Oyuncak Müzesi diorama kullanımına örnektir. Maketler, sergiyi güçlendirmek ve anlatımı kolaylaştırmak amacıyla bir konunun küçük ölçekte

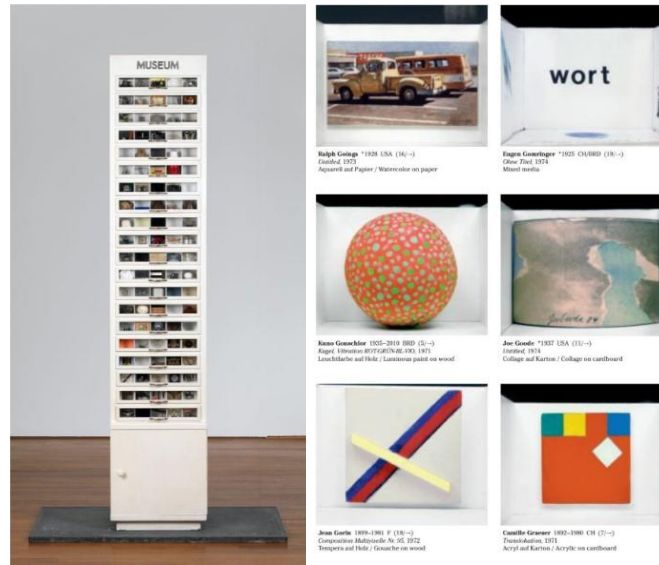
modellenmesiyle görselleştirilir. Bal mumu gibi malzemelerle yapılan bu modeller, gerçeklik hissi yaratır [11].

Gösteri odaları ise gerçekliğe uygun büyük vitrinler gibi tasarlanır ve etkileşimli bir sergi deneyimi sunar. Teknolojinin kullanımıyla dokunmatik ve interaktif sistemler (kiosklar) ses, video veya her ikisini bir arada içeren dinamik bir sergi ortamı oluşturur. Planetaryumlar, özellikle astronomi ve uzay gibi konularda, bir ortamın simülasyonunu yaparak izleyiciye birebir gerçeklik hissi sunar. Simülatörler ise VR veya özel kabinler aracılığıyla ses, hareket ve görüntü kombinasyonlarıyla gerçekçi deneyimler sağlar. Hologramlı sunumlar, lazer ışınlarıyla üç boyutlu görüntüler oluşturup izleyicilere sunulan ve en yeni sergileme tekniklerinden biri olarak kabul edilen yöntemlerdir. Sergileme tasarımının temel bileşenlerinden biri olan sergileme elemanları, sergi mekânında sunumun gerçekleştirilmesine destek olan malzeme ve araçları içerir. Bu elemanlar; bilgilendirme, fiziki ve teknik elemanlar olarak üç kategoride incelenir. Bilgilendirme elemanları, sergi alanında izleyicilere yazılı, görsel ve işitsel rehberlik sağlar. Sergi katalogları, el broşürleri, afiş ve davetiyeler, bilgi panoları, etiketler, yön panoları, işitsel sistemler ve web sayfaları bu gruba dahildir. Fiziki elemanlar, sergileme mekânlarının estetik ve işlevsel bir şekilde düzenlenmesine olanak tanır. Tavan yükseklikleri, taban ve duvar renkleri, stant boyutları, vitrin tasarımları, yerleştirme düzenleri ve kompozisyonlar gibi unsurlar, eserlerin mekânla bütünlük ve uyum içinde olmasını sağlar. Teknik elemanlar, sergilerin izlenebilirliğini artırırken eserleri çevresel risklerden koruma işlevi görür. Aydınlatma, havalandırma, ısı ve nem kontrolü ile eser güvenliği gibi önlemler bu kapsamda değerlendirilmektedir. Bu elemanlar, serginin hem işlevselliğini hem de izleyici deneyimini iyileştirmek amacıyla bir arada kullanılır [4].

2. EVRENSEL MÜZELERDEN MODERN MÜZELERE

Müzeler yüzyıllardır, hayli özgün eserlerin yer aldığı en güvenilir ve en prestijli yerlerden olmakla birlikte, genellikle estetik bir seyir içermektedirler. Seyirciler eserlere tek tek bakmak yerine koleksiyonlara geniş perspektiften bakmayı tercih edebilmektedir. Ali Artun'un deyişine göre, "Bir küratörün tahminine göre, ortalama ziyaretçi, baktığı eserlerden her birine 1,6 saniye ayırıyor" [12]. Louvre, New York Metropolitan Müzesi, National Gallery gibi müzeler evrensel müzelerle örnek olup, sanat tarihinin geniş yelpaze alanına girerler. Aynı zamanda her kentin kendine özgü, ruhunu yansıtan müzelerdir. Bunlar tarihsel olarak ortaya çıkan ilk müze tipleridir. Evrenselliğini koruyan Louvre gibi müzeler devletin ideasını forma sokarak bir temsil yansıtır. Brian O'Doherty 1976'da bir makalesinde ilk defa, damga vuran, çağ açıcı ve bugün klasikleşmiş bir modern teşhisle yani "beyaz küp" ideolojisiyle temsilin sunulduğu mekânın önemini vurgular: "insanın aklına beyaz, ideal bir mekân imgesi geliyor: Belki de 20. yüzyıl sanatının arketipik imgesi olmaya herhangi bir resimden daha uygun bir imge bu." [12]. O'Doherty'nin sözünü ettiği "beyaz küp" adlı galeri, modern sanat camiasında pek tanıdık gelecektir. Beyaz duvarlar, gri ya da parke kaplı zeminler, dekorsuz mekânlar, sıra halinde ve geniş aralıklarla asılan tablolar, ortaya yerleştirilen heykeller... Eserler tavandan sarkma spotlarla, ya da mekâna yayılan parlak ışıklarla eşit miktarda aydınlatılır. Bu koşullarda eserler seyirci tarafından sanat eseri sayılırlar. Genellikle beyaz renk, fark edilmese de yirmi birinci yüzyılda çağdaş sanatın sunulmasında tercih edilen bir renk örneği olmuştur. Amerikalı sanatçı Ellsworth Kelly'nin tuvaleri bir örnek olarak, beyaz duvar olmadan kompoze edilemez. Burada duvar eserlerin bir parçası haline gelmiş, resmi ve parlak renkleri tanımlar niteliktedir. Beyaz küpün seyretme deneyimini incelikte etkilediğini ve bu tipin modern sanat müzelerinin ideasını gizleme gerekçesiyle sert eleştirilere maruz kaldığını görebiliriz. Beyaz küp temelde New York Modern Sanat Müzesi'ni (MoMA) ele almaktadır. Bu müze beyaz küpü temel almaktadır. Beyaz küpün temelleri sanatçı atölyelerinde, özellikle soyut sanatçılarının yalın çalışma mekânlarında görülebilir. Bu modernitenin beyaz duvarları, yalınlığı, ifade netliğini ve ideaların gerçekliğini vurgular bir nitelik oluşturmuştur. Beyaz küpün doğuşu ve gelişimi MOMA ile, ilk çıkışlarını Birinci Dünya

Savaşı sonrasında, Avrupa'da müze ve sergilerde özellikle Almanya'da rastlanan bir kavram olmuştur. 1929'da kurulan New York Modern Sanat Müzesi (MoMA), ilk örneklerden sayılıp başka müze türü sergileme mekânlarına da örnek olmuştur. MoMA, kurulduğu dönemden beri modern sanatı geniş koleksiyonları ile ele almış, modernizmi ideoloji haline getirmiştir. MoMA'nın ilk yöneticisi olan Alfred Barr, müzenin bilgiyi, anlayışı, uzmanlığı ve beğeni gibi öğeleri ürettiğini, ürünün ortaya çıkışı sonrasında onu izleyiciye dağıttığını ve esasen serginin her türlü öğelerinin de bir dağıtım olduğunu ifade etmiştir. "Modern müzede, soyut sanat ile beyaz küp sembiyotik bir ilişkiye girmiştir" [9]. Beyaz küp izlerine rastladığımız bir diğer müzede Frankfurt Modern Sanat Müzesi'dir. Bu müze oldukça özgün ve çarpıcı olup binasında bile beyaz küpün izlerini taşıyan yalın mekânlarına sahiptir. Modern sanat müzeleri fazla eleştiriye maruz kalsa da beyaz küp çağdaş sanatta son gelişmelere uyum sağlayarak, yeniden geliştirilip dönüştürüldüğünden bir hayli uzun ömürlü olmuştur. Dolayısıyla müzeler sınıflandırmalarla nesnelere anlam kazandırır. Eserler dönemlerine stillerine akımlarına sanatçılarına göre düzenlenirler. Böylece sergilemelerde eserler birbirinden ayrılabilir. Bu 1960'lardan bu yana gelişen mekâna özgün monte ve demonte, yerleştirme ve asılışlarla sağlanan bir kolaylıktır. Germano Celant bunu şöyle ifade etmiştir: "Sergi yerleştirilmesi artık orijinallik iddiasını taşıyor (...) sergi yerleştirilmesi, başlı başına bir modern eser formudur." [12]. Bir modern sanat müzesi yaratan Herbert Distel, çokça sayıda çekmecesiyse bir kabine olan "Çekmece Müzesi" adlı işini üretmiştir. Minyatür boyuttaki işlerle dolu olan bu müzede birçok sanatçıyı yer etmiş, sanatçıların eserleri kabinedeki çekmece bölümlerine yerleştirilip her bölmenin müzenin salonlarını temsil etmesini amaçlamıştır. Müze 1970'lerde Kassel'de gerçekleştirilmiştir. Bu sergileme örneği, çağdaş sanatın dönümünü ve çizgisini temsil etmiştir [2].



Şekil 1. Herbert Distel, Çekmece Müzesi (The Museum of Drawers), 1970–1977 [13].

Başka bir bakışla sergileme alanları sadece eğitim ve gezinti aracı olmayıp bir iktidar aracı haline de gelmektedir. Böylece yaşanan toplumun ideolojilerini güçlendirip onaylayan bir mekân algısı yaratılmaktadır. Bir bütün olarak sergilemeler izleyici-nesne arası bilince teşvik ve yön vermelidir. Yeni sergileme pratikleri, izleyiciye fazla beklenti sunmaktadır. Ali Artun bunu; izleyici-mekân etkileşimi anlayışı ile mekânları bir tapınak olmaktan çıkarıp bir panayır ile alışveriş merkezi arası mekân olarak yeniden diriltmek olarak açıklamaktadır. "Gerçek anlamıyla modern bir kurum; dünya kültürlerinin, izleyicinin bakışı ile belleğinde birleşecek, birbirine karışacak ve birlikte yaşayacak heterojenliklerini, hatta bağdaşmazlıklarını karşı karşıya getirip sergiledikleri bir alan" [12].

Bu düşünceyle, galeri ve sanat merkezlerinin modern dünyadaki çoğulcu ve katılımcı yapıya sahip olduğu desteklenmektedir.

2.1. OMM Modern Müzesi Sergileme Tasarımı Örneği

Eskişehir, Odunpazarı'nda bulunan OMM (Odunpazarı Modern Müze), bünyesinde resim, heykel, performans, yerleştirme, baskı, fotoğraf, kısa film, ses, yeni medya ve grafik tasarımın da bulunduğu birçok farklı disiplin barındıran ve Çağdaş Modern Müze olarak bilinen bir yapıdır. Yapısında mümkün olduğunca az beton kullanılması, ahşap, taş, kâğıt gibi doğal malzemelere ağırlık vermesi müzeyi etkili bir hale getirmektedir (Şekil 2).



Şekil 2. Eskişehir Odunpazarı'nda bulunan OMM (Odunpazarı Modern Müze) görüntüleri

Dünyaca ünlü mimarlık ofisi Kuma and Associates (KKAA) tarafından tasarlanan ve mimar Erol Tabanca tarafından hayata geçirilen OMM Müzesi, karma sergilemeleri ve farklı sunumlarıyla izleyicilerine etkili sanat deneyimleri yaşattığı düşünülmektedir. OMM Modern Müze örneği kapsamında, “Vuslat” isimli sergideki koleksiyonlar 2000’lerin başından bu yana toparlanan bir seçkiden oluşmaktadır. Sergi, farklı kuşakların üretimlerini bir araya getirmektedir. Küratör bu seçkiyi, “Dünyadaki tüm koleksiyonlar gibi, zamanla dönüşümler geçirmiş, tek omurga etrafında gelişmek yerine farklı hikâyeler üzerinden büyüyen, çoksesli, çoğulcu bir koleksiyon...” sözleriyle tanımlamaktadır [14].

Mekânın boşluğu ve rengin etkisiyle rahat bir izlenim fırsatı sunan OMM oldukça dinamik bir yapıdadır. Duvarların rengi eserlere şekil-zemin etkisi yaratmak amacıyla beyaz seçilmiştir. İç mekân ve dış mekân uyum içerisinde tasarlanıp ahşap zemin yerleştirilmiştir. Spot ışıklandırmalar eserleri aydınlatacak ve etki verecek şekilde yakın konumdadır (Şekil 3).



Şekil 3. OMM'den bir görünüm

Şekil 4'te eserler, kendi standardına uygun kaide-yapıt bütünlüğü sağlanmış bir biçimde karşımıza çıkmaktadır. Eserlerde doğallığa vurgu yapılarak ahşap ve tahtadan oluşan malzemelerden seçilmiştir. Üç boyutlu nesnelere yapay bir aydınlatma verilmemekte, sergi alanının gün ışığı alan yerlerine yerleştirildiği görülmektedir.



Şekil 4. Kaide-yapıt bütünlüğü sağlanmış eser sunumları

OMM Modern Müzesi'nde üç boyutlu eserlere başka bir örnek olarak, Japonya'nın tanınmış bambu ustası Tanabe Chikuunsai IV, eser yerleştirmesi için doğadaki dört elementten yani ateş, su, toprak, havadan temel aldığı beşinci elementinde boşluk olduğunu anlatmaktadır. Yapıt kendine özgü ayrılmış boş bir mekâna yerleştirilmiş ziyaretçilere devasa bir görsel şölen sunmaktadır. Işıklandırma olarak dışarıdan sızan doğal bir ışık kullanılmıştır. Aynı zamanda izleyiciye inceleme için uygun alanlar bırakılmıştır (Şekil 5).

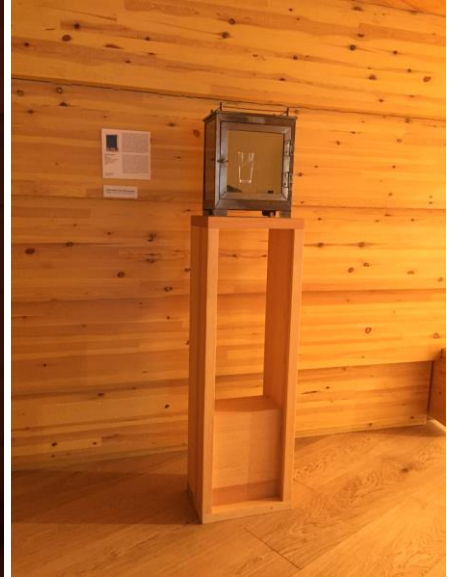


Şekil 5. Bambu ustası Tanabe Chikuunsai IV'ün eseri

Galerinin ilk katında konumlandırılmış dijital eser (Şekil 6a), adeta izleme odalarını andırmaktadır. Dijital ortam için ayrılmış boşluk, izleyiciye tıpkı bir sinevizyon gösterisi sunmakta, kendi içinde bir mekân ve sergileme tasarımı yaratmaktadır. Şekil 6b'deki illüzyonu küçük kutusunda yaratılmış bir eser karşımıza çıkmaktadır. Yine dijital sanat içine dahil olan bu eser, OMM'un bir parçası haline gelen ahşap kaide üzerinde sergilenmiştir.



(a)



(b)

Şekil 6. Dijital eserler

2.2. İstanbul Modern Sergileme Tasarımı Örneği

İstanbul Tophane'de bulunan Türkiye'nin ilk modern ve çağdaş sanat müzesi İstanbul Modern, sürekli ve süreli sergileme alanlarında disiplinler arası bir anlayışla çağdaş sanat sergileri düzenlemekte ve koleksiyonlarını izleyiciye sunmaktadır. İstanbul Kültür ve Sanat Vakfı kurucusu Dr. Nejat F. Eczacıbaşı ile hayata geçirilen İstanbul Modern, sürdürülebilir bir sanat ekosistemi anlayışıyla her yaş ve kesimin sanatla diyalogunu teşvik etmek üzere sergi ve eğitim programları düzenlemektedir. Müze koleksiyonlarını genel olarak resim, heykel, yerleştirme, video, yeni medya ve fotoğraf gibi farklı disiplinler oluşturmaktadır. Aynı zamanda farklı

coğrafyalardan beslenen çağdaş sanatçıların güncel sanat çalışmaları İstanbul Modern'in etkinlik faaliyetleri arasında yer almaktadır [15].

İstanbul Modern'in 2019 yılına ait sergi mekânında görünen duruluk ve duvardaki fotoğraf çalışmalarının nizami sergilemesi, bir albüme bakıyormuşçasına bütünlük sağlamıştır (Şekil 7). Ortada bulunan cam vitrin (Şekil 7a), eserlerin korunmasının yanı sıra işleri kıymetli ve dikkat çekici kılan bir sergileme yöntemi algısı yaratmaktadır. Spot ışıklar işlerin üzerine yansıtılmış, görünürlüğü etkiler bir haldedir. Aynı zamanda işlerin künyesi ve içeriği bir blok halinde ayrı pafta olarak çalışılmış, işlerin albüm sayfasına benzer akışını bozmadan etki yaratmıştır.



(a)

(b)

Şekil 7. İstanbul Modern'in fotoğraf sergisi

Ortam genel olarak loş bir şekilde bırakılmıştır. Mekân disiplinler arası eserlerle bir aradığı korumuş, fotoğraf, resim gibi işlerin yanı sıra enstalasyon (yerleştirme) işleri de (Şekil 8) uygun alanlara konumlandırılarak ziyaretçiye gezinti için uygun boşluklar yaratılmıştır. Duvardaki bazı işler büyüklü küçüklü dağınık ve uygun ölçülerde asılmıştır.



Şekil 8. İstanbul Modern sergi alanından bir görünüm

İnce ve kare kolonlar sadece işlerin künyesini göstermesinin ya da işleri asma görevinin yanı sıra, Şekil 9'da da görebileceğimiz üzere işlerle bütünleşmiş, hatta işin kendisi haline gelmiştir. Böylece izleyici her alanla etkileşim sağlayabilecek durumda düşünülmüştür.

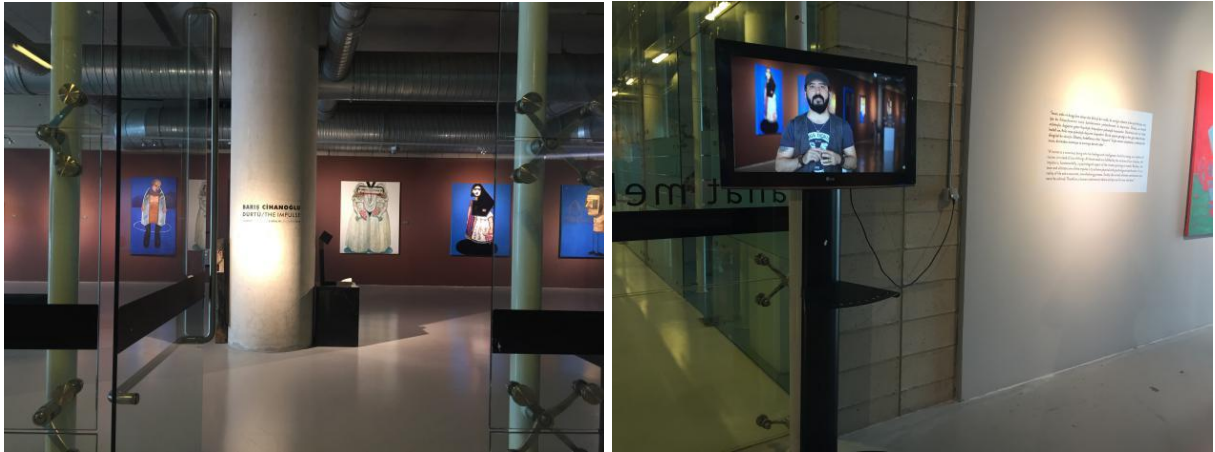


Şekil 9. İstanbul Modern sergi alanından bir görünüm

2.3. CerModern Sergileme Tasarımı Örneği

Ankara Sıhhiye’de bulunan ve bugünkü adı CerModern olan yapı, demiryollarının millileştirilmesinin ardından tren bakım onarımı için inşa edilmiş atölyelerden gelmektedir. 18. yüzyılın devamında sanayileşmenin etkisini yansıtan yapıt, günümüzde endüstrinin bir ürünü olarak çağdaş restorasyonu ile sergilerin, konferansların, festivallerin düzenlendiği bir sanat mekânıdır [16]. Sürekli yaşayan bir kültür merkezi olduğunu iddia eden sanat mekânı içerisinde farklı sanatçılardan ve eserlerden seçkiler sunularak, izleyiciye hem sergi hem de workshop deneyimleri yaşatılmaktadır. “Sanat her zaman neşeli ve iyimser mesajlar vermez. Hiç şüphesizdir ki insanoğlu sanatın taşıdığı mesajlar sayesinde kendi dünyasını keşfeder, betimler, yorumlar ve eleştirir; çünkü yaşam önemlidir” [17].

CerModern’in alt katında bulunan sergi mekânı girişi cam kapılardan oluşmaktadır. Girişin karşısındaki kolonda asılı sergi içeriğini anlatan yazının yanı sıra, eser sahibinin bilgilendirme videosu izleyiciyi karşılamaktadır. Böylece sergi daha anlamlı hale gelmeye ve izleyiciye ön bilgi vermekle başlamaktadır (Şekil 10).



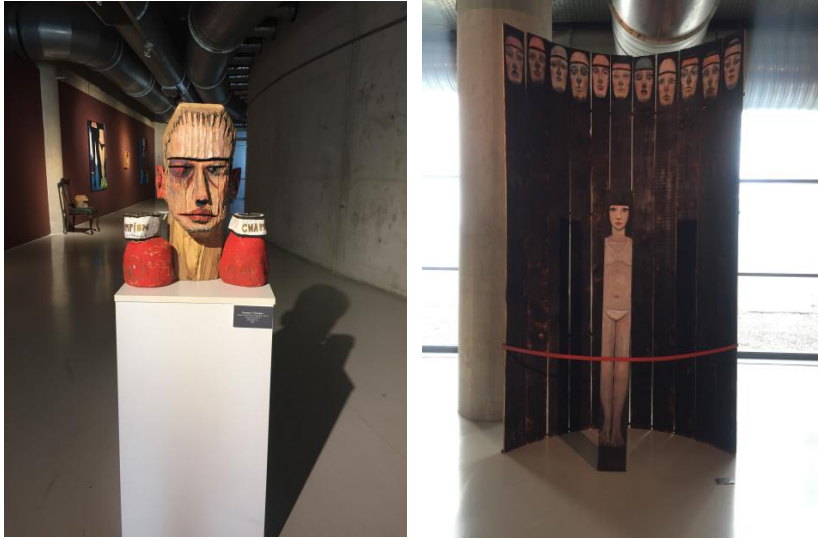
Şekil 10. CerModern, alt kattaki sergi alanı girişinden bir görünüm

Salonun renk algısı genelde yapılan eserlere ve asıldığı yerlere göre belirlenmiş, şekil-zemin ilişkisi yaratmıştır. Duvara asılan bazı işler tuvaler şeklinde sunulurken, bazıları ise duvardan taşmış hissi yaratacak çıkıntılarla biçimlendirilmiştir. Bu üç boyut etkisine sahip işler, ahşap parçalarından şekillendirilerek ve boyanarak elde edilip katmanlar halinde oluşturulmuştur. Aynı zamanda ışıklandırmalar bazı eserlerin tam üzerine yansıtılırken, geriye kalan işlerin aydınlatması dışarıdan yansıyan doğal ışıktan gelmektedir (Şekil 11).



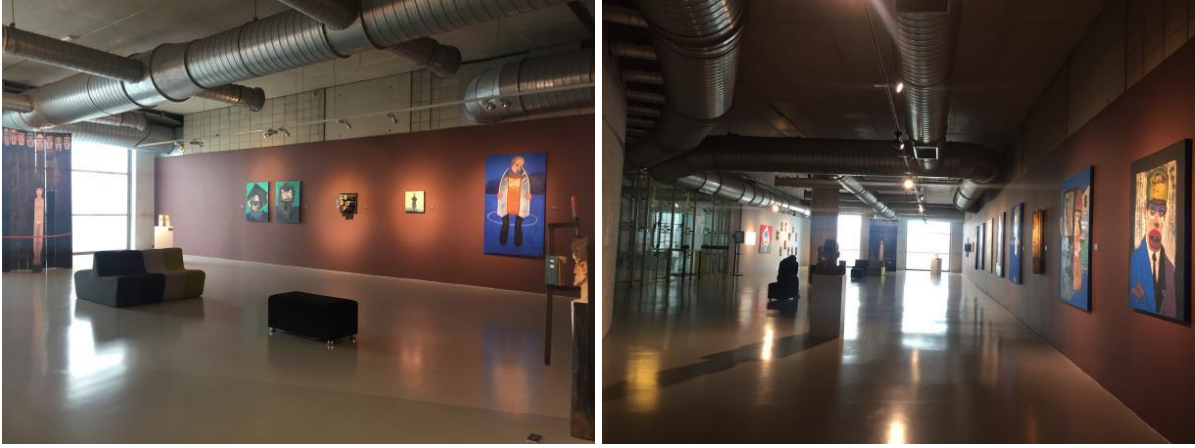
Şekil 11. CerModern, alt kattaki sergi alanından bir görünüm

Sergide Şekil 12’de görüldüğü üzere üç boyutlu yerleştirmelerde hem ziyaretçi incelemesi dikkate alınmış hem de esere vurgu yapılmıştır. Bunun için bazı eserler kaideler üzerine oturtulmuş bazıları ise insan boyu ile orantılandırılmıştır. İşler yine sanatçı tarafından şekillendirilen doğal malzemelerden oluşturulmuştur.



Şekil 12. CerModern, üç boyutlu eser yerleştirmelerinden bir görünüm

Sergi salonu genel anlamda izleyiciye ferah ve rahat bir gezme deneyimi sunmuş, sergi temasına uygun renklendirilen mekân ile buluşturmuştur. Yerleştirmeler birbirinden farklı boyutlarda ve biçimlerde olmasına rağmen, izleme pratiği açısından rahatsız edici bir algı oluşturulmadığı söylenilebilir (Şekil 13).



Şekil 13. CerModern, sergi alanından genel bir görünüm

CerModern yapısı gereği eski endüstri ürünüdür. Sergileme tasarımı açısından bakıldığında geçmişin izlerini taşıyan bu yapının çağdaş sanatla buluşması ve farklı sanat disiplinlerinin aynı çatı altında buluşması CerModern'i sadece sanatı değil toplumu dönüştüren bir mekân olarak örnek teşkil etmektedir. Aynı zamanda sanatın demokratikleşmesi ve her kesimin ulaşımına açık hale gelmesi için önemli bir çağdaş sanat ve sergileme merkezidir. CerModern'in hem geçmişe hem de geleceğe yönelik yaratıcı vizyonuyla sanatçı ve izleyenleri farklı deneyimlerle bir araya getirdiği düşünülmektedir.

3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Sergileme tasarımı, sanat eserlerini yalnızca muhafaza etmekle kalmayıp, izleyiciye estetik, işlevsel ve anlam yüklü bir deneyim sunmayı hedefleyen disiplinlerarası bir alandır. Tarih içerisinde geleneksel sergileme yöntemlerinden çağdaş modellere evrilen bu tasarım anlayışı, sanatçı, eser ve izleyici arasında etkili bir iletişim ortamı yaratma amacındadır. Bu bağlamda, sergileme tasarımının uluslararası düzeyde ele alınışı, müzeler, galeriler ve alternatif sergileme mekânları arasında farklı yaklaşımlar meydana getirmiştir.

Müzeler ve galeriler arasındaki temel farklılıklar, sergileme tasarımında belirgin bir biçimde gözlemlenmektedir. Müzeler, kalıcı koleksiyonlar barındırdıkları için uzun vadeli bir bakış açısıyla tasarlanmaktadır ve eserlerin korunması, sunumu ve ziyaretçi deneyimi gibi unsurlar titizlikle planlanmaktadır. Galeriler ise, geçici sergilere ev sahipliği yapmaları sebebiyle daha esnek, dinamik ve anlatı odaklı tasarımlara sahip olmaktadır. Bu esneklik, sanatçılar ve küratörlere özgürlük tanıyarak çeşitli ifade biçimlerini hayata geçirme imkânı sağlamaktadır.

Günümüzde sergileme tasarımında boşluk-doluluk ilişkisi, şekil-zemin dengesi, renk seçimi, ışık kullanımı ve yerleştirme biçimlerinin stratejik bir şekilde ele alındığı görülmektedir. Örnekleri tartışılan OMM, İstanbul Modern ve CerModern gibi önde gelen sanat mekânları, bu unsurları yenilikçi biçimde kullanarak sanat eserlerinin mekâna özgü yorumlanmasına olanak tanımaktadır. Bu kurumlar, farklı disiplinlerden sanat eserlerini barındıran sergileme modelleriyle, izleyiciyi yalnızca eserle değil, mekânla da bir diyalog içine sokmayı başarmaktadır.

Aydınlatma, sergileme tasarımında önemli bir unsur olarak öne çıkmaktadır. Yer yer spot ışıklandırılmalar ve yer yer doğal ışık kullanılarak eserin Şekil etkisi artırılmakta ve mekânın atmosferi izleyiciye yönelik şekilde şekillendirilmektedir. Bu bağlamda, sergi mekânları izleyicilere eserin duygusal ve estetik boyutlarını daha derinlemesine deneyimleyebilecekleri bir ortam sunmaktadır. Ayrıca, çağdaş teknolojinin sunduğu imkânlarla interaktif, dijital ve multimedya unsurların sergilere entegrasyonu, sergileme tasarımına yeni boyutlar kazandırmaktadır.

Sonuç olarak, sergileme tasarımı, sanat eserlerinin yerleştirilmesinden korunmasına kadar geniş bir yelpazede ele alınan ve sanat ile mekân arasındaki bağı güçlendiren bir disiplin haline gelmiştir. Geçmişten günümüze gelişen bu disiplin, geleneksel yöntemlerle çağdaş sunum yaklaşımlarını harmanlayarak izleyicilere etkili bir sanat deneyimi sunmaktadır. Her sergi, kendine özgü koşullarına ve hedef kitlesine bağlı olarak dizayn edilmekte, böylece mekân ve sanat eseri arasındaki ilişki sürekli olarak yenilenmektedir. Bu da sergileme tasarımı, sanatın yalnızca görülen değil, aynı zamanda hissedilen ve etkileşime girilen bir fenomen haline getirmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] O'Doherty B. Beyaz küpün İçinde: Galeri Mekanının İdeolojisi. Sel Yayıncılık; 2010.
- [2] Artun A. Sanatçı Müzeleri. İstanbul: İletişim Yayınları 2005.
- [3] Sözen M. Tanyeli U. Sanat Kavram ve Terimleri Sözlüğü. Remzi Kitabevi; 2011.
- [4] Erbay M. Müzelerde Sergileme ve Sunum Tekniklerinin Planlanması. Beta; 2011.
- [5] Çetin C. İ Sergileme Kavramı ve Tasarımı Üzerine: 2 Boyutlu ve 3 Boyutlu Sergilemenin Karşılaştırılması. Aydın Sanat 2021;13:19-28.
- [6] Apaçık Radyo - Albertus Seba ve Merak Kabinleri
<https://apacikradyo.com.tr/botanitopya/albertus-seba-ve-merak-kabinleri> (accessed December 8, 2024).
- [7] Demir Ç. Günümüz Sergileme Tasarımı, Türleri ve Londra'dan Sergileme Tasarım Örnekleri. Sanat ve Tasarım Dergisi 2009;1.
- [8] Atagök T. Müzelerin Anlaşılır Kılınması, İç Mekân ve Sergi Tasarımları. Mimar-Ist 2002;4:508.
- [9] Çolak B. Tarihsel Süreç İçerisinde Müzelerle Birlikte Değişen Sergileme Mekanları; New York Modern Sanat Müzesi (Moma) Ve Frankfurt Modern Sanat Müzesi (Mmk) Örneği. Erciyes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi 2011;1:37-45.
- [10] Çalışkan C. Sergileme Tasarımının Gelişimi ve Müze İle Sanat Galerilerinin Karşılaştırılması. Yıldız Journal of Art and Design 2016;3:26-42.
- [11] Sanat Okur - Diorama Sanatçısı Alper Bıçaklıoğlu İle Harika Bir Söyleşi
<https://sanatokur.com/diorama-sanatcisi-alper-bicaklioglu-ile-harika-bir-soylesi/> (accessed December 11, 2024)
- [12] Artun A. Tarih Sahneleri Sanat Müzeleri 2. 4. baskı. İletişim; 2012.
- [13] Park Books - The Museum of Drawers 1970-1977
<https://www.park-books.com/en/product/the-museum-of-drawers-1970-1977/412> (accessed December 8, 2024)

- [14] OMM - Odunpazarı Modern Müze. Vuslat - Erol Tabanca Koleksiyonu'ndan Bir Seçki 2019. <https://www.omm.art/tr/sergi/vuslat> (accessed November 22, 2023).
- [15] İstanbul Modern - Hakkında n.d. https://www.istanbulmodern.org/tr/sergiler/hakkinda_22.html (accessed November 22, 2023).
- [16] CerModern – Wikipedia. <https://tr.wikipedia.org/wiki/CerModern> (accessed December 4, 2024).
- [17] CerModern Sanatlar Merkezi - Hakkında n.d. <http://www.cermodern.org/hakkimizda.html> (accessed November 22, 2023).

Akrilik/Polyester Lif İlavesinin Harç Mekanik Ve Yalıtım Özelliklerine Etkisi

Murat YATKIN¹, Hakan SARIKAYA^{2*}

¹Uşak Üniversitesi, Lisans Üstü Eğitim Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği, Uşak, Türkiye
ORCID No: 0009-0004-0965-4649, e-mail: muratyatkin@outlook.com

^{2*}Uşak Üniversitesi, Banaz Meslek Yüksekokulu, Uşak, Türkiye
ORCID No: 0000-0002-8043-3302, e-mail: hakan.sarikaya@usak.edu.tr

(Alınış/Arrival: 07.10.2024, Kabul/Acceptance: 04.11.2024, Yayımlanma/Published: 18.12.2024)

Özet

Bu çalışmada, akrilik/polyester lif karışımı içeren harç numunelerinin basınç dayanımı, eğilme dayanımı, ısı yalıtımı ve mikro yapı özellikleri analiz edilmiştir. Bu amaçla, harç numunelerine ağırlıkça %0, %0.5, %1 ve %1.5 akrilik/polyester lif karışımı içeren 8 farklı harç karışımları hazırlanmıştır. 4 farklı harç karışımında bağlayıcı malzeme içeriğinde %100 çimento kullanılırken, diğer 4 farklı karışımda ise bağlayıcı malzeme içeriğinde çimento yerine ağırlıkça %50 oranında da uçucu kül tercih edilmiştir. Hazırlanan tüm harç numunelerinin hem mekanik hem de yalıtım özellikleri üzerindeki etkileri ayrıntılı olarak araştırılmıştır. Deney sonuçlarına göre, lif katkı oranı arttıkça basınç dayanımlarının düştüğü, eğilme dayanımlarının ve yalıtım değerlerinin arttığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Akrilik/Polyester lifi, Basınç dayanımı, Eğilme dayanımı, Isı yalıtım.

Effect of Acrylic/Polyester Fiber Addition on Mortar Mechanical and Insulation Properties

Abstract

In this study, the compressive strength, flexural strength, thermal insulation, and microstructural properties of mortar samples containing an acrylic/polyester fiber mixture were analyzed. To this end, eight different mortar mixtures were prepared, incorporating 0%, 0.5%, 1%, and 1.5% acrylic/polyester fiber mixture by weight. In four of the mortar mixtures, 100% cement was used as the binder material, while in the other four mixtures, fly ash was preferred as a substitute for cement at a rate of 50% by weight. The effects of all prepared mortar samples on both mechanical and insulation properties were investigated in detail. According to the

experimental results, it was observed that as the fiber content ratio increased, the compressive strengths decreased, while the flexural strengths and insulation values increased.

Keywords: Acrylic/Polyester fiber, Compressive strength, Flexural strength, Thermal insulation.

1.GİRİŞ

Dünya çapında en yaygın kullanılan inşaat malzemelerinden beton ve harca olan talepte önemli bir artış yaşanmaktadır [1]. Dünyada her yıl kişi başına ortalama 1 ton beton üretilmekte ve beton üretiminde bağlayıcı malzeme olarak da çoğunlukla çimento kullanılmaktadır [2]. Çimento bazlı malzemeler, çeşitli projelerinin geliştirilmesinde kullanılan önde gelen inşaat malzemelerini oluşturmaktadır [3]. Çimento üretimi esnasında yüksek enerji tüketimi sebebiyle; malzeme, tasarım ve üretim alanlarındaki öncü gelişmeler sayesinde çevredeki enerji verimliliğini optimize etmek amacıyla inşaat sektöründe çimento benzeri alternatif bağlayıcı malzemelerin yaygınlaşmasını zorunlu kılmaktadır [1]. Alternatif bağlayıcı malzeme olarak çimento harçları yerine; yüksek fırın cürufu, uçucu kül, silika tozu gibi mineral kökenli malzemelerin kısmen veya tamamen çimento yerine kullanılabilir [2].

Çimento harcında uçucu kül ve lif kullanımı, harçların fiziksel ve mekanik özelliklerini önemli ölçüde artırmaktadır [4]. Çimento harcında durabilite ve bazı teknik özelliklerini iyileştirmek ve performanslarını artırmak için özellikle harç numunelerine sentetik lifler ilave edilmektedir. Lifli ve lifsiz yapıların davranışlarındaki asıl farkın, lifli karışımlarda lifin cinsine ve özelliklerine bağlı olarak yük altında meydana gelen çatlaklardan sonra yük taşıma özelliğinin devam etmesi ve liflerin karışımın eğilme dayanımına ek olarak, aşınma direncinde ve performansında önemli derecede artış meydana getirdiği birçok araştırmacı tarafından belirtilmektedir [5-8].

Bu sebeple bu çalışma kapsamında akrilik ve polyester liflerinin harçlı numunelerde kullanılmasının temel nedenleri, bu malzemelerin dayanıklılık ve esneklik gibi üstün özelliklerinden ziyade, akrilik lifleri suya ve kimyasallara karşı yüksek direnç gösterirken, polyester lifleri ise mükemmel kopma dayanımına sahip olmasıyla bilinmektedir [9]. Bu liflerin harç içinde kullanılması, malzemenin mekanik özelliklerini artırarak çatlama ve deformasyon riskini azaltmaktadır [10] Ayrıca, bu tür liflerin katkısı, yapının ömrünü uzatmakta ve bakım

maliyetlerini düşürmektedir [11]. Dolayısıyla, akrilik ve polyester lifleri, inşaat mühendisliğinde performansı artırmak için tercih edilen sentetik lifler arasında yer almaktadır.

Bu nedenle, bu araştırmanın odak noktası, akrilik/polyester lifi içeren harç numunelerinin mekanik, ısı yalıtımı ve mikroyapısal özellikleri üzerindeki etkilerini araştırmaktır ve inşaat sektöründe önemli hammadde kaynaklarının kullanımı için yeni bir bakış açısı sunmaktır.

2. MATERYAL METOD

Numunelerin hazırlanmasında hidrolik bağlayıcı olarak TS EN 197-1 standardına uygun olarak üretilmiş olan Portland Çimentosu ve uçucu kül kullanılmıştır [12]. Çimentonun ve Uçucu külün kimyasal bileşenleri Çizelge 1.'de verilmiştir. Agrega olarak standart rilem kumun kullanıldığı harçlarda akrilik/polyester lifi kullanılmıştır. Liflerin fiziksel ve mekanik özellikleri de Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 1. Kullanılan çimento ve uçucu külün kimyasal bileşimleri

Bileşenler	CEM I 42,5 R (%)	Uçucu Kül
SiO ₂	19,10	18,20
Fe ₂ O ₃	2,65	2,00
Al ₂ O ₃	5,19	12,00
CaO	63,40	67,0
MgO	1,83	1,80
SO ₃	2,95	1,00
Na ₂ O	0,22	1,20
K ₂ O	0,94	1,15

Çizelge 2. Akrilik ve polyester lifinin fiziksel ve mekanik özellikleri

	Akrilik lifi	Polyester lifi
<u>Fiziksel Özellikler</u>		
Yoğunluk (gr/cm ³)	1,14	1,38
Nem (%)	2-4	0,4-0,8
Uzunluk (mm)	30-40	30-50
Çap (µm)	10-20	10-15
<u>Mekanik özellikler</u>		
Kopma mukavemeti (N/mm ²)	20-30	30-40
Başlangıç modülü (GPa)	3-4	2-3

Akrilik/polyester karışımli lif ilavesinin harç numunelerinin mekanik özellikleri, yalıtım ve mikro yapı üzerindeki etkisini araştırmak amacıyla, bu deneysel çalışmada 8 farklı harç karışımı oluşturulmuştur. Oluşturulan harç karışımlarının 4 tanesi %100 çimentodan, diğer 4 tanesi ise ağırlıkça çimento (%50) ve cürufan (%50) oluşan ikili bağlayıcı karışım ile hazırlanmıştır. Çizelge 3'te üretilen harç numunelerine ait karışım oranları görülmektedir. Numuneler; N-0, N-0.5, N-1, N-1.5, NU-0, NU-0.5, NU-1 ve NU-1.5 olarak kodlanmıştır. Lif içermeyen ve tek bağlayıcı kullanılan numune N-0 olarak, lif içermeyen ve ikili bağlayıcı karışım kullanılan numune NU-0 olarak kodlanmıştır. Sondaki "0", "0.5", "1" ve "1.5" etiketleri harç karışımına eklenen lif miktarını yüzde olarak göstermektedir. Karışım oranları Çizelge 3.'de verilmiştir.

Çizelge 3. Karışım oranları

Karışım	Çimento (gr)	Uçucu Kül (gr)	Kum (gr)	Su (gr)	Lif (gr)
N-0	450	-	350	225	-
N-0.5	450	-	350	225	2,25
N-1	450	-	350	225	4,50
N-1.5	450	-	350	225	6,75
NU-0	225	225	350	225	-
NU-0.5	225	225	350	225	2,25
NU-1	225	225	350	225	4,50
NU-1.5	225	225	350	225	6,75

Numunelerin hazırlanmasında hidrolik bağlayıcı olarak TS EN 197-1 standardına uygun olarak üretilmiş olan CEM I-42.5/R tipi Portland Çimentosu (PÇ) ve Uçucu kül kullanılmıştır. Agrega

olarak standartlara uygun rilem kumunun kullanıldığı harçlarda lif olarak ise akrilik polyester kullanılmıştır. Akrilik/polyester karışımı lif numunesinin görseli Şekil 1’de gösterilmiştir. Yapılan deneylerin hepsinde 40x40x160 mm boyutlarında numuneler hazırlanmıştır. Deneysel çalışmalar toplamda 8 seri harç karışımı üzerinde yapılmıştır. Bu karışımlardan iki tanesi kontrol karışımı olup diğerleri akrilik/polyester lifli karışımlardır. Harçlar, üretimlerini takiben 24 saat sonra kalıptan alınıp 20 ± 2 °C kirece doygun kür havuzlarında 28 gün kür edilmişlerdir (Şekil 2). Bir gün laboratuar ortamında bekletilen harçlar üzerinde 28 günlük basınç ve eğilme dayanımı testleri gerçekleştirilmiştir. Hazırlanan numuneler üzerinde TS EN 12390-3 standardına göre basınç dayanım testi, TS EN 12390-5 standardına göre eğilme dayanım testi yapılmıştır [13-14]. 28 günlük basınç dayanımı testinden kalan numunelerin ısı iletkenlik katsayıları, ASTM C 1113-09 [15] standardına göre QTM-500 cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Her numunenin ısı iletkenlik katsayısı çeşitli konumlar için beş kez test edilmiştir. Akrilik/polyester lif içeren ve kontrol numuneleri üzerinde mikroyapı incelemeleri Afyon Kocatepe Üniversitesi, Teknolojik Uygulama ve Araştırma Merkezi (TUAM)’nde bulunan LEO 1430 VP model W (Tungsten) filament ile çalışan taramalı elektron mikroskobu (SEM) cihazında yapılmıştır. Tüm seriler için SEM görüntüleri alınmıştır. Numuneler kırık yüzeyli hazırlanmış olup, yüzeyleri altın ile kaplanmıştır.



Şekil 1. Akrilik polyester lif

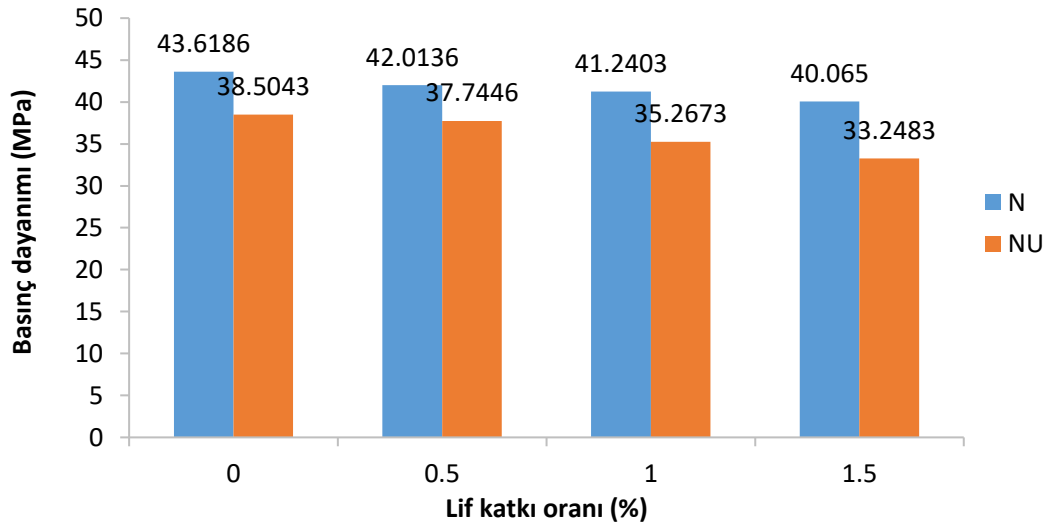


Şekil 2. Hazırlanan numuneler ve kür havuzu

3. DENEY SONUÇLARI

3.1. Basınç Deneyi Sonuçları

Tahribatlı test yönteminde harç numuneler için tek eksenli basınç deneyi yapılmıştır. Tek eksenli basınç deneyi TSE EN 12390-3 standardı ve deneylerde kullanılan deney aleti TS EN 12390-4 standartına uygun olarak yapılmıştır. [16-17] Tek eksenli basınç deney için Uşak Üniversitesi Yapı Malzemeleri Laboratuvarında bulunan tek eksenli basınç presi kullanılmıştır. Harç numunelerinin 28. günlük basınç dayanımları ölçüm sonuçları Şekil 3'te verilmiştir.



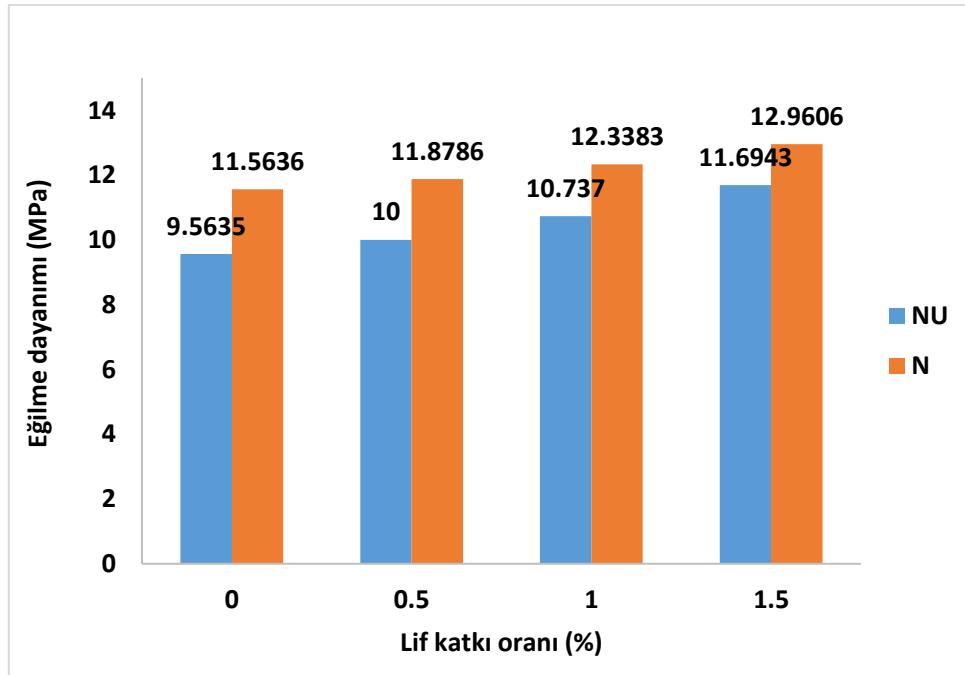
Şekil 3. Basınç dayanımı test sonuçları

Sıfır lif katkısı içeren N-0 kontrol numunesi, 28 günlük kürleme periyodundan sonra 43.6186 MPa'lık bir mukavemet değerine, sıfır lif katkısı içeren NU-0 kontrol numunesi de 38.5043 MPa'lık bir mukavemet değerine ulaşmıştır. Çimento ile oluşturulan harç karışımlarına %0.5, %1 ve %1.5 içerik oranlarında lif eklenmesi basınç dayanımında sırasıyla %3.67, %5.45 ve

%8.14 oranında azalmaya, çimento ve uçucu kül ile oluşturulan harç karışımlarına %0.5, %1 ve %1.5 içerik oranlarında lif eklenmesi basınç dayanımında sırasıyla %1,97, %8,40 ve %13,65 oranında azalmaya neden olmuştur. Şekil 3'ten görüldüğü üzere, 28 günlük harç numunelerinin dayanımı, lif katkı oranı ne kadar yüksekse basınç dayanımının o kadar düşük olduğu yönünde bir eğilim göstermiştir.

3.2. Eğilme Deneyi Sonuçları

Kiriş numuneler için 3 nokta eğilme deneyi uygulanmıştır. $40 \times 40 \times 160$ cm boyutundaki harç numuneleri için Eğilme deneyi TSE EN 12390-5 standartına uygun olarak yapılmıştır [18]. Üç eksenli basınç deney için Uşak Üniversitesi Yapı Malzemeleri Laboratuvarında bulunan üç eksenli basınç presi kullanılmıştır. Harç numunelerinin 28. günlük eğilme dayanımları ölçüm sonuçları Şekil 4'de verilmiştir.



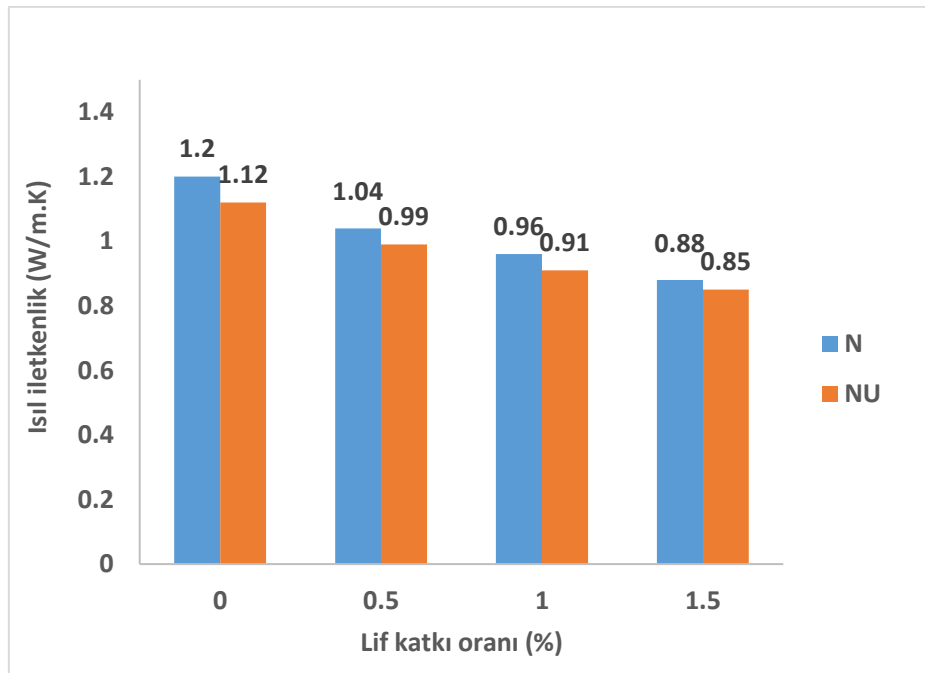
Şekil 4. Eğilme dayanımı test sonuçları

Sıfır lif katkısı içeren N-0 kontrol numunesi, 28 günlük kürleme periyodundan sonra 11.5636 MPa'lık bir eğilme dayanımı değerine, sıfır lif katkısı içeren NU-0 kontrol numunesi de 9.5635 MPa'lık bir eğilme dayanımı değerine ulaşmıştır. Çimento ile oluşturulan harç karışımlarına %0.5, %1 ve %1.5 içerik oranlarında lif eklenmesi eğilme dayanımında sırasıyla %2.72, %6.69 ve %12.08 oranında artışa, çimento ve uçucu kül ile oluşturulan harç karışımlarına %0.5, %1 ve %1.5 içerik oranlarında lif eklenmesi basınç dayanımında sırasıyla %4.56, %12.27 ve

%22.28 oranında artışa neden olmuştur. Şekil 3'ten görüldüğü üzere, 28 günlük harç numunelerinin eğilme dayanımı, lif katkı oranı ne kadar yüksekse eğilme dayanımının o kadar yüksek olduğu yönünde bir eğilim göstermiştir.

3.3. Isı İletkenlik Deneyi Sonuçları

Çeşitli ısı yalıtım malzemelerin ısı iletkenliği 2 yöntemle ölçülür. Bunlar kararlı durum ve geçiş durumudur. Biz ise bu yöntemlerden kararlı durum yöntemini kullanarak QTM-500 cihazını kullandık. Kararlı durum yönteminde genellikle ısıtmalı plaka yöntemi kullanılır. Bu yöntemle ısıtılmış bir plakanın her iki tarafına simetrik olarak yerleştirilen plaka şeklindeki numunenin ortalama ısı iletkenliği bulunur. Numunelerin ısı iletkenliği deneyi sonuçları Şekil 5'te verilmiştir.



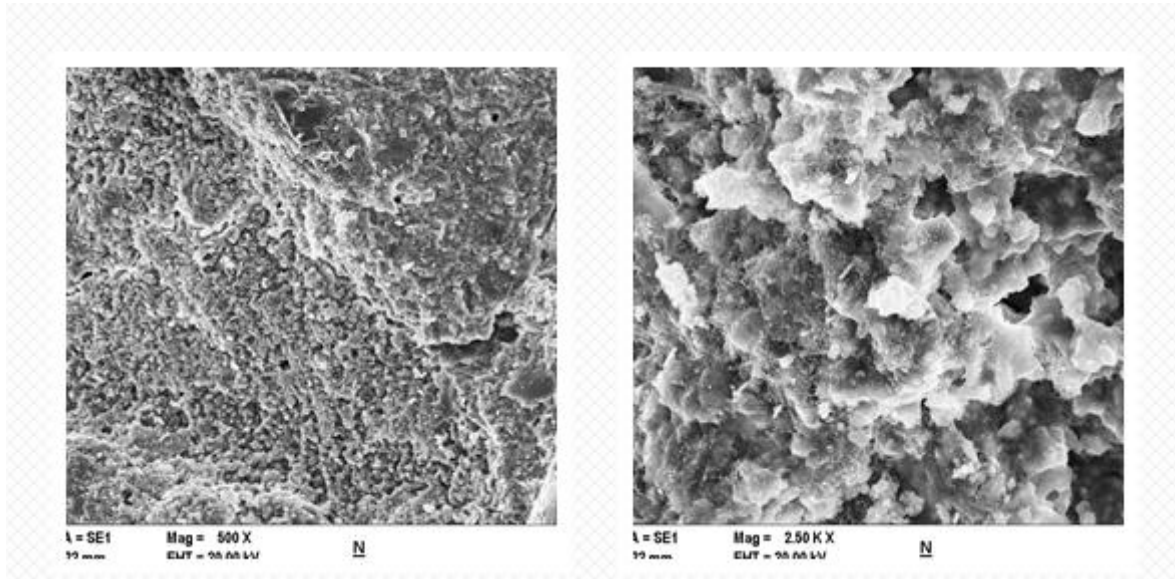
Şekil 5. Isıl iletkenlik test sonuçları

Sıfır lif katkısı içeren N-0 kontrol numunesinin ısı iletkenlik değeri 1.2 W/mK değerine, sıfır lif katkısı içeren NU-0 kontrol numunesi de 1.12 W/m.K'lik bir ısı iletkenlik değerine ulaşmıştır. Çimento ile oluşturulan harç karışımlarına %0.5, %1 ve %1.5 içerik oranlarında lif eklenmesi yalıtkanlık değerlerinde sırasıyla %13.33, %20 ve %26.66 oranında artışa, çimento ve uçucu kül ile oluşturulan harç karışımlarına %0.5, %1 ve %1.5 içerik oranlarında lif eklenmesi yalıtkanlık değerlerinde sırasıyla %11.6, %18.75 ve %24.1 oranında artışa neden

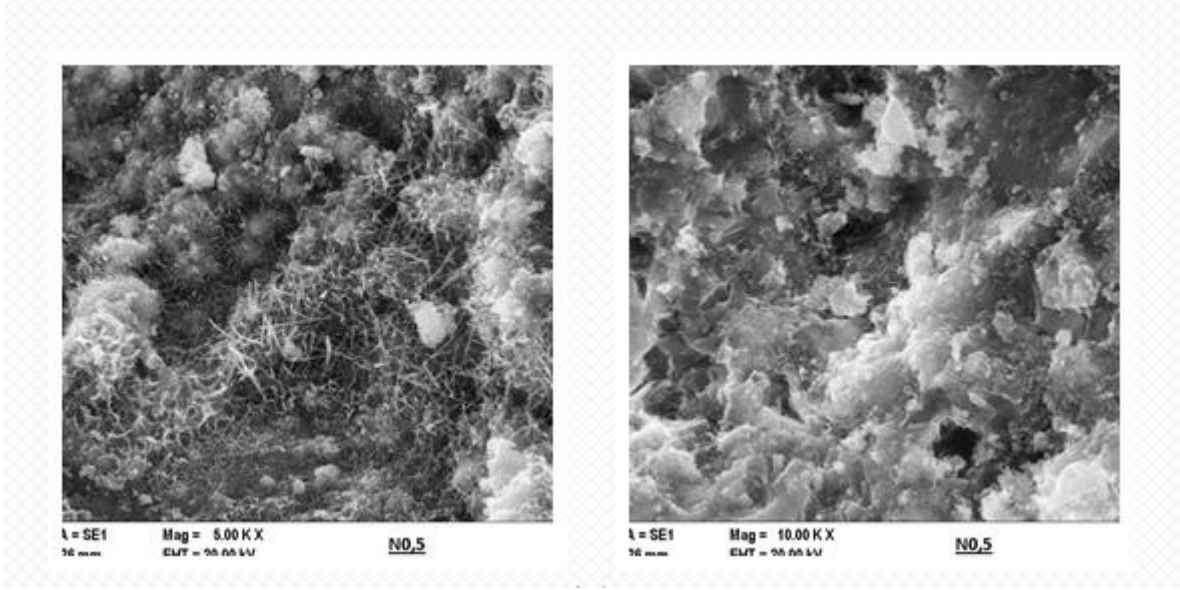
olmuştur. Şekil 3'ten görüldüğü üzere, lif katkı oranı ne kadar yüksekse yalıtkanlık değerlerinin o kadar yüksek olduğu yönünde bir eğilim göstermiştir.

3.3. SEM Analiz Sonuçları

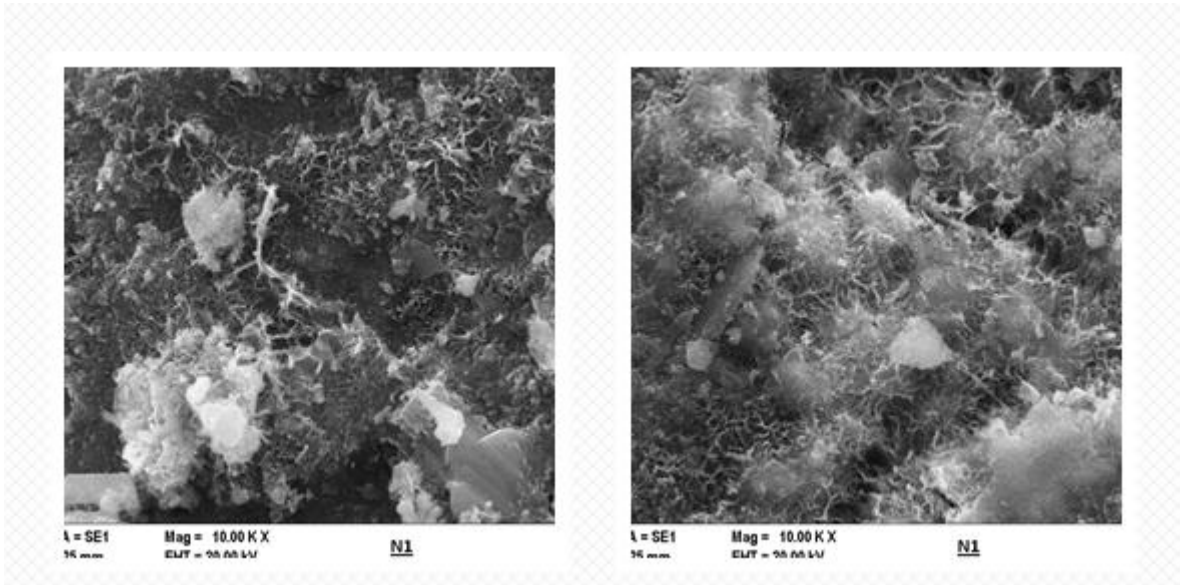
SEM analiz deneyinde numunelerin kırılma yüzeyinde alınan numunelerin elektron mikroskobu görüntüleri alınarak mikro yapı incelemesi yapıldı. Liflerin kırılma sonrası yüzey özellikleri ve matris ile birleşim yerindeki mikro yapının deney sonrası durumları görüntülenerek, liflerin mekanik davranışları hakkında mikro ölçekte değerlendirmeler yapıldı. Sem analiz sonuçları aşağıdaki şekillerde verilmiştir. Çimento harçlı numunelerin SEM görüntüleri Şekil 6'da, % 0,5 lif içeren çimento harçlı numunelerin SEM görüntüleri Şekil 7'de, % 1 lif içeren çimento harçlı numunelerin SEM görüntüleri Şekil 8'de, % 1 lif içeren çimento harçlı numunelerin SEM görüntüleri Şekil 9'da verilmiştir. Çimento ve uçucu kül harçlı numunelerin SEM görüntüleri Şekil 10'da, % 0,5 lif içeren çimento ve uçucu kül harçlı numunelerin SEM görüntüleri Şekil 11'de, % 1 lif içeren çimento ve uçucu kül harçlı numunelerin SEM görüntüleri Şekil 12'de ve % 1,5 lif içeren çimento ve uçucu kül harçlı numunelerin SEM görüntüleri ise Şekil 13'te verilmiştir.



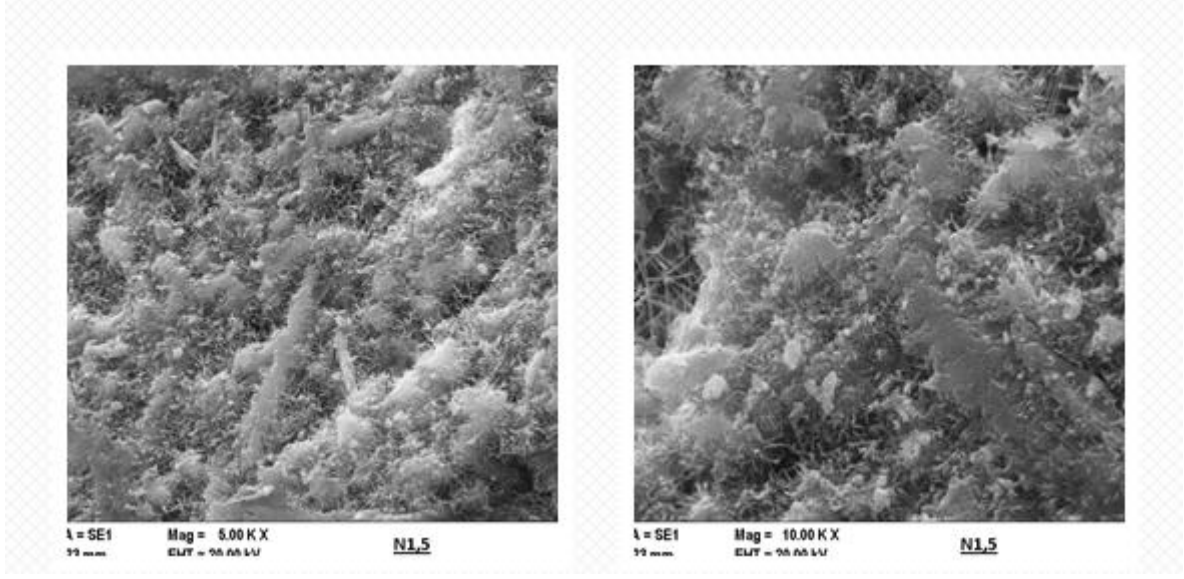
Şekil 6. Çimento harçlı numunelerin SEM görüntüleri



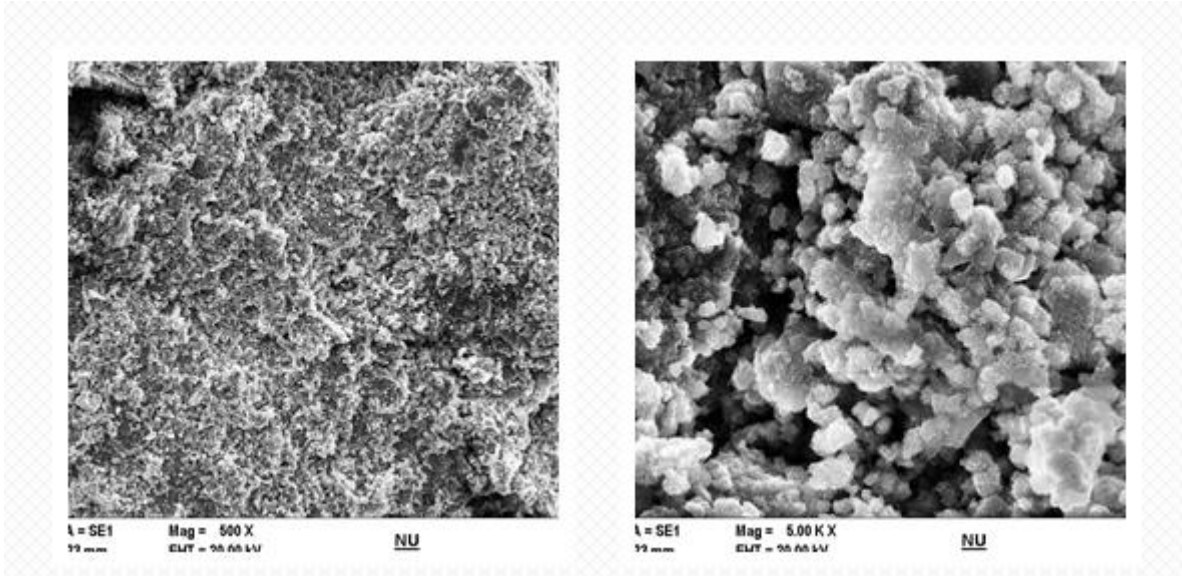
Şekil 7. % 0,5 lif içeren çimento harçlı numunelerin SEM görüntüleri



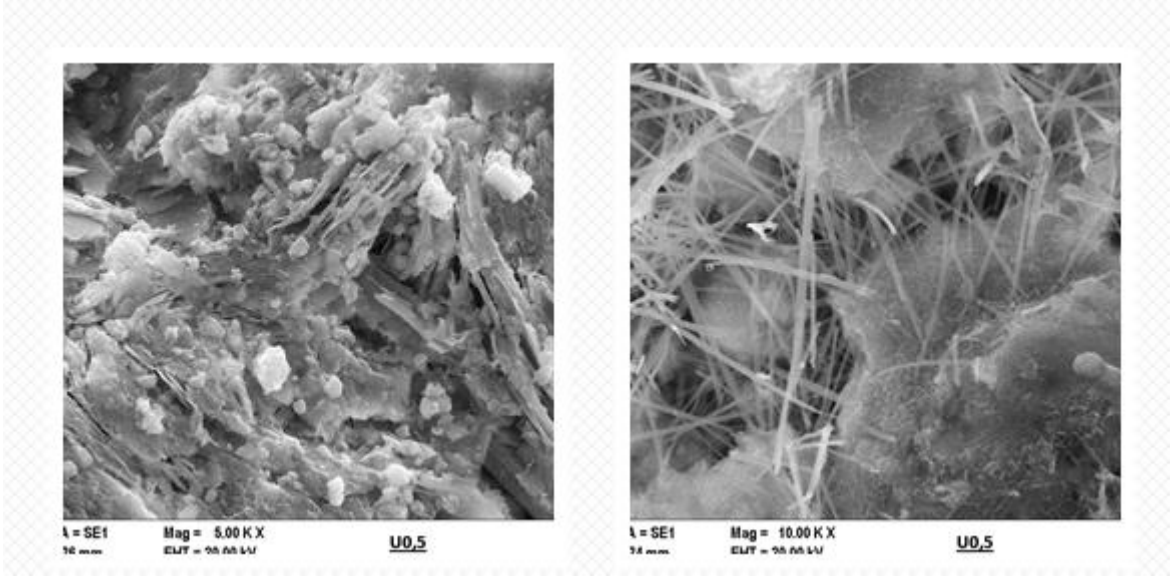
Şekil 8. %1 lif içeren çimento harçlı numunelerin SEM görüntüleri



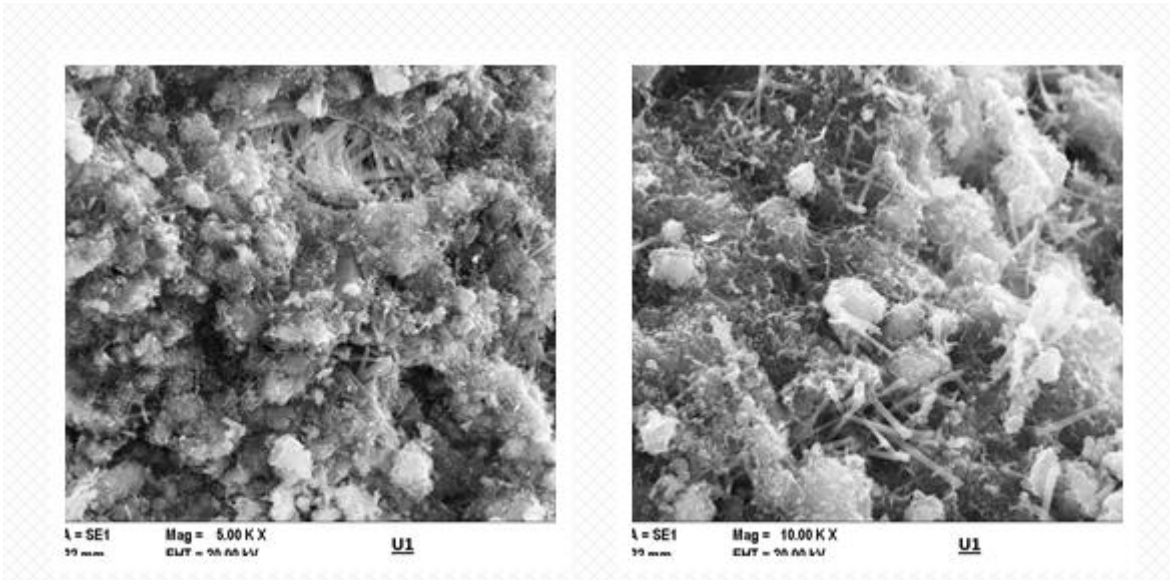
Şekil 9. %1,5 lif içeren çimento harçlı numunelerin SEM görüntüleri



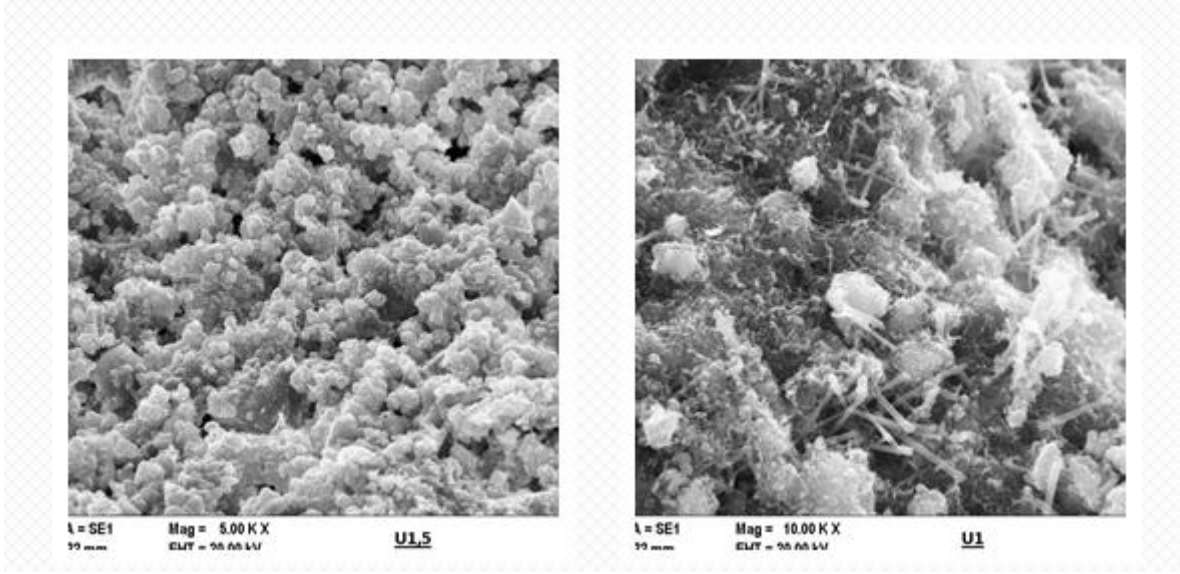
Şekil 10. Çimento ve Uçucu kül harçlı numunelerin SEM görüntüleri



Şekil 11. % 0,5 lif içeren çimento ve uçucu kül harçlı numunelerin SEM görüntüleri



Şekil 12. % 1 lif içeren çimento ve uçucu kül harçlı numunelerin SEM görüntüleri



Şekil 14. % 1,5 lif içeren çimento ve uçucu kül harçlı numunelerin SEM görüntüleri

4. SONUÇLAR

Bu çalışma, akrilik/polyester lifi ilavesinin harç numunelerinin mekanik, ısı yalıtım özellikleri ve mikro yapı morfolojisi üzerindeki etkisinin deneysel bir araştırmasını sunmaktadır.

Çalışmadan aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

- Katkı oranı ile orantılı olarak akrilik/polyester lifi içeriği basınç dayanımı değerinde azalmaya neden olmaktadır. Fakat bu azalma standartların içerisinde kalmaktadır.
- Katkı oranı ile orantılı olarak akrilik/polyester lifi içeriği eğilme dayanımı değerlerinde önemli oranda artışa neden olmaktadır. Ayrıca, akrilik/polyester lifi içeriğinin %0.5'ten %1.5'e çıkarılması, eğilme dayanımında artışa yol açmaktadır.
- Katkı oranı ile orantılı olarak akrilik/polyester lifi içeriği yalıtkanlık değerlerinde önemli oranda artışa neden olmaktadır. Ayrıca, akrilik/polyester lifi içeriğinin %0.5'ten %1.5'e çıkarılması, yalıtkanlık değerlerinde artışa yol açmaktadır.

Bu deneysel çalışmada, son yıllarda sentetik bazlı materyaller arasında önemli hammadde kaynakları olarak öne çıkan akrilik/polyester karışımli lif kullanılmıştır. Bu liflerin kullanımı günümüzde inşaat sektöründe hem mekanik performans hem de yalıtım performansı açısından önemlidir. Özellikle, inşaat sektöründe bu performansları teşvik etmek amacıyla, sentetik bazlı bu liflerin düşük içeriğini harç karışımlarına entegre etmek faydalı bir tasarım yaklaşımı olarak görünmektedir.

5. KAYNAKLAR

- [1] Khan, M., McNally, C. A. (2023). Holistic review on the contribution of civil engineers for driving sustainable concrete construction in the built environment. *Developments in the Built Environment*, 16100273.
- [2] Bostancı, L. (2022). Atık cam tozu içeren alkali-aktive edilmiş cüruf harçlarının mekanik, por yapısı, termal yalıtkanlık ve mikro yapı özellikleri. *Politeknik Dergisi*, 25(1): 75-87.
- [3] Poletanovic, B., Katalin Kopecsko, K., Merta, I. (2024). Fibre hornification improves the long-term properties of hemp fibre-reinforced fly ash-based geopolymer mortar. *Construction and Building Materials*, 446, 137957.
- [4] Ünal, M.T., Şimşek O. (2022) Çimento Harçlarında Optimum Uçucu Kül ve PVA Lif Oranının Belirlenmesi. *Politeknik Dergisi*, 25(2) : 477-489.
- [5] Falkner, H., Huang, Z., Teutsch, M., (1995). Comparative Study of Plain and Steel Fibre Reinforced Concrete Graund Slab, *Concrete International*, 45-5.
- [6] Craig, R. J. Parr, J. A. Germain, E. Mosquera, V. Kamilaes, S. (1986). Fiber Reinforced Beams in Torsio , *ACI Journal*.
- [7] Şimşek, S. 1997). Lifli Beton Üzerine Bir Çalışma, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Haziran.
- [8] Korkut, F., Türkmenoğlu, Z.F. Taymuş, R.B., Güler, S. (2017). Çelik ve Sentetik Liflerin Kendiliğinden Yerleşen Betonların Taze Ve Mekanik Özellikleri Üzerine Etkisi, *ÖHÜ Müh. Bilim. Derg. / OHU J. Eng. Sci.*, 6(2): 560- 570.
- [9] Yılmaz, A. (2020). *Advanced Composite Materials*. Journal of Materials Science.
- [10] Smith, B., & Jones, C. (2019). *Reinforcement of Concrete with Synthetic Fibers*. Construction Materials Journal.
- [11] Doe, J. (2021). *Durability of Fiber-Reinforced Concrete*. International Journal of Civil Engineering
- [12] TS EN 197-1, Çimento- Bölüm 1: Genel Çimentolar Bileşim, Özellikler ve Uygunluk Kriterleri, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- [13] TS EN 12390-3, Beton - Sertleşmiş beton deneyleri - Bölüm 3: Deney numunelerinin basınç dayanımının tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- [14] TS EN 12390-5, Beton - Sertleşmiş beton deneyleri - Bölüm 5: Deney numunelerinin eğilme dayanımının tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

[15] ASTM C1113/C1113-09 (2009) Standard test method for thermal conductivity of refractories by hot wire (Platinum Resistance Thermometer Technique). ASTM International, West Conshohocken, PA

[16] TS EN 12390-3, Beton- Sertleşmiş Beton Deneyleri- Bölüm 3: Deney Numunelerinde Basınç Dayanımı Tayini”, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

[17] TS EN 12390-4, Beton- Sertleşmiş Beton Deneyleri- Bölüm 4: Basınç Dayanımı- Deney Makinalarının Özellikleri”, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

[18] TS EN 12390-5, Beton- Sertleşmiş Beton Deneyleri- Bölüm 5: Deney Numunelerinin Eğilme Dayanımı Tayini”, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.