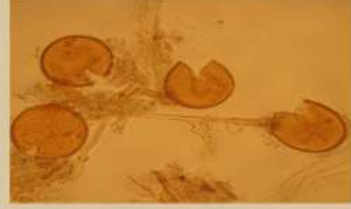


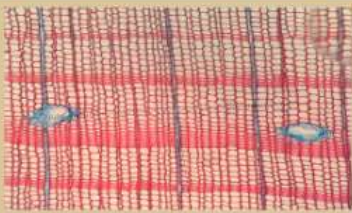


BARTIN ÜNİVERSİTESİ
ULUSLARARASI FEN BİLİMLERİ DERGİSİ

JONAS



$$\begin{aligned} \operatorname{tg} 2x &= \frac{2 \operatorname{tg} x}{1 - \operatorname{tg}^2 x} & \operatorname{tg} x &= \frac{\sin x}{\cos x} \\ \lambda x - y + z &= 1 \\ x + \lambda y + z &= \lambda \\ x + y + \lambda z &= \lambda^2 \end{aligned}$$
$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\sqrt{n^2+1} + n}{\sqrt[3]{3n^2+2n-1}}$$
$$\frac{a}{\sin \alpha} = \frac{b}{\sin \beta} = \frac{c}{\sin \gamma}$$



Bartın University International Journal of Natural
and Applied Sciences

Bartın Üniversitesi Uluslararası Fen Bilimleri Dergisi

Bartın University International Journal of Natural And Applied Sciences (JONAS)

Publisher and Editor's Office

Bartın University
Institute of Science
1st Floor, Agdaci District, Agdaci Campus
74100 Bartın-Turkey
Tel: +90(378) 223 5422, Fax: +90(378) 2235424
E-mail: jonas@bartin.edu.tr

Editor-in-Chief

Hatice Selma ÇELİKİYAY, *Prof.*

Co-editor and Technical Editor

Şahin PALTA, *Assoc. Prof.*
Emrah ALTUN, *Assoc. Prof.*
Pınar BOLLUKCU, *Assoc. Prof.*
Parham TASLİMİ, *Assoc. Prof.*
Pelın KEÇECİOĞLU DAĞLI, *Assist. Prof.*

Editorial Board

Afer ALİFOV
Baku Engineering University, Azerbaijan.

Ahmet Alper BABALIK
Applied Sciences University of Isparta, Turkey.

Ahmet KARADAĞ
Yozgat University, Turkey.

Ahmet TUTUŞ
Kahramanmaraş University, Turkey.

Aysel USLU
Ankara University, Turkey.

Azize Toper KAYGIN
Bartın University, Turkey.

Azmihan AZİMOV
Azerbaijan University of Architecture and Construction,
Azerbaijan.

Barbaros YAMAN
Bartın University, Turkey.

Bülent KAYGIN
Bartın University, Turkey.

Cemil ALKAN
Gaziosmanpaşa University, Turkey.

Ercan TUNÇ
Gaziosmanpaşa University, Turkey.

Gonzalo Martinez BARRERA
Autonomous University of the State of Mexico, Mexico

Hamit AYBERK
İstanbul University, Turkey.

Harun PARLAR
Technical University of Munich, Germany.

İclal DİNÇER
Yıldız Technical University, Turkey.

İlham PİRMAMEDOV
Azerbaijan Technical University, Azerbaijan.

İsa HALİLOV
Azerbaijan Technical University, Azerbaijan.

İsmet Dasedmir
Bartın University, Turkey.

Joan Jose del Coz DIAZ
University of Oviedo, Spain.

Lokman ÖZTÜRK
Gaziosmanpaşa University, Turkey.

Mahfuz ELMASTAŞ
University of Health Sciences, Turkey.

Mustafa Sabri GÖK
Bartın University, Turkey.

Nilgül KARADENİZ
Ankara University, Turkey.

Oğuzhan SARIKAYA
Bursa Technical University, Turkey.

Orhan UZUN
Bartın University, Turkey.

Osman GENCEL

Bartın University, Turkey.

Ömer KARA
Karadeniz Technical University, Turkey.

Sabir ORUCOV
Baku Engineering University, Azerbaijan.

Sebahat AÇIKSÖZ
Bartın University, Turkey.

Selma ÇELİKİYAY
Bartın University, Turkey.

Selman KARAYILMAZLAR
Bartın University, Turkey.

Witold BROSTOW
University of North Texas, U.S.A.

JONAS is a peer reviewed journal which is published twice in a year (July and December) and only published as online. Original researches and invited review papers in English and Turkish are accepted to publication in the JONAS. The manuscripts submitted to the JONAS are double-blind peer reviewed, and the review process is completed in 30 days. According to the reviewers' comments, the submitted manuscripts are accepted or rejected. Manuscripts must be submitted with the understanding that they have not been published elsewhere and are not currently under consideration by another journal. JONAS is an open access journal, and provides immediate open access to its content on the principle that making research freely available to the public supports a greater global exchange of knowledge. Publishing in JONAS is free of charge.

Bartın University International Journal of Natural and Applied Sciences should be abbreviated as JONAS.

JONAS is open access, and the JONAS provides immediate open access to its content on the principle that making research freely available to the public supports a greater global exchange of knowledge. All articles in this journal are available free of charge from <http://dergipark.gov.tr/jonas>.

Both the University of Bartın and Institute of Science do not accept responsibility for the statements made or for the opinions expressed in the Bartın University International Journal of Natural and Applied Sciences (JONAS). The university makes no representation or warranty of any kind, concerning the accuracy, completeness, suitability or utility of any information, apparatus, product or processes discussed in this publication; therefore it assumes no liability. Except for fair copying, no part of this publication may be produced, stored in a retrieval system in any form or by any means electronic, mechanical, etc. or otherwise without the prior written permission of the JONAS and without reference.

Bartın Üniversitesi ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Bartın Üniversitesi Uluslararası Fen Bilimleri Dergisi (JONAS) yayınlarında varılan sonuçlar veya fikirlerin sorumluluğunu taşımamaktadır. Üniversitenin, bu yayında ileri sürülen bilgi, alet, ürün ya da işlevlerin doğruluğu, bütünlüğü, uygunluğu ve kullanılabilirliği konusunda bir yüklenimi ve iddiası bulunmamaktadır. Bu sebeple herhangi bir nedenle sorumlu tutulamaz. Bu yayının herhangi bir kısmı, JONAS'ın yazılı izni olmadıkça kaynak gösterilmeden yayımlanamaz, bilgi saklama sistemine alınamaz veya elektronik, mekanik vb. sistemlerle çoğaltılamaz.

Contents

<u>Articles</u>	<u>Pages</u>
Interactions of Lycopene, a Carotenoid Found in Tomato, with Probiotic Bacteria..... <i>Domateste Bulunan Karotenoidlerden Olan Likopenin Probiyotik Bakteriler ile Etkileşimleri</i> Ebru KÖROĞLU, Hasan Ufuk ÇELEBİOĞLU	1-11
Design of a Composite Armor and Investigation of Its Ballistic Resistance <i>Kompozit Zırh Tasarımı ve Balistik Direncinin İncelenmesi</i> Yılmaz KÜÇÜK, Berk Kaan ÇELİK	12-20
The Effect of Pine Tree Resin on the Thermal and Mechanical Properties of Plaster with Expanded Clay..... Ayşe BİÇER*, Hatice YEŞİLKAYA	21-34
Performance of Boron Nitride Nanosheets in Dye Adsorption: A Mini-Review Gamze ÖZÇAKIR	35-39
Synthesis and Functional Properties of Diphenylamine-Containing Schiff Bases..... Hasan Ufuk CELEBIOGLU, Recep TAS, Ebru KOROGLU, Sevilay GÜNAY, Yavuz ERDEN	40-55
An Assessment on Wildlife Feeding <i>Yaban Hayatı Beslemesi Üzerine Bir Değerlendirme</i> Nuri Kaan ÖZKAZANÇ, Burak YİĞİT	56-69
The Evaluation of The Social Structure of Stadiums in the City in Terms of Türkiye <i>Stadyumların Kentteki Sosyal Yapılanmasının Türkiye Açısından Değerlendirilmesi</i> Ece BÜLBÜL, Ruşen YAMAÇLI	70-82
Comparative Analysis of the Visual Images of Traditional Mosques over Modern Mosques..... Esma KİŞMİROĞLU, Serhat ANIKTAR	83-98
Visual Perception Analysis of Culturel Centers as Urban Symbols..... <i>Kent Simgesi Kültür Merkezlerinin Görsel Algı Analizi</i> Özlem KAHRAMAN, Serhat ANIKTAR	99-108

DOMATESTE BULUNAN KAROTENOİDLERDEN OLAN LİKOPENİN PROBİYOTİK BAKTERİLER İLE ETKİLEŞİMLERİ

Ebru Köroğlu¹, Hasan Ufuk Çelebioğlu^{1*}

¹ Bartın Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoteknoloji Anabilim Dalı, 74100, BARTIN

Öz

İnsanların doğal ve besleyici gıdalara olan ilgisi son yıllarda iyice artmıştır. Günümüzde meyve ve sebzeler sadece beslenme amacının dışında hastalıklardan korunmak, sağlıklı yaşamak, ve tedavi edici özellikleri de göz önüne alınarak tüketilmektedir. Bu nedenle meyve ve sebzeler, içerikleri bakımından da tercih edilmektedir. Domatesten (*Solanum lycopersicum*) adını alan likopen, başta domates olmak üzere çeşitli bitkilerde bulunan kırmızı renkli karotenoid bir pigmenttir. Likopen *in vitro* ortamlarda güçlü bir antioksidan özellik gösterir, *in vivo* ortamlarda ise DNA, protein ve lipitlerin oksidasyonuna karşı koruyucu olmasının yanı sıra kanser tedavisinde apoptozu indüklemek, DNA hasarını azaltmak, oksidatif stresi önlemek, metastazı azaltmak ve kanser hücre siklusunu bozmak gibi çok hedefli aktiviteleri de bulunmaktadır.

Lactobacillus acidophilus ve *Lacticaseibacillus rhamnosus*, probiyotikler arasında çok çalışılan, popüler mikroorganizmalar arasındadır. Özellikle sindirim sisteminde, *Lactobacillus acidophilus* ve *Lacticaseibacillus rhamnosus* gibi probiyotik bakterilerin varlığı, bağırsak florasını olumlu yönde etkileyerek sindirimi kolaylaştırabilir ve bağışıklık sisteminin güçlenmesine yardımcı olabilir. Bu probiyotiklerin yararlı etkileri, bitkisel kaynaklı bileşiklerle ve vücudumuzdaki faydalı mikroorganizmalarla etkileşimleri sayesinde artabilir.

Bu çalışmanın amacı insan diyetinde yer alan meyve ve sebzelerde doğal olarak bulunan ve birçok yararlı etkisiyle birlikte likopenin insan sağlığı için önemli olan probiyotik bakteriler *Lacticaseibacillus rhamnosus* ve *Lactobacillus acidophilus* üzerine etkilerini araştırmaktır.

Çalışmada, probiyotik bakteriler üzerinde etkileşim gösteren likopenin bakteriyel gelişim kinetiği, bakteriyel otoagregasyon, bakteriyel yüzey hidrofobisitesi ve mukus adezyon testi üzerine araştırma yapılmıştır.

Çalışma sonuçları, likopenin probiyotik bakterilerin yüzey hidrofobisitesinde ve mukus adezyon testinde önemli bir değişikliğe sebep olmadığını, otoagregasyon özellikleri üzerinde doza bağlı artışların olduğunu göstermiştir.

Anahtar kelimeler: Adezyon, karotenoid, laktik asit bakterileri, likopen, probiyotik.

INTERACTIONS OF LYCOPENE, A CAROTENOID FOUND IN TOMATO, WITH PROBIOTIC BACTERIA

Extended Abstract

People's interest in natural and nutritious foods has increased in recent years. Today, fruits and vegetables are consumed not only for nutritional purposes, but also for protection from diseases, healthy living, and therapeutic properties. For this reason, fruits and vegetables are also preferred in terms of their content. Lycopene, named after tomato (*Solanum lycopersicum*), is a red carotenoid pigment found in various plants, especially tomatoes. Lycopene shows strong antioxidant properties *in vitro*, and *in vivo*, in addition to being protective against oxidation of DNA, proteins and lipids, it also has multi-targeted activities such as inducing apoptosis, reducing DNA damage, preventing oxidative stress, reducing metastasis and disrupting cancer cell cycle in cancer treatment.

Lactobacillus acidophilus and *Lacticaseibacillus rhamnosus* are among best researched and popular microorganisms among probiotics. Especially in the digestive system, the presence of probiotic bacteria such as *Lactobacillus acidophilus* and *Lacticaseibacillus rhamnosus* can positively affect the intestinal flora, facilitate digestion and help strengthen the immune system. The beneficial effects of these probiotics may be enhanced by

*Sorumlu Yazar (Corresponding Author):

Hasan Ufuk CELEBIOĞLU; Bartın University, Faculty of Science, Department of Biotechnology 74100, Bartın-Turkey.

Geliş (Received) : 27.03.2023

Kabul (Accepted) : 28.04.2023

Basım (Published) : 31.07.2023

their interaction with plant-derived compounds and beneficial microorganisms in our body. Thus, the aim of this study is to investigate the effects of lycopene, which is naturally found in fruits and vegetables in the human diet and has many beneficial effects, on probiotic bacteria *Lacticaseibacillus rhamnosus* and *Lactobacillus acidophilus*, which are important for human health. For this, we investigated the effects of lycopene on bacterial growth kinetics, bacterial autoaggregation, bacterial surface hydrophobicity and mucus adhesion of the probiotic bacteria.

The results showed that lycopene did not cause a significant change in the surface hydrophobicity and mucus adhesion of probiotic bacteria. On the other hand, there were dose-related increases on the autoaggregation properties of these probiotic bacteria. In conclusion, it has been observed that different concentrations of lycopene may have different effects on probiotic bacteria. The results also support the hypothesis that carotenoids may influence the physiological effects of probiotic bacteria in a dose-dependent manner.

Keywords: Adhesion, carotenoid, lactic acid bacteria, lycopene, probiotics.

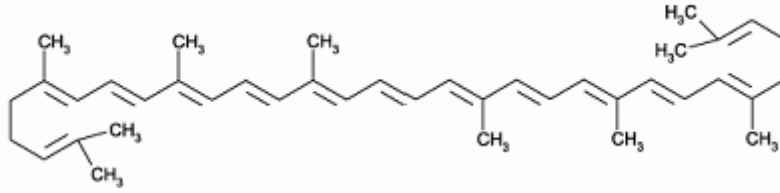
1. Giriş

Karotenoidler bakteri, alg, mantarlar ve bitkiler tarafından sentezlenen, hayvanlar ve insanlar tarafından sentez edilemeyip diyet aracılığıyla alınan bileşiklerdir (Tapiero vd., 2004). Karotenoidlerin bitkilerde bilinen 600 formu bulunmaktadır ve bitkilere farklı renkler sağlamaktadırlar. Ayrıca meyve ve sebzelerde sarıdan kırmızıya kadar değişen renkleri veren pigmentli bileşikler ailesidir (Cadenas & Packer, 1996).

İnsanların diyetinde ve plazmasında en yaygın olarak bulunan karotenoidler arasında likopen, α -karoten, β -karoten, lutein, β -kriptoksantin ve α - tokoferol yer almaktadır (Giovannucci, 2002; Karadas vd., 2006; Sahin vd., 2010). Karotenoid ailesinin bir üyesi olan likopen en fazla domates (*Lycopersicon esculentum*)’te bulunmakta, bunun yanı sıra kuşburnu, papaya, karpuz, pembe greyfurt gibi meyve ve sebzelerde fazla miktarda bulunmaktadır (Giovannelli vd., 2002; Yaping vd., 2002). Domatesteki likopen miktarı, domatesin çeşitliliğine ve olgunluğuna bağlı olarak değişmektedir. Likopen, taze domatesteki protein ve liften oluşan bir matrikste bulunmaktadır fakat domatesin işlem gördüğü ürünlerde ısı ile işleminden kaynaklı olarak hücre duvarlarının parçalanması sonucu serbest kalmakta ve mide-bağırsak kanalı boyunca emilmektedir. Dolayısıyla domates ürünlerinde likopen oranı, taze domates konsantrasyonuna göre daha yüksektir (Parker, 1996; Hakala & Heionen, 1994). Yağda çözünen karotenler grubuna dahil olan likopen, hekzan, benzen, kloroform ve metilenklorid gibi organik çözücüler tarafından çözünebilir (Vasapollo vd., 2003) ancak metanol, etanol ve suda çözünmemektedirler (Grossman vd., 2004). Domates ve bazı domates ürünlerinin likopen içerikleri Tablo 1’de, likopenin kimyasal yapısı ise Şekil 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Domates ve domates ürünlerinin likopen içerikleri (Hobson & Grierson, 1996).

Domates ve Domates Ürünleri	Likopen İçeriği ($\mu\text{g/g}$ yaş ağırlık)
Domates	8.8-42.0
Isıl İşlem Görmüş Domates	37.0
Domates Suyu	50.0-116.0
Salça	54.0-1500.0
Domates Sosu	62.0
Domates Çorbası	79.9
Ketçap	99.0-134.4
Pizza Sosu	127.1
Domates Tozu	1126.3-1264.9



Şekil 1. Likopenin Kimyasal Yapısı

Probiyotikler, insan sağlığını olumlu yönde etkileyen canlı mikroorganizmalar olan bağırsak mikrobiyal dengesini düzenleyen önemli bir gruptur. Laktik asit bakterileri, probiyotik mikroorganizmaların en yaygın ve en önemli grubunu oluşturmaktadır. (Uymaz, 2010). Probiyotik mikroorganizma içeren gıdalar fonksiyonel gıda olarak tanımlanmaktadır ve gıda pazarının önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. Tüketici bilincinin artması, dolayısıyla sağlıklı bir yaşam için diyetin öneminin daha iyi kavranması sonucu probiyotik gıdalara olan talep her geçen gün daha da artmaktadır (Çakır, 2003). Bir mikroorganizmanın probiyotik olması için; insan kaynaklı ve sindirime dayanıklı olması, patojeniteye sebep olmaması, sindirim sistemde kısa süreli de olsa yaşayabilmesi, bağırsak yüzeyine tutunabilmesi, antibiyotik direncinin bulunmaması, antimikrobiyal bileşikler üretebilmesi, bağışıklık sistemini uyarması, laktaz aktivitesine sahip olması, vitamin üretebilmesi gibi etkiler gösterebilmesi ve endüstriyel işlemlere dayanıklı olması gerekmektedir (Collins vd., 1998; Dunne vd., 2001; Önal, 2010; Uymaz, 2010; Erem vd., 2013; Kechagia vd., 2013; Çomak-Göçer & Ergin, 2016). Laktik asit bakterileri, gıda endüstrisinde yaygın olarak kullanılmalarının yanı sıra sağlıklı bir insan bağırsak florasının, özellikle *Bifidobacterium* ve *Lactobacillus* türleri, doğal bileşenleridir. *L. plantarum*, *L. rhamnosus*, *L. paracasei*, *L. acidophilus* ve *L. salivarius* gastrointestinal sistemdeki mukus tabakalarında bulunmakla birlikte probiyotiklerin en çok bilinenleri arasında *L. acidophilus* ve *L. rhamnosus* yer almaktadır (Alp & Ertürkmen, 2017). *L. acidophilus* LA-5, antimikrobiyal maddeler ve organik asitler gibi bileşenler üretmektedir. Bu bileşenler, gıda kaynaklı patojenleri ve bozulmaya neden olan organizmaları inhibe ederek gıdaların bozulmasını önlemektedir. *L. rhamnosus* GG ise, insan vücudundaki asidik ve bazik koşullara uyum sağlama kabiliyeti ile gastrointestinal sistemde ve diğer endüstriyel alanlarda kullanım alanına sahiptir. Ayrıca, laktaz enzimini üretebilir ve bu enzim sayesinde süt ürünlerinde bulunan laktoz şekerini laktik aside dönüştürebilmektedir (Gülgör & Özçelik, 2014).

İnsan diyetinde yer alan meyve ve sebzelerde doğal olarak bulunan likopen, bağırsak mikroflorasına etki ettiği ve insan vücudunda yaygın olarak bulunan karotenoid antioksidanlardan olduğu bilinmektedir. Aynı zamanda likopen, DNA'yı proteinleri ve lipitleri oksidasyona karşı koruyabilme, kanser tedavisinde oksidatif stresi azaltabilme, kronik hastalık riski (kardiyovasküler hastalıklar ve kanser) arasında negatif korelasyon oluşturduğu bilinmektedir (Ozkan vd., 2023). Likopen, bağırsak mikroflorası üzerinde etkili olabilir ve özellikle vücuda yararlı bakteriler için prebiyotik etkiler gösterebilir. Bu çalışma ile doğal karotenoidlerden olan likopenin *L. rhamnosus* GG ve *L. acidophilus* LA-5 üzerine *in vitro* etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaca ulaşmak için, bu probiyotik bakteriler, likopenin farklı konsantrasyonları ile çoğaltılmıştır ve likopenin bakteriyel gelişim kinetiği, bakteriyel otoagregasyonu, bakteriyel yüzey hidrofobisitesi ve mukuz adezyonu üzerine etkileri araştırılmıştır.

2. Materyal-Metot

2.1. Likopen Ekstraksiyonu

Likopen, Periago vd. (2004) geliştirdiği yöntemle göre ekstrakt edildi. Bunun için 1 gr salça, alüminyum folyo ile sarılmış 125 mL'lik bir şişede tartıldı. 1:1:1 oranlarda heksan/aseton/etanol karışımının elli mililitresi, karotenoidleri çözündürmek için şişeye ilave edildi. Numuneler 30 dakika çalkalanacak ve daha sonra 10 mL damıtılmış su eklendi. Solüsyon ayrı bir polar katmana ve likopen içeren polar olmayan bir katmana ayrılmak için bırakıldı. Likopen içeriği, 472 nm'de likopen heksan çözeltisinin absorpsiyonu ölçülerek elde edildi (Sharma & Le Maguer, 1998).

2.2. Probiyotik Bakterilerin Büyütülmesi ve Likopen ile Muamelesi

L. acidophilus ve *L. rhamnosus* bakterileri, aerobik ortamda, çalkalanmadan de Man, Ragosa, Sharpe (MRS) besiyerleri içerisinde, 37°C'de çoğaltıldı. Farklı Kültürler aynı bakteriyel stoktan, likopenin konsantrasyonları 0, 25,50, 100, 250 ve 500 µg/mL olacak şekilde MRS besiyerinde çalkalamasız büyütüldü (Celebioglu vd., 2018).

2.3. Likopenin Probiyotik Bakteri Büyüme Kinetiği Üzerine Etkileri

Bakteriler, bir kontrol grubu ve likopen muamelesi grubu olmak üzere iki gruba ayrıldı. Likopen kontrol grubuna konulmadı (sadece MRS), MRS besiyerinde işlem yapılacak gruplara değişen miktarlarda likopen eklenerek bakterilerin gelişimi her 4 saatte bir 600 nm dalgaboyundaki absorbanlarına bakılarak gözlemlendi. Bakteriyel gelişim kinetikleri bu sonuçlar doğrultusunda çıkarılarak likopenin büyüme kinetiği üzerine etkileri incelendi.

2.4. Bakteriyel Agregasyonun Belirlenmesi

Bakterilerin bağırsak mukozasına adezyonları için bakteriyel agregasyon önem taşımaktadır (Kos vd., 2003). Bakteri hücreleri, duraklama fazında (3200xg, 15 dk) harvest edildi ve PBS ile yıkandıktan sonra OD600 deeri yaklaşık .5 olan bir süspansiyon hazırlandı. Ardından, 4mL bakteriyel süspansiyonlar 10 saniye vorteksenerek falcon tüplerine aktarıldı ve 5 saat boyunca oda sıcaklığındaki inkübasyon sonrası otoagregasyon derecesi belirlendi. Her saat 0.1 mL süspansiyondan alındı ve içine 0.9 mL PBS eklenerek 600 nm'de absorban ölçüldü. Bu veriler kullanılarak otoagregasyon, $1 - (At/A_0) \times 100$ ile yüzdelik olarak hesaplandı (At, 1., 2., 3., 4, veya 5. saatlerdeki absorban değeri; A₀, 0. saatteki absorban değerini göstermektedir (Kos vd., 2003).

2.5. Bakterilerin Yüzey Hidrofobitesinin Solventlere Mikrobiyal Adhezyon Yöntemi İle Belirlenmesi

Bakteriler bağırsak mikroflorasının doğal üyeleridir ve yüzey hidrofobitesi diğer yüzeylere bağlanmalarında çok önemli bir rol oynamaktadır. Bakterilerin yüzey hidrofobitesi, Solventlere mikrobiyal adhezyon (MATS) yöntemiyle ölçüldü. Kontrol ve deney gruplarındaki bakteriler duraklama fazında toplandı (3200xg, 15 dk) ve PBS ile yıkandı. Ardından, OD600 yaklaşık 0.5 olan 0.1 M KNO₃ (pH 6.2) süspansiyonu hazırlandı. 1 mL apolar solvent olan ksilen, 3 mL probiyotik süspansiyona eklendi ve oda sıcaklığında 10 dakika boyunca bekletildi. İki fazlı sistem 2 dakika boyunca vorteksenerek karıştırıldı, daha sonra sulu kısım ayrıldı ve oda sıcaklığında 20 dakika daha inkübe edildi. Son olarak absorban ölçüldü (OD₆₀₀) ve yüzey hidrofobitesi $(1 - A_1/A_0) \times 100$ formülü kullanılarak hesaplandı (Kos vd., 2003).

2.6. Mukus Adezyon Testinin Belirlenmesi

Ham müsin PBS'de (1 mg/mL) seyrelti, 200 µL'si plaka kuyucuklarına yüklenerek 4°C'de gece boyunca inkübe edildi (Izquierdo vd., 2009). Bağlanmayan mukus bileşenini çıkarmak için plaka kuyucukları iki kez 200 µL PBS ile yıkandı. Bakteriler, santrifüj edildikten (6000x g, 10 dak, 4C) sonra PBS ile yıkandı. PBS ile süspanse edildikten sonra probiyotik süspansiyon OD₆₀₀ 0,50 ± 0,05 olacak şekilde ayarlandı. Plaka kuyucuklarına 200 µl bakteri süspansiyonu ekildi ve 37°C'de 1 saat boyunca inkübe edildi. Bağlanmayan bakterileri çıkarmak için plaka kuyucukları 200 µL PBS ile yıkanarak plaka kuyucuklarına 200 µl MTT Solüsyonu eklendi ve oda sıcaklığında 3 saat inkübasyona bırakıldı. MTT çözeltisi çıkarılıp kuyucuklara 200 µl DMSO ilave edilip inkübasyona bırakıldı (37°C'de 15 dk). ELISA okuyucu ile 570 nm'de absorbanı ölçüldü ve adezyon, kuyucuklara eklenen bakteri süspansiyonunun absorbanına göre müsinе bağlanan bakterilerin absorban yüzdesi olarak ifade edildi.

2.7. İstatistiksel Analizler

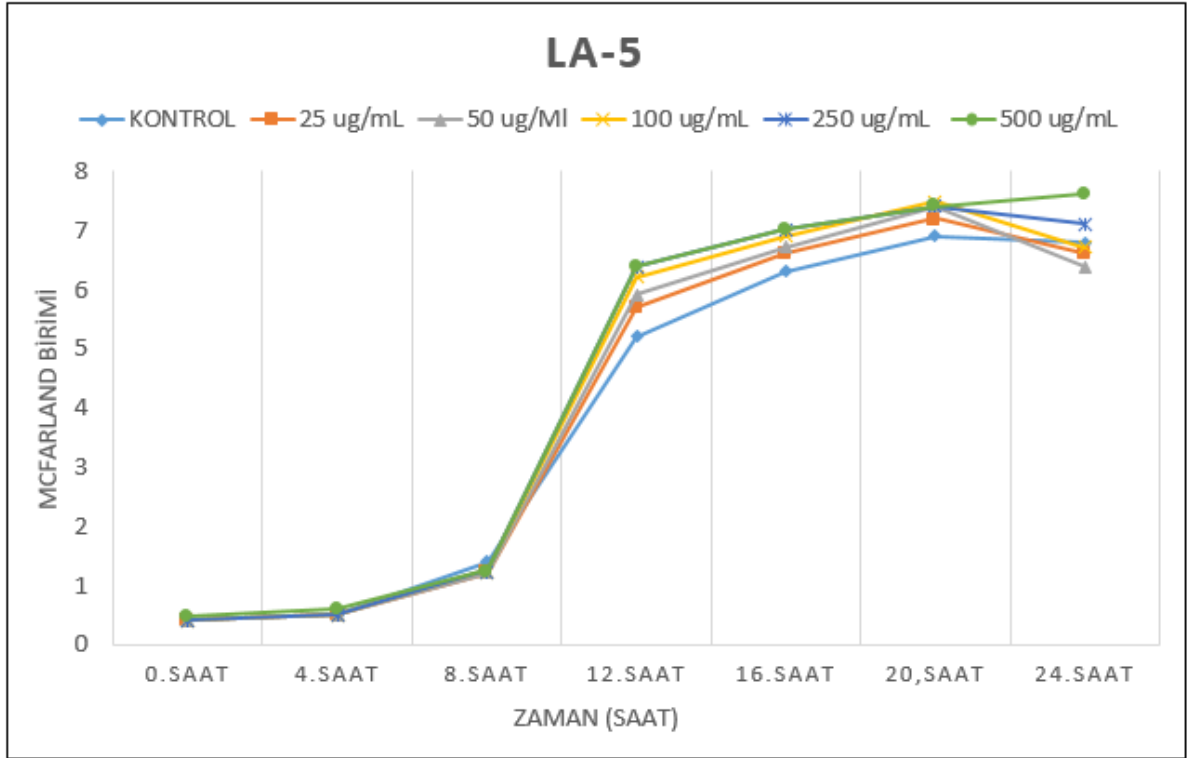
Tüm deneyler, en az 3 biyolojik teknik tekrarlı olarak yapıldı. Muamele grupları ve kontrol grubu arasındaki karşılaştırma, Student'in t-test'i ile yapıldı ve p değerinin 0.05'ten küçük olduğu durumlar, istatistiksel olarak GraphPad Prism ile hesaplandı ve anlamlı olarak kabul edildi.

3. Sonuç ve Tartışma

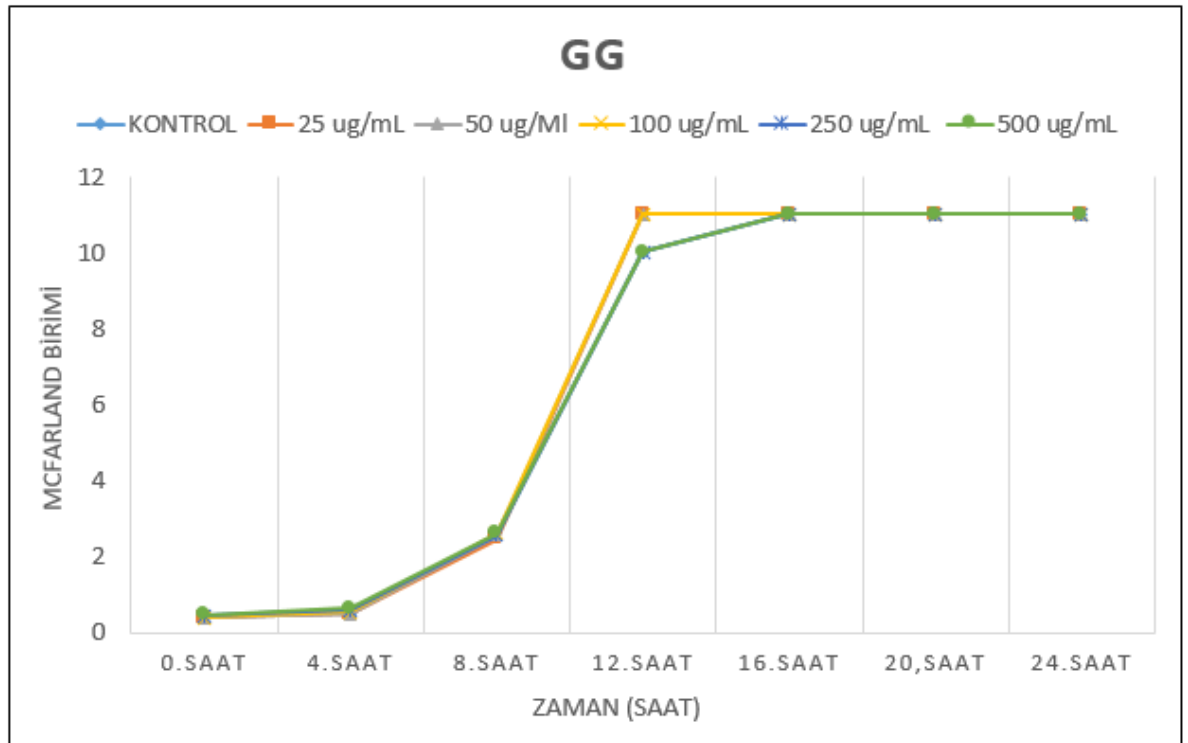
3.1. Bakteriyel Gelişim Kinetiği

Bakteriyel gelişim kinetiğinde, bakterilerin büyüme ortamına uyum sağlayıp çoğalmaya başlayana kadar belirli bir süre geçmesi gerekmektedir. Bu süre içerisinde besi ortamına aşılınmış bakterilerin ne kadar büyüdükleri incelenmektedir (Mousavi vd., 2011, Charalamopoulos vd., 2002).

Bizim çalışmamızda likopen ile ekstrakt edilmiş olan probiyotik bakterilerin gelişiminde herhangi bir olumsuz etki göstermemiştir (Şekil 2 ve 3).



Şekil 2. Likopenin *L. acidophilus* LA-5 bakterilerinin bakteriyel gelişim kinetiği üzerine etkileri.



Şekil 3. Likopenin *L. rhamnosus* GG bakterilerinin bakteriyel gelişim kinetiği üzerine etkileri.

3.2. Otoagregasyon

Mikroorganizmaların epitel yüzeylere bağlanması, hücre yüzeyinin hem agregasyon hem de hidrofobiklik özelliği ile ilgilidir. Yararlı etkileri ortaya çıkarmak için, probiyotikler agregasyon yolu ile belirli bir kütleyle ulaşması gerekmektedir. Otoagregasyon, aynı türdeki probiyotik bakterilerin insan gastrointestinal sistemdeki epitel hücrelere kümeler halinde yapışmasını göstermektedir (Sui vd. 2021, Pradhan vd. 2020, Satyanarayana vd. 2019).

Otoagregasyon sonuçlarına baktığımız zaman *Lactobacillus acidophilus* LA-5'i kontrol grubuna göre konsantrasyonları kıyasladığımız zaman 2,5 µg/mL, 5 µg/mL, 10 µg/mL (4. saat hariç), 25 µg/mL (2 ve 3. saat hariç), 50 µg/mL (1,3,4 ve 5. saatler hariç) istatistiksel olarak anlamlı bir ($p < 0.05$) agregasyon özelliği göstermiştir (Tablo 2).

Tablo 2. Likopenin *L. acidophilus* LA-5 bakterisinin otoagregasyonu üzerine etkileri. Değerler ortalama yüzdelik \pm Standart sapma olarak verilmiş, sonuçlar Student's t-test ile analiz edilmiştir. Yıldız (*), kontrol grubuna göre $p < 0,05$

	1. saat	2. saat	3. saat	4. saat	5. saat
Kontrol (0 µg/mL)	35,1 \pm 2,6	6,9 \pm 4,7	27,9 \pm 4,4	39,5 \pm 17,1	50,1 \pm 0,7
25 µg/mL	0 *	0 *	0 *	11,3 \pm 9,1 *	0 *
50 µg/mL	0 *	0 *	0 *	15,0 \pm 3,6 *	7,8 \pm 2,5 *
100 µg/mL	15,9 \pm 3,9 *	0 *	0 *	25,2 \pm 20,1	35,1 \pm 0,7 *
250 µg/mL	6,6 \pm 1,0 *	3,0 \pm 9,8	10,5 \pm 9,6	13,3 \pm 0,9 *	24,9 \pm 1,1 *
500 µg/mL	38,5 \pm 1,9	66,3 \pm 0,2 *	15,3 \pm 10,8	23,4 \pm 9,0	49,1 \pm 0,1

Lactobacillus rhamnosus GG'i kontrol grubu ile konsantrasyonları kıyasladığımız zaman 5 µg/mL'nin 1. saatinde, 25 µg/mL'nin 1. saatinde ve 50 µg/mL'nin 5. saatinde istatistiksel olarak anlamlı bir ($p < 0.05$) agregasyon özelliği bulunmuştur (Tablo 3).

Tablo 3. Likopenin *L. rhamnosus* GG bakterisinin otoagregasyonu üzerine etkileri. Değerler ortalama yüzdelik \pm Standart sapma olarak verilmiş, sonuçlar Student's t-test ile analiz edilmiştir. Yıldız (*), kontrol grubuna göre $p < 0,05$

	1. saat	2. saat	3. saat	4. saat	5. saat
kontrol (0 µg/mL)	4,6 \pm 0,5	15,2 \pm 10,2	51,0 \pm 4,6	59,3 \pm 9,6	60,5 \pm 4,6
25 µg/mL	4,2 \pm 0,8	10,4 \pm 4,0	51,6 \pm 6,3	40,6 \pm 7,0	49,2 \pm 19,7
50 µg/mL	19,9 \pm 11,8 *	30,8 \pm 23,8	54,1 \pm 6,7	60,3 \pm 5,0	62,2 \pm 14,4
100 µg/mL	1,9 \pm 1,9	9,5 \pm 4,8	53,3 \pm 2,1	52,5 \pm 4,1	65,1 \pm 6,3

250 µg/mL	18,3 ± 2,2 *	36,9 ± 22,8	51,5 ± 5,9	50,3 ± 3,7	62,4 ± 6,9
500 µg/mL	11,8 ± 7,2	21,0 ± 10,7	48,9 ± 6,8	65,5 ± 3,2	71,2 ± 5,2 *

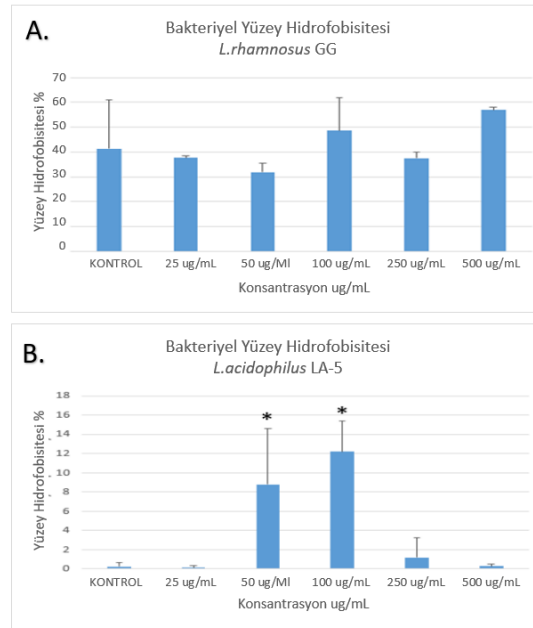
Yapılan çalışmaları incelediğimiz zaman, Sui ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada fermente edilmiş mandalina sirkesinden elde ettikleri LAB suşu olan *L. plantarum* NF4'ün otoagregasyon ve koagregasyon'un yüksek derecede etkili olduğu gösterilmiştir (Sui vd., 2021). Rodríguez Sánchez ve arkadaşlarının yaptığı diğer bir çalışmada ise, çeşitli gıda ürünlerinden elde ettikleri probiyotik suşları üzerinde inceleme yapmışlardır. Araştırmalarında elde ettiklerin suşları 2 saat ve 4 saat olarak otoagregasyon etkileri değerlendirilmiştir. Elde edilen suşların yaklaşık olarak %93,8' e kadar otoagregasyon etkisi olduğunu göstermişlerdir (Rodríguez-Sánchez vd., 2021).

3.3.YüzeY Hidrofobisitesi

Hidrofobisite probiyotiklik için önemli bir özellik olarak kabul edilmektedir. Çünkü probiyotikler, epitel yüzeye yapıştıklarında bağırsakta kararlı bir şekilde işlev görebilirler. Bazı *Lactobacillus* suşlarında yapışma ile hidrofobiklik arasında ilişki olduğunu gözlemlemişlerdir (Kos vd., 2003, Sakoui vd., 2022).

Ayrıca yüzey hidrofikliği ne kadar fazla ise yararlı bakterilerin bağırsak mukozosına bağlanma olasılığı o kadar yüksektir (Laparra & Sanz, 2009; Van Tassell & Miller, 2011).

Hidrofobisite sonuçlarında *Lacticaseibacillus rhamnosus* GG bakteri kontrol grubu ile kıyaslandığı zaman herhangi bir anlamlı değer elde edilememiştir (Şekil 4A). *Lactobacillus acidophilus* LA-5, kontrol grubu ile kıyasladığımız zaman sadece 5 µg/mL ve 10 µg/mL'sinde istatistiksel olarak anlamlı bir (p<0.05) artış elde edilmiştir (Şekil 4B).



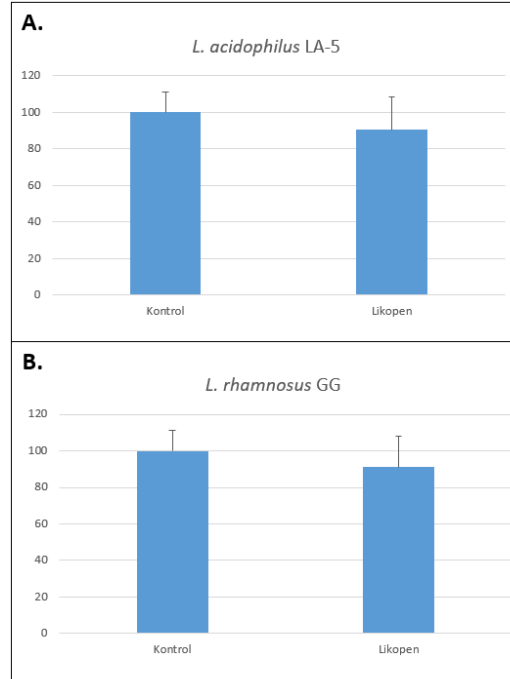
Şekil 4. Likopenin *L. acidophilus* LA-5 (A.) ve *L. rhamnosus* GG (B.) bakterilerinin yüzey hidrofobisitesi üzerine etkileri. Sonuçlar Student's t-test ile analiz edilmiştir. Yıldız (*), kontrol grubuna göre p<0,05

Yapılan çalışmalara baktığımız zaman, Siahmazgı geleneksel peynirinden izole edilen *L. plantarum* suşları için % 6.58 ile 73.3 hücre hidrofobiklikliği görülmüştür (Gandomi vd., 2019). Yapılan başka bir çalışmada ise quercetin ile muamele edilmiş olan *Lactobacillus acidophilus* ve *Lacticaseibacillus rhamnosus* bakterileri üzerinde her muamele gruplarının kontrol grubuna göre anlamlı değişiklikler olmadığını göstermişlerdir (Koroglu & Celebioglu, 2019).

3.4. Mukus Adezyon

Bağırsak epitellerini kaplayan mukus, mikroorganizmalar için bağırsaktaki ilk yüzeysel temas yeridir (Önal & Aslım, 2005). Probiyotikler, bağırsak sağlığını geliştirmesi, gıdanın besin değerini artırması gibi özelliklerinin yanı sıra enfeksiyonların önlenmesinde antibakteriyel maddelerin üretimi, patojenlerin epitel ve mukozal yüzeylere adezyonlarının engellenmesi gibi birçok mekanizma bulunmaktadır (Wan vd., 2016). Ayrıca bağırsaklardaki mukus tabakasının bariyer özelliklerini olumlu olarak artırarak da patojenlerin konak hücrelere adezyonunu önleyebilirler (Hemaiswarya vd., 2013).

Mukus adezyon sonuçlarına baktığımız zaman yapılan istatistiksel analizlere göre (Student's *t*-test) anlamlı bir değişiklik bulunamamıştır (Şekil 5).



Şekil 5. Likopenin *L. acidophilus* LA-5 (A.) ve *L. rhamnosus* GG (B.) bakterilerinin mûsin adezyonu üzerine etkileri.

Bu çalışmada karotenoidler arasında yer alan likopenin ekstraksiyonu gerçekleştirilerek probiyotik bakteriler olan *L. acidophilus* La-5 ve *L. rhamnosus* GG bakterisi üzerinde etkileri incelenmiştir. Salçadan ekstrakte edilen likopenin 417 nm'de spektrum ölçümü alınmıştır ve spektrum değerinin 3,526 olduğu bulunmuştur. Elde edilmiş olan likopenin, bakteriyel gelişim kinetiği, bakteriyel otoagregasyonu, bakteriyel yüzey hidrofobitesisi ve mukus adezyon testleri yapılmıştır.

Karotenoidler intestinal sistemde diyet yağı ya da yağda çözünen vitaminler gibi emildiği bilinmektedir. Doğada yaklaşık olarak 700'e yakın karotenoid olduğu bilinmektedir ve likopen de bu karotenoidler arasında yer almaktadır (Shete & Quadro, 2013).

Probiyotikler arasında yer alan laktik asit bakterilerinin temel özellikler arasında, bağırsak ekosisteminde hayatta kalabilme, işleme ve depolama sırasında yaşayabilirlik, ve konakçının bağırsak epiteline yapışma gibi faktörler yer almaktadır. Ayrıca, gastrointestinal sistemdeki kolonizasyonun, probiyotik bakteriler için önemli bir özellik gösterdiği bilinmektedir (Alander vd., 1997; Yürümez & Aydın Osmanağaoğlu, 2011). Probiyotiklerin, yeterli miktarda alındığında, yararlı ve potansiyel olarak zararlı mikroorganizmalar arasında sağlıklı bir denge oluşturabildiği düşünülmektedir. Bu denge, bağırsak mikroflorasının sağlıklı olması için son derece önemlidir. Laktobasiller, bağırsakta çeşitli şekillerde etki göstererek sindirim sistemini ve bağışıklık sistemini destekleyebilir. Bunun yanı sıra, probiyotiklerin diğer faydalı etkileri arasında bağırsak hareketliliğini artırma, besin emilimini düzenleme ve enfeksiyonlara karşı koruma yer almaktadır (Tannock, 1999; Kumari vd., 2018).

İnsan bağırsağında probiyotiklerin aktivitelerini gerçekleştirmesi büyük önem taşımaktadır (Jankovic vd., 2003). Otoagregasyonda ise aynı suşa ait mikroorganizmanın bağırsak epiteline yapışmasında büyük önem arz etmektedir. Bakteriyel yapışma, ilk aşamada iki yüzey arasındaki spesifik olmayan fiziksel etkileşimlere dayanmaktadır. Ancak daha sonra proteinler ve tamamlayıcı reseptörler arasında spesifik etkileşimler sağladığı da bilinmektedir. Bu spesifik etkileşimler, bakterilerin diğer organizmalarla ya da yüzeylere daha sağlam bir bağ oluşturmaya ve daha güçlü bir şekilde tutunmasına olanak tanımaktadır. Bakteriyel yapışma, enfeksiyonların oluşmasında ve probiyotiklerin bağırsaklarda kolonizasyonunda önemlidir (Rojas & Conway, 1996). Bu çalışmanın sonuçlarına genel olarak baktığımız zaman otoagregasyonun fazla olmasının, bakterilerin daha iyi adezyon etkisi göstereceği düşünülmektedir. *Lactobacillus acidophilus* LA-5 bakterilerinin hemen hemen her konsantrasyonunda mukozaya iyi yapışabileceği, *Lacticaseibacillus rhamnosus* GG bakterisinin ise sadece 5 µg/mL ve 25 µg/mL üzerinde mukozaya yapışma etkisi gösterebileceğine olanak verebilir.

Bağırsak mikrobiyatasının oluşumu ve dengesi için, bakterilerin bağırsak epiteline mukozal yüzeye tutunması ve kolonizasyonu oldukça önemlidir. Bu konu ile ilgili yapılan araştırmalar, bakterilerin bu tutunma ve kolonizasyon özelliklerinin, probiyotik etkilerinde bağırsak sağlığı için etkili olduğunu göstermektedir (Yürümez & Aydın Osmanağaoğlu, 2011). Araştırma sonuçları, probiyotik bakterilerin bağırsak epiteline ve mukozal yüzeye tutunmasında yüzey hidrofobitesinin önemli bir faktör olduğunu göstermektedir. Bu nedenle, yüzey hidrofobitesinin artırılması, probiyotik bakterilerin bağırsak epiteline daha iyi tutunmasına yardımcı olabilir. Bu çalışmada ise, *L.rhamnosus* GG bakterilerinin likopen konsantrasyonundaki hidrofobisite de anlamlı değer elde edilememesi, adezyonda biraz zayıf kalabileceği düşünülebilir. Öte yandan, *L. acidophilus* LA-5'nin ise 5 µg/mL ve 10 µg/mL'de hidrofobisite artışı mukozaya adezyonu konusunda pozitif etki gösterebilir.

Mukus adezyon testinde ise; elde edilen verilere göre hem *Lactobacillus acidophilus* hem de *Lacticaseibacillus rhamnosus* bakterileri üzerinde anlamlı bir değişiklik bulunmamıştır.

Bakterilerin mukozaya tutunmalarında, yüzey katmanındaki proteinlerin önemi bilinmektedir. Likopenin de bu proteinlerin ekspresyonu üzerindeki etkilerinin de ortaya çıkarılması gerekmektedir. Ayrıca adezyon çalışmaları ile de araştırma desteklenmelidir. Sonuç olarak, likopenin farklı konsantrasyonlarının, probiyotik bakteriler üzerine farklı etkileri olabileceği görülmüştür. Sonuçlar, karotenoidlerin probiyotik bakterilerin fizyolojik etkilerini doza bağımlı olarak etki edebileceği hipotezini desteklemektedir.

Teşekkür: Bu çalışma, TÜBİTAK 2209-A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destekleme Programı (1919B011902509) tarafından destek almıştır. Probiyotik suşlar için Chr. Hansen Türkiye'ye teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

1. Alander, M., Korpela, R., Saxeline, M., Vilpponen Salmela, T., Matilla Sandholm, T. & Wright, A. (1997). Recovery of *Lacticaseibacillus rhamnosus* GG from human colonic biopsies, *Letters in Applied Microbiology*, 24, 363-364.
2. Alp, D. & Ertürkmen, P. (2017). Probiyotik olarak kullanılan *Lactobacillus* spp. suşlarının kolesterol düşürücü etkileri ve olası mekanizmalar. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 8(1), 108-113.
3. Cadenas, E. & Packer, L. (1996). Handbook of antioxidants. Marcel Dekker. Inc. New York
4. Charalampopoulos, D., Pandiella, S.S. & Webb, C. (2002). Growth studies of potentially probiotic lactic acid bacteria in cereal-based substrates. *Journal of applied microbiology*, 92(5), 851-859.
5. Collins, J.K., Thornton, G. & Sullivan, G.O. (1998). Selection of probiotic strains for human applications. *International Dairy Journal*, 8, 487-490.
6. Çakır, İ. (2003). *Lactobacillus* ve *Bifidobakter*lerde bazı probiyotik özelliklerin belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 86 s.
7. Celebioglu, H.U., Delsoglio, M., Brix, S., Pessione, E. & Svensson, B. (2018). Plant polyphenols stimulate adhesion to intestinal mucosa and induce proteome changes in the probiotic *Lactobacillus acidophilus* NCFM. *Molecular Nutrition & Food Research*, 62(4), 1700638.
8. Çomak-Göçer, E.M.Ç., Ergin, F. & Küçükçetin, A. (2016). Sindirim sistemi modellerinde probiyotik mikroorganizmaların canlılığı. *Akademik Gıda*, 14 (2), 158-165.

9. Dunne, C., O'Mahony, L., Murphy, L., Thornton, G., Morrissey, D., O'Halloran, S., Feeney, M., Flynn, S., Fitzgerald, G., Daly, C., Kiely, B., O'Sullivan, G.C., Shanahan, F. & Collins, J.K. (2001). *In vitro* selection criteria for probiotic bacteria of human origin: Correlation with *in vivo* Findings. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 73, 386S-92S.
10. Erem, F., Küçükçetin, A. & Certel, M. (2013). *Bacillus* türlerinin probiyotik olarak değerlendirilmesi. *gıda*, 38 (4), 247-254.
11. Gandomi, H., Farhangfar, A., Akhondzadeh Basti, A., Misaghi, A. & Noori, N. (2019). Auto and co-aggregation, hydrophobicity and adhesion properties of *Lactobacillus plantarum* strains isolated from Siahmazgi traditional cheese. *Food & Health*, 2(1), 1-5.
12. Giovanelli, G., Zanoni, B., Lavelli, V. & Nani, R. (2002). Water sorption, drying and antioxidant properties of dried tomato products. *Journal of Food Engineering*, 52, 135-41.
13. Giovannucci, E. (2002). A review of epidemiologic studies of tomatoes, lycopene and prostate cancer. *Experimental Biology and Medicine*, 227, 852-859.
14. Grossman, A.R., Lohr, M. & Im, C.S. (2004). *Chlamydomonas reinhardtii* in the landscape of pigments. *Annual Review of Genetics*; 38, 119–173.
15. Gülgör, G. & Özçelik, F. (2014). Bakteriyosin Üreten Laktik Asit Bakterilerinin Probiyotik Amaçlı Kullanımı, *Akademik Gıda*, 12(1), 63–68.
16. Hakala, S.H. & Heinonen, I.M. (1994). Chromatographic purification of natural lycopene. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 42, 13141316.
17. Hemaiswarya, S., Raja, R., Ravikumar, R. & Carvalho, I.S. (2013). Mechanism of action of probiotics. *Brazilian archives of Biology and technology*, 56(1), 113-119.
18. Hobson, G. & Grierson, D. (1996). Tomato, 403-414, *Biochemistry of Fruit Ripening*, Seymour, G.B., Taylor, J.E. and Tucker, G.A. (Eds.), Chapman and Hall, London.
19. Izquierdo, E., Horvatovich, P., Marchioni, E., Aoude-Werner, D., Sanz, Y. & Ennahar, S. (2009). 2-DE and MS analysis of key proteins in the adhesion of *Lactobacillus plantarum*, a first step toward early selection of probiotics based on bacterial biomarkers. *Electrophoresis*, 30(6), 949-956.
20. Jankovic, I., Ventura, M., Meylan, V., Rouvet, M., Elli, M. & Zink, R. (2003). Contribution of aggregation-promoting factor to maintenance of cell shape in *Lactobacillus gasseri* 4B2. *Journal of Bacteriology* 185, 3288–3296.
21. Karadas, F., Surai, P., Grammenidis, E., Sparks, N.H.C. & Acamovic, T. (2006). Supplementation of the maternal diet with tomato powder and marigold extract: Effects on the antioxidant system of the developing quail. *British Poultry Science*, 47, 200-208.
22. Kechagia, M., Basoulis, D., Konstantopoulou, S., Dimitriadi, D., Gyftopoulou, K., Skarmoutsou, N. & Fakiri, E.M. (2013). Health benefits of probiotics: A Review. *ISRN Nutrition*, 481651, 1-7.
23. Koroglu, E. & Celebioglu H.U. (2019). *In vitro* Interactions of Quercetin, One of Plant Flavonoids, With Probiotic Bacteria *L. acidophilus* LA-5 and *L. rhamnosus* GG, International Marmara Science and Social Sciences Congress (Spring) 2019, 422-428.
24. Kos, B., Suskovic, J., Vukovic, S., Simpraga, M., Frece, J. & Matosic, S. (2003). Adhesion and aggregation ability of probiotic strain *Lactobacillus acidophilus* M92. *Journal of Applied Microbiology*, 94(6), 981-987.
25. Kumari, A., Angmo, K., Monika, S. & Bhalla, T.C. (2018). Functional and technological application of probiotic *L. casei* PLA5 in fermented soymilk. *International Food Research Journal*, 25(5), 2164-2172.
26. Laparra, J.M. & Sanz, Y. (2009). Comparison of *in vitro* models to study bacterial adhesion to the intestinal epithelium. *Letters in Applied Microbiology*, 49(6), 695-701.
27. Mousavi, Z.E., Mousavi, S.M., Razavi, S.H., Emam-Djomeh, Z. & Kiani, H. (2011). Fermentation of pomegranate juice by probiotic lactic acid bacteria. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 27(1), 123-128.
28. Önal, D., Beyatlı, Y. & Aşım, B. (2005). Probiyotik bakterilerin epitel yüzeylere yapışması. *Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi*, 3(9), 1-10.
29. Önal, D. (2010). Geleneksel Türk peynirlerinde propiyonik asit bakteri türlerinin belirlenmesi ve bazı probiyotik özelliklerinin araştırılması. Doktora Tezi, Biyoloji, Gazi Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
30. Ozkan, G., Günal-Köroğlu, D., Karadag, A., Capanoglu, E., Cardoso, S.M., Al-Omari, B., Calina, D., Sharifi-Rad, J. & Cho, W.C. (2023). A mechanistic updated overview on lycopene as potential anticancer agent. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 161, 114428.

31. **Parker, R.S. (1996).** Absorption, metabolism and transport of carotenoids. *FASEB Journal*, 10, 542–551.
32. **Periago MJ, Rincón F, Agüera MD, Ros G. (2004)** Mixture approach for optimizing lycopene extraction from tomato and tomato products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(19), 5796-5802.
33. **Pradhan, D., Mallappa, R.H. & Grover, S. (2020).** Comprehensive approaches for assessing the safety of probiotic bacteria. *Food Control*, 108, 106872.
34. **Rodríguez-Sánchez, S., Fernández-Pacheco, P., Seseña, S., Pintado, C. & Palop, M.L. (2021).** Selection of probiotic *Lactobacillus* strains with antimicrobial activity to be used as biocontrol agents in food industry. *LWT*, 111142.
35. **Rojas, M. & Conway, P.L. (1996).** Colonization by *lactobacilli* of piglet small intestinal mucus. *Journal of Applied Bacteriology*, 81, 474–480.
36. **Sahin, K., Sahin, N. & Kucuk, O. (2010).** Lycopene and chemotherapy toxicity, *Nutrition and Cancer*, 62, 988-995.
37. **Satyanarayana, T., Johri, B.N. & Das, S.K. (Eds.) (2019).** *Microbial Diversity in Ecosystem Sustainability and Biotechnological Applications: Volume 1. Microbial Diversity in Normal & Extreme Environments.* Springer.
38. **Sakoui, S., Derdak, R., Addoum, B., Pop, O.L., Vodnar, D.C., Suharoschi, R. & El Khalfi, B. (2022).** The first study of probiotic properties and biological activities of lactic acid bacteria isolated from Bat guano from Er-rachidia, Morocco. *LWT*, 159, 113224.
39. **Sharma, S.K. & Le Maguer, M. (1996).** Lycopene in tomatoes and tomato pulp fractions. *Italian Journal of Food Science*, 2, 107-113.
40. **Shete, V. & Quadro, L. (2013).** Mammalian metabolism of betacarotene: gaps in knowledge. *Nutrients*, 5 (12),4849-68.
41. **Sui, Y., Liu, J., Liu, Y., Wang, Y., Xiao, Y., Gao, B. & Zhu, D. (2021).** *In vitro* probiotic characterization of *Lactobacillus* strains from fermented tangerine vinegar and their cholesterol degradation activity. *Food Bioscience*, 39, 100843.
42. **Tannock, G.W. (1999).** Analysis of the intestinal microflora: a renaissance. *Antonie Van Leeuwenhoek* 76, 265–278.
43. **Tapiero, H., Townsend, D.M. & Tew, K.D. (2004).** The role of carotenoids in the prevention of human pathologies. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 58(2), 100-110.
44. **Uymaz, B. (2010).** Probiyotikler ve kullanım alanları. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 16(1), 95–104.
45. **Van Tassell, M.L. & Miller, M.J. (2011).** *Lactobacillus* adhesion to mucus. *Nutrients*, 3(5), 613-636.
46. **Vasapallo, G., Longo, L., Rescio, L. & Ciurlia, L. (2003).** Innovative supercritical CO₂ extraction of lycopene from tomato in the presence of vegetable oil as co-solvent. *Journal of Supercritical Fluids*, 1-10.
47. **Wan, L.Y.M., Chen, Z.J., Shah, N.P. & El-Nezami, H. (2016).** Modulation of intestinal epithelial defense responses by probiotic bacteria. *Critical reviews in food science and nutrition*, 56(16), 2628-2641.
48. **Yaping, Z., Suping, Q., Wenli, Y, Zheng, X., Hong, S., Side, Y. & Dapu, W. (2002).** Antioxidant activity of lycopene extracted from tomato paste towards trichloromethyl peroxy radical CCl₃O₂. *Food Chemistry*, 77(2), 209-212.
49. **Yürümez, E.Y. & Aydın Osmanağaoğlu, Ö.T.D. (2011).** *Gayta örneklerinden izole edilen bazı laktik asit bakterilerinin probiyotik özellikleri* (Doctoral dissertation, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı).

KOMPOZİT ZIRH TASARIMI VE BALİSTİK DİRENCİNİN İNCELENMESİ

Yılmaz KÜÇÜK^{1*}, Berk Kaan ÇELİK²

¹ Bartın Üniversitesi, Müh. Mim. ve Tasarım Fak., Makine Mühendisliği Bölümü, 74100, BARTIN

² Bartın Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, 74100, BARTIN

Öz

Bu çalışmada lamine kompozit zırh tasarımı ve balistik direncinin incelenmesi amaçlanmıştır. Kompozit zırh yapısında mermi karşılama ve arka destek yüzeyi olarak 5 mm kalınlığında AISI 304 paslanmaz çelik plaka, mermi darbe şok enerjisini absorbe etmek amacıyla ara katman olarak 6 mm kalınlığında kevlar kompozit levha kullanılmıştır. Ayrıca sertlik artışı sağlamak suretiyle mermi deformasyonunu artırmak için çelik plakalara borlama işlemi de uygulanmıştır. Çalışma kapsamında araç zırhı için tam balistik koruma sağlayabilecek yeni bir zırh tasarımı ve prototip üretimi gerçekleştirilmiş ve balistik performansı değerlendirilmiştir. Balistik testler 7.62 mm kalibreli kurşun çekirdekli ve yaklaşık 800 m/s mermi hızına sahip G3 piyade tüfeği ile 30 m mesafeden ve tek atış esasına göre gerçekleştirilmiştir. Son olarak borlanmış çelik ön ve arka destek katmanları arasında bulunan çift kevlar plakalar ile tam balistik koruma sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Zırh sistemi, balistik test, lamine kompozit.

DESIGN OF A COMPOSITE ARMOR AND INVESTIGATION OF ITS BALLISTIC RESISTANCE

Extended Abstract

This study aimed to design a laminated composite armor and to examine its ballistic resistance. In the designed composite armor structure, a 5 mm thick AISI 304 stainless steel plate was used as a bullet impact and back support surface. A 6 mm thick kevlar composite plate was also used as an interlayer to absorb the impact shock energy of the bullet. In addition, the boriding process was applied to the steel plates to increase the bullet's deformation by increasing the hardness. Hence, the surface hardness of the AISI 304 plate has been increased approximately 7 times by the boronizing process. It has been observed that this process significantly affected bullet deformation. Within the scope of the study, various armor designs and the production of prototypes that could provide complete ballistic protection for vehicle armor were carried out, and hence their ballistic performances were evaluated. Ballistic tests were performed on a single-shot basis from a distance of 30 m with a 7.62 mm lead core G3 rifle with a bullet velocity of approximately 800 m/s. It has been observed that a single layer of non-boronized steel (A) and boronized steel (B) could not provide sufficient ballistic resistance. In addition, the ballistic limit conditions with full penetration could be provided using the A+K+A laminated row ZM-3 armor model with a single layer of kevlar plate between the boron-free steel front and back support layer. Finally, it has been determined that the B+K+K+B laminated sequential armor model specified with ZM-4 completely stopped the G3 bullet. From this, it was concluded that the boriding process increased the bullet's deformation. The kevlar plate could also be used in such armor systems as a laminate to absorb the bullet's kinetic energy. Finally, full ballistic protection was achieved with double kevlar plates between the boronized steel front and back support layers.

Key Words: Armor system, ballistic test, laminated composite.

1. Giriş

Son yıllarda ülkemizin jeostratejik konumu itibarıyla savunma sanayi yatırım ve harcamaları ile ileri teknolojiye sahip silah ve mühimmat tedarikinde yerli ve milli üretime verdiği önem giderek artmaktadır. Şöyle ki, 2000'li yılların başında ülkemizin ihtiyaç duyduğu savunma sistemlerinin yaklaşık % 80'i ithalat yoluyla karşılanırken

*Sorumlu Yazar (Corresponding Author):

Yılmaz KÜÇÜK; Bartın University, Faculty of Engineering, Architecture and Design, Department of Mechanical Engineering, 74100, Bartın-Turkey.

Geliş (Received) : 01.04.2023

Kabul (Accepted) : 25.04.2023

Basım (Published) : 31.07.2023

(Ziylan, 2001), 2020 yılı itibariyle bu ihtiyacın yaklaşık % 70'i yerli üretimle karşılanabilir duruma gelmiştir. (URL-1, 2020).

Savunma sanayisine yönelik silah ve mühimmat geliştirme ve üretiminin yanı sıra saldırıların vereceği hasarı en aza indirmek amacıyla balistik zırh uygulamaları da önem kazanmaktadır. Balistik zırh uygulamaları özellikle ve öncelikli olarak askeri alanda yoğunlukla araştırma konusu olmakla birlikte araç zırhına yönelik çalışmalarda artış da dikkat çekici seviyededir. Balistik uygulamalarda kullanılan zırhlarda temelde saldırı mühimmatı hasarının en aza indirilmesi zırhın fiziksel varlığıyla sağlanmaktadır (Hazell, 2016). Kullanım amacına göre zırhlar; kişisel vücut zırhı, hafif araç zırhı ve ağır zırh (tank vb. araçlar) olmak üzere üç kategoride sınıflandırılabilir (Meyers, 1994; Candan, 2005). Askeri araçlar için zırh koruması tehdidin tür ve seviyesine göre yapılmaktadır. Zırh uygulaması genel olarak meydana getireceği ağırlık artışından dolayı aracın manevra kabiliyetini kısıtlamaktadır. Askeri kara araçlarına manevra kabiliyetinden ödün vermeksizin balistik korumanın sağlanabilmesi hayati öneme sahiptir (Ash, 2016).

Zırh malzemesi olarak çelik, ilk defa 1. Dünya Savaşı sırasında tanklarda kullanılmıştır (Hazell, 2016). 2. Dünya Savaşında zırh çeliği olarak bilinen haddelenmiş homojen zırhlar (RHA) kullanılmaya başlanmıştır. RHA diğer çeliklere göre sahip olduğu yüksek rijitlik ve yüksek tokluk nedeniyle halen araç zırh malzemesi olarak kullanılmaktadır (Bitlisli, 2019). Ancak günümüz araç zırhı uygulamalarında tamamen çelikten oluşan zırhların kullanımının önündeki en büyük engel çeliklerin yüksek ağırlığıdır (Übeyli vd., 2007; Fernández-Fdz & Zaera, 2008). Ağırlığı azaltmak ve sertlikten çok fazla ödün vermemek için ilk tercih edilen malzeme seramiklerdir. Kara taşıtlarında en yaygın olarak kullanılan seramik, sunduğu performans ve maliyet avantajları dikkate alındığında alüminyum oksit (Al₂O₃) tir (Ash, 2016). Ağırlığın daha kritik olduğu uygulamalarda (zırhın daha da hafif olması istenen durumlar), silikon karbür (SiC) veya bor karbür (B₄C) gibi daha yüksek performanslı seramikler kullanılmaktadır (Güneş, 2015). Ancak seramikler kırılma yapıları nedeniyle mermi isabeti ve patlayıcı mühimmat şok etkileri karşısında dağılma gibi dezavantajlarından dolayı tek başına bir zırh malzemesi olarak kullanılmazlar.

Günümüzde gelişen silah teknolojisi ile birlikte zırhlı askeri kara araçları için yeterli balistik koruma sağlayan hafif zırh malzemelerine olan talep giderek artmaktadır (Lo'pez-Puente vd., 2005). Bunun yanı sıra savunma sistemlerinde balistik tehditlere karşı hafif zırh malzemelerinin geliştirilmesi ve uygulanması, özellikle yakıt tasarrufu ve araç hareket kabiliyetinin artırılması açısından da oldukça önemlidir. Dolayısıyla, hafif zırh uygulamalarının geliştirilmesinde çeliklere alternatif olabilecek zırh malzemesinin çeliklerle aynı seviyede veya daha yüksek balistik koruma sağlayabilen, daha hafif, düşük maliyetli, üretim ve uygulanabilirliğinin yüksek olması aranan başlıca özelliklerdir. Bu özelliklerin tamamına sahip olabilecek malzemelerin başında kompozitler gelmektedir. Balistik etkilere karşı koruyucu zırh üretimi alanında yapılan çalışmalar sonucunda monolitik metallerin dışında, seramik kompozit zırh, polimer kompozit zırh ve lamine (katmanlı-tabakalı) zırh gibi çeşitli kompozit zırh sistemleri geliştirilmiştir. Bu uygulamalardaki ana fikir, mermiyi çok sert bir yüzeye kırmak ve daha sonra daha yumuşak ve sünek bir arka destek malzemesi kullanarak mermi ve/veya zırh parçalarının kalan enerjisini sönmektir (Meyers, 1994).

Medvedovski (2010) çalışmasında seramik zırh malzemelerinin özellikleri ve balistik darbeler altında kırılma özellikleri kullanılarak çoklu vuruş performansına sahip hafif ve ucuz zırh sistemlerinin elde edilebileceğini vurgulamıştır. Übeyli vd. (2011), çeliğin önünde seramik bir ön tabaka kullanılmasının monolitik metalik malzemelere göre daha yüksek balistik direnç sağlandığını bildirmişlerdir. Flores-Johnson vd. (2011), çalışmalarında 775-950 m/s hız aralığında 7.62 mm APM2 mermisinden etkilenen çelik veya alüminyumdan oluşan monolitik, çift ve üç katmanlı metal plakaların veya bu malzemelerin bir kombinasyonunun balistik performansını sayısal modelleme ile incelemişlerdir. Monolitik plakaların, aynı malzemeden yapılmış çok katmanlı plakalardan daha iyi bir balistik performansa sahip olduğu saptanmıştır. Rahman vd. (2016), farklı katman konfigürasyonlarının (monolitik, çift katmanlı ve üç katmanlı), toplam ağırlıkların ve başlangıç hızlarının, 7.62 mm APM2 mermi etkisine karşı balistik limit hızına, penetrasyon sürecine ve kalıcı deformasyona etkisini araştırmışlardır. HSS çelik ve Al7075 T6 alüminyum alaşımı plaka katmanlarının çift katman olarak kullanıldığı duruma göre üç katmanlı kompozit yapının balistik direncinin daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Gençer (2016), borlanmış çelik plakalar, polimer yapıştırıcı ve metal tozlarından oluşturulan metal tabakalı borür kompozit zırhın BR2 tehdidine karşı gerekli balistik performansı sağlayamadığını belirtmişlerdir. Bu durumu kullanılan çelik plakaların yeterli kalınlıkta olmaması sebebiyle borür tabakasının çelik plakaların tokluk ve sünekliğini düşürmesine bağlamışlardır. Jinzhu vd. (2017), tungsten alaşımı merminin Alümina/603 zırh çeliği kompozitine penetrasyonuna ilişkin deneyleri ve simülasyonunu gerçekleştirmişlerdir. Sonuç olarak seramik kalınlığının artmasıyla birlikte arka çelik plaka yüzeyinde oluşan penetrasyon derinliğinin azaldığı belirtilmiştir. Seramiğin mermi etki bölgesinde ciddi şekilde ufalandığı tespiti yapılmıştır. Söz konusu seramiğin dağılması ve toplam zırh

ağırlık artışı gibi dezavantajların etkisini minimize etmek amacıyla kompozit zırh yapısına polimer kompozitlerin ilave edildiği çalışmalar da mevcuttur.

Literatürde seramik veya seramik-metal kompozitin arkasına yerleştirilen aramidler gibi yüksek mukavemetli fiber astarlar, cam lifi ile reçine karışımından üretilen polimer katmanlar, lamine polietilenler ile yapıştırılarak kompozit zırh tasarımı yapıldığı görülmektedir. Polimer lamine kompozit zırhlarda sıklıkla aramid elyaftan üretilen örgü kumaş ve reçinenin sıcak preslenmesiyle elde edilen monolit plakalar kullanılmaktadır. Aromatik polyamidin kısaltması olan aramidler ilk olarak DuPont firmasınınca 1960 ların başında ticarileştirilmiş ve 1973'te Kevlar adı ile piyasaya sürülmüştür. Kevlar hala en iyi bilinen ve tercih edilen aramidlerden biri olmaya devam etmektedir. Aramid elyaflar ilk olarak 1970'lerde araç zırhında kullanılmış olup, günümüzde vücut zırhı, araç zırhı, askeri kasklar, koruyucu eldivenler ve itfaiyeciler için yanmaz giysilerde yaygın olarak kullanılmaktadır.

Ünaler (2005), çalışmasında, cam elyaf (E-cam) kumaş ve polyester reçinelerden kompozit laminalar üretmiştir. Ek olarak, kompozit yapının balistik dayanımını artırmak amacıyla alüminyum (Al) plakalar ve alümina (Al₂O₃) tabakalar kullanılarak çok tabakalı sandviç laminalar elde edilmiştir. Kompozit plakalar; 7.62 mm zırh delici (AP), parça benzetimli mermi (Fragment Simulating Projectile-FSP) ve ball (B) mermi ile 420-1173 m/s hızları arasında balistik testlere tabi tutulmuştur. Balistik testler sonrasında polimer kompozitlerin 7.62 mm parça benzetimli mermiye karşı 1001 m/s mermi hızlarına kadar dayanımlı olduğu, ancak herhangi bir destek tabakasına sahip olmadan zırh delici (AP) mermileri durdurmada yetersiz kaldığı gözlenmiştir. Seramik tabaka içeren sandviç paneller ise AP ve FSP mermilerine karşı uygulanan tüm hız aralıklarında (446-1020 m/s AP için 435-1173 m/s FSP için) sadece kısmi penetrasyon göstermiştir. Sonuç olarak çok tabakalı kompozit yapıların balistik tehditlere karşı hafif zırh malzemesi olarak kullanılabilmesi belirtilmiştir. Başaran (2007) tez projesinde silikon karbür ve kevlar zırh birleşimi için optimum seramik/kompozit kalınlık oranını yaklaşık 2 olarak bulmuştur. Gençer (2016) zırh malzemesi olarak borür esaslı seramik/metal katmanlı kompozit malzemeler üretmişlerdir. Bu amaçla, AISI 1010 çeliğinin yüzeyi kutu borlama tekniği ile borlanarak hazırlanmış borür/metal plakalar iki ayrı metotla çok katmanlı kompozit malzemeye dönüştürülmüştür. Birinci metotta, borür/çelik plakalar arasına metal tozları yerleştirilerek sıcak presleme yöntemi ile tabakalı (lamine) kompozitler üretilmiştir. İkinci teknikte ise, plakalar birbirlerine polimer esaslı yapıştırıcılar ile yapıştırılarak tabakalı kompozitler elde edilmiştir. Daha sonra bu çok katmanlı kompozit plakalar Kevlar destek üzerine yerleştirilip DIN EN 1063 standardında BR2 tehdit seviyesinde balistik testlere tabi tutulmuştur. Polimer esaslı malzemelerle yapıştırılarak elde edilen kompozit plakaların balistik testlerde başarılı olamadığı, metal tozları ile birleştirilen tabakalı kompozitlerin ise balistik testlerde başarılı sonuç verdiği belirtilmiştir. Demircioğlu vd. (2011) 9 mm' lik mermi tehdidine karşı askeri araçların zırhlandırılmasına yönelik, Kevlar ve St37 sac malzeme kullanılarak elde edilen zırh malzemesine balistik testler uygulamışlardır. Sonuç olarak zırhlı araç için en uygun konstrüksiyonun 11 kat Kevlar ve St37 sac'tan oluşan zırh malzemesi olduğu belirtilmiştir.

Bu çalışmada ise 7.62mm kalibreli kurşun çekirdekli G3 mermisini (ortalama hız 800 m/s) tam durdurmaya yönelik katmanlı hibrit kompozit zırh tasarımı ve balistik direncinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Önerilen zırh modelinde literatürden farklı olarak borlanmış çelik ön katman ile arka destek çelik levha arasına yerleştirilen kevlar (12 kat) plaka yer almaktadır. Böylece borlamadan kaynaklanan sertlik artışı ile mermi deformasyonu artırılırken tüm kesitte ise tokluk ve sünekliğin etkisinin sürdürüldüğü bir mermi karşılama katmanı hedeflenmiştir. Daha sonraki esnek bir ara katman olarak Kevlar-epoksi polimer kompozit katmanı ile darbe şok enerjisinin sönmülmesi ve rijit bir çelik arka destek plakası ile tam balistik direncin sağlanması amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Numunelerin Hazırlanması

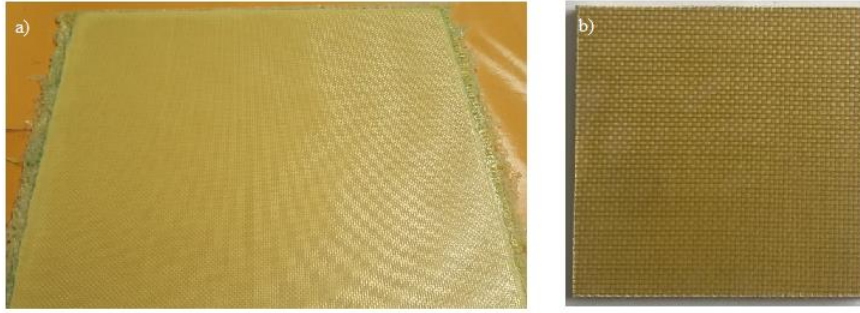
Zırh katmanı olarak kullanılmak üzere 100x100x5 mm ölçülerinde AISI 304 paslanmaz çelik plakalar hazırlanmıştır. Paslanmaz çelik seçiminin nedeni alaşımız karbon çeliğine (27 J) göre yaklaşık 5 kat daha yüksek darbe enerjisine (155 J) sahip olmasıdır. Paslanmaz çelik plaka tokluktan ödün vermeksizin daha yüksek yüzey sertliğine sahip olması için kutu borlama işlemine tabi tutulmuştur. Borlama işlemi sonunda tüm dış yüzeylerden difüzyon yoluyla sınırlı derinlikte sert bir borür kabuğu ile çevrelenen bir çelik kesiti elde edilmiştir. Böylece, sert borür katmanı ile mermiyi deforme edip kinetik enerjisini azaltmak mümkün olabilecektir. Ayrıca, bu yolla çelik kesiti orta bölgesinin tokluğu muhafaza edilerek mermi darbe enerjisini absorbe etmede avantaj sağlayacağı düşünülmüştür.

2.1.1. Borlama işlemi

Kullanılan AISI 304 paslanmaz çelik numunelerin üretici firma tarafından sunulan kimyasal bileşimi ağırlıkça % 18-20 Cr, % 8-10 Ni, % 2,0 Mn, % 0,75 Si, % 0,08 C, %0,045P, 0.03 wt% S ve geri kalan Fe elementlerinden oluşmaktadır. Borlanacak numuneler, AISI 304 paslanmaz çelik levhadan lazer kesim ile 100 × 100 mm boyutlarında kesilerek hazırlanmıştır. Düşük yüzey pürüzlülüğü ($R_a < 0.25 \mu\text{m}$) elde etmek için numunelerin tüm yüzeyleri 800 grit SiC zımpara kağıdına kadar kabadan inceye sıralı zımpara kağıtları kullanılarak zımparalanmıştır. Daha sonra numuneler damıtılmış suda yıkandıktan sonra 15 dakika boyunca asetonda ultrasonik temizleme işlemi uygulanarak temizlenmiştir. Numuneler inconel 718 Ni esaslı süper alaşımlardan yapılmış ağız hava almayacak şekilde kapatılabilen potanın ortasına yerleştirildikten sonra borlama tozu ilave edilerek ağız sıkıca kapatılan pota 950 °C de hazır bekletilen fırında 3 saat bekletilmiştir. Borlama işleminde kullanılan borlama tozu içeriği % 90 B₄C + % 10 NaBF₄ olarak seçilmiştir. Her bir borlama ısıl işleminin sonunda, numuneler fırın içerisinde bekletilerek dakikada 10 °C lik soğuma ile sıcaklıkları 950 °C'den 700 °C kadar düşürülmüştür. Ardından numuneler fırından çıkarılarak açık havada soğumaya bırakılmıştır. Oluşan borür katmanlarına ait mikroyapı incelemesi SEM ve EDS analizleri ile gerçekleştirilmiş olup, söz konusu katmanların sertlik değerleri nanoindentasyon yöntemi ile ölçülmüştür.

2.1.2. Kevlar Plaka Üretimi

Örgü kumaş formundaki Kevlar (Kevlar 29) malzeme 12 kat olacak şekilde prepreg reçinesi kullanılarak el yatırma yöntemi ve sonrasında yüzey alanına bağlı olarak 10-15 ton basma yükü altında 120 °C de sıcak presleme ile 6 mm kalınlığında plaka şeklinde üretilmiştir.

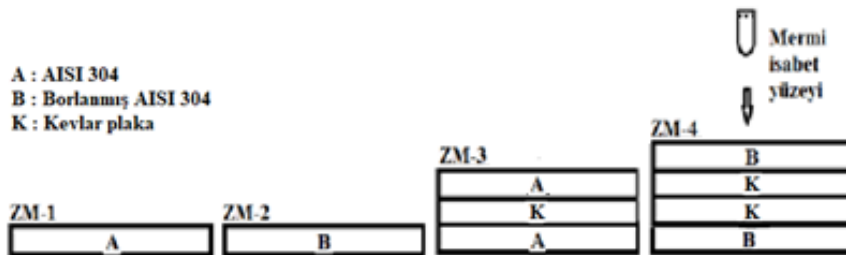


Şekil 1. Kevlar plaka üretimi a) kumaş ve reçine uygulaması b) sıcak presleme sonrası kesilerek hazırlanan kevlar zırh katmanı.

Kevlar plaka haline getirilen malzeme (Şekil 1a) su jeti ile kesilerek 100x100x6 mm ölçüsünde Kevlar zırh katmanı (Şekil 1b) elde edilmiştir.

2.2. Zırh Katmanlarının Belirlenmesi Ve Balistik Testler

Zırh balistik performansını değerlendirmek için planlanan zırh modellerine (ZM) ait şematik gösterim Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Zırh modeli kombinasyonları.

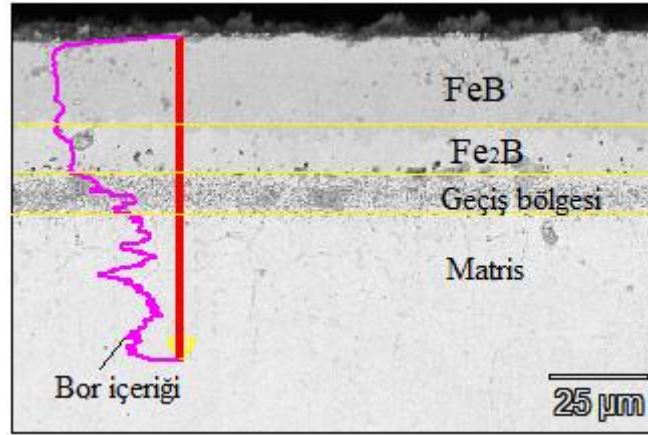
Her bir zırh kombinasyonu ayrı ayrı kontrplak arka zemine atış yüksekliğinde ve mermi çarpma açısı 90 derece olacak şekilde vidalanarak platforma sabitlenmiştir. Tek katmanlı ZM-1 ve ZM-2 zırh modelleri atış platformuna doğrudan vidalanmıştır. Çok katman içeren ZM-3 ve ZM-4 zırh modelleri katman kaymasını önlemek amacıyla 1

mm kalınlığında çelik sac (St 37) malzeme ile çerçeveye alınmıştır. Balistik atış testleri her bir zırh modeline NATO STANAG 4569 standardına uygun şekilde 30 m mesafeden tek atış olarak gerçekleştirilmiştir. Atışlar 3 kez tekrarlanarak hasar oluşumunun doğruluğu karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Balistik testlerde 7.62 mm kalibreye sahip kurşun çekirdekli G3 mermisi kullanılmış olup mermi ortalama hızı 800 m/s dir. Belirtilen mermi hızı ve atış mesafesi söz konusu standartta belirtilen değerlerle uyumludur.

3. Bulgular

3.1. Borlama Sonrası Mikroyapı

Yapılan borlama işlemi sonrası oluşan parça kesiti mikroyapısına ait SEM görüntüsü Şekil 3'te verilmiştir.

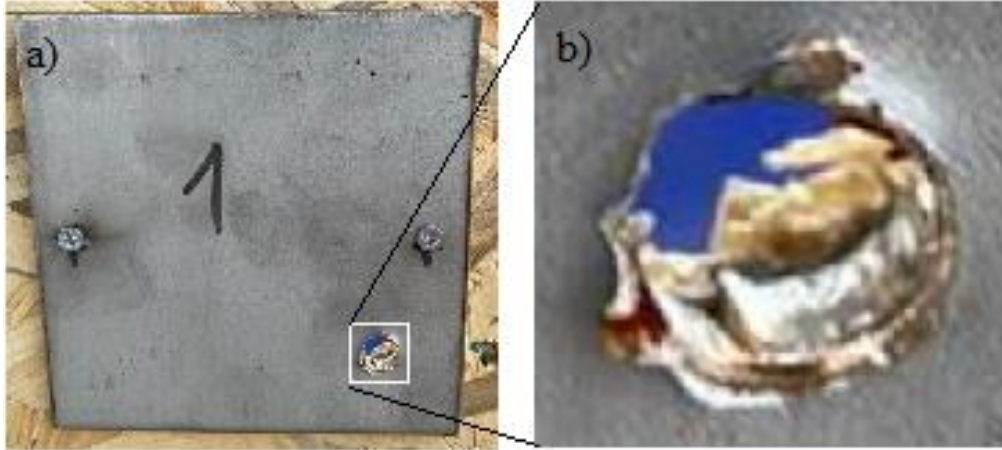


Şekil 3. 950 °C'de 3 saat borlama sonucu yüzeyde elde edilen borür tabakasının kesit mikroyapısı.

Şekil 3'te verilen bor difüzyonuna göre, paslanmaz çeliklerin borlanması üzerine gerçekleştirilen çalışmalarla uyumlu olarak, (Arslan vd., 2022; Campos-Silva vd., 2021; Arteaga-Hernandez vd., 2021; Günen vd., 2014; Kayali vd, 2013) bor içeriği yüzeyden içeriye derinlik boyunca azalan 3 ana bölge oluştuğu gözlenmiştir. Bu bölgeler sırasıyla FeB tabakası (daha koyu) Fe₂B (daha açık) ve geçiş bölgesi (gözenekli yapıya sahip) olarak sıralanmıştır (Şekil 3). Şekil 3'te görüldüğü üzere FeB, Fe₂B ve geçiş bölgesi katmanlarının kalınlıkları sırasıyla 25 µm, 12 µm, 14 µm civarındadır. Belirtilen katmanların ortalama sertlik değerleri ise sırasıyla 28 GPa, 27 GPa, 9GPa olarak ölçülmüştür. AISI 304 paslanmaz çeliğin borlama etkisi dışında kalan matris yapısının sertliğinin ise ortalama 4 GPa olduğu tespit edilmiştir. Bu durumda mermi karşılama yüzeyinin sertlik değerinin yaklaşık 7 kat arttığı ve dolayısıyla mermi deformasyonunu sağlama açısından önemli bir avantaj oluşturduğu söylenebilir. Ayrıca tüm çelik kesiti borlanmadığı için iç bölgedeki sünek ve tok yapı korunarak deformasyon enerjisi (darbe enerjisi) sönümlenme kapasitesinden ödün verilmemiştir. Buna ek olarak elde edilen borür tabakasının yüzey boyunca sürekli olması, FeB ve Fe₂B arasında herhangi bir çatlak ya da ayrılma içermemesi uygulanan borlama parametrelerinin doğru seçildiğini göstermektedir.

3.2. Balistik Test Sonrası Hasar Analizi

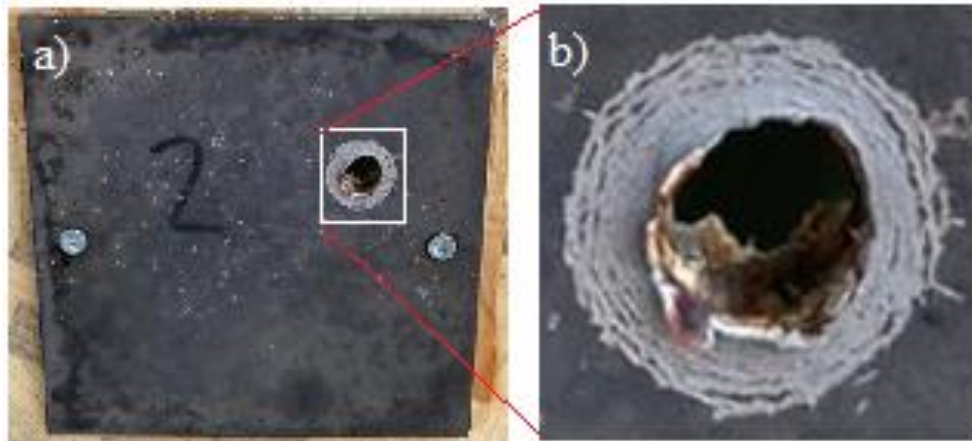
Şekil 4'te ZM-1 zırh modeline ait atış sonrası fotoğrafı görülmektedir.



Şekil 4. ZM-1 tek katman (plaka ölçüleri: 100x100x5 mm) borlama yapılmamış AISI 304 çelik plakanın atış sonrası a) mermi hasarı b) mermi deliğinin büyütülmüş görüntüsü.

Şekil 4'te görüldüğü üzere mermi 100 mm x 100 mm x 5 mm ölçülerindeki AISI 304 paslanmaz çelik levhayı delip geçmiştir (perforasyon). Mermi isabet noktasının büyütülmüş görüntüsünde (Şekil 4b) mermi ceketine ait sıyrma artığı ile birlikte kenar çapağı oluşmuştur, delik çevresinin sünek malzeme yırtılma karakteristiği ile uyumlu düzgün kontura sahip olduğu görülmektedir. Ayrıca mermi isabet çevresinde çarpma doğrultusunda ek bir deformasyon ve bükülme meydana gelmediği gözlenmiştir. Bu sonuca göre çok katmanlı zırh modelinde kullanılacak çelik plakanın çoklu isabet durumunda ek bir dezavantaj oluşturmayacağı söylenebilir.

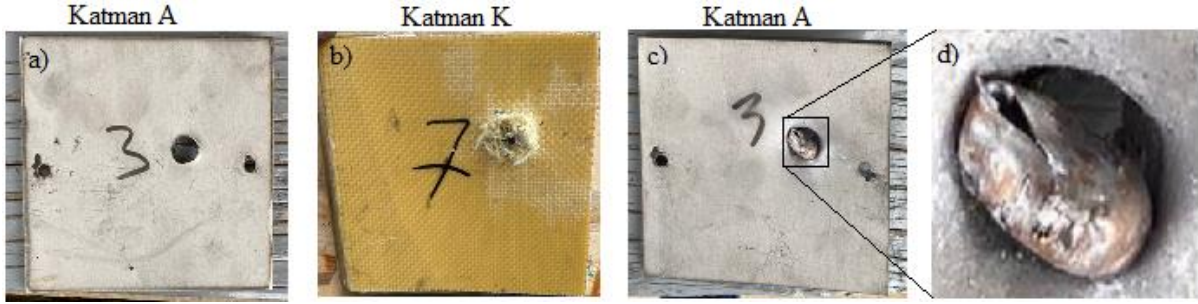
Şekil 5'te ise ZM-2 ye ait atış sonrası görüntüler verilmiştir.



Şekil 5. ZM-2 tek katman (plaka ölçüleri: 100x100x5 mm) borlanmış AISI 304 çelik plakanın atış sonrası a) mermi hasarı b) mermi deliğinin büyütülmüş görüntüsü.

Şekil 5'te görüldüğü üzere mermi 100 mm x 100 mm x 5 mm ölçülerindeki borlanmış AISI 304 paslanmaz çelik levhayı delip geçmiştir (perforasyon) ve oluşan delik düzgün kontura sahiptir. Şekil 5b'de verilen mermi isabet noktasının büyütülmüş görüntüsü incelendiğinde, mermi ceketine ait sıyrma artığı ile birlikte kenar çapağı olduğu gözlenmiştir. Buna ek olarak, delik çevresi borlama işlemi ile yüzeyde oluşan ince (yaklaşık 40 mikron) sert bor katmanının etkisini gösteren deformasyona bağlı radyal yönde çoklu halkalar şeklinde iz oluştuğu görülmektedir.

Şekil 4 ve Şekil 5'te verilen görüntülerden de anlaşıldığı üzere tek katman sırasıyla borlanmamış ZM-1 ve borlanmış ZM-2 zırh modellerinin G3 mermisini durdurmada başarısız olduğu görülmüştür. Kevlar ara katman kullanılarak mermiyi durdurmaya yönelik tasarlanan ZM-3 zırh modeline yapılan atışlar sonucunda ortaya çıkan hasar Şekil 6'da verilmiştir.



Şekil 6. ZM-3 zırh modelinde atış sonrası oluşan hasar görüntüleri.

Şekil 6'a göre mermi karşılama yüzeyinde borlanmasız A katmanında düzgün kontura sahip bir delik oluşmuştur. Mermi ara katman olan kevlar plakayı da (katman K) delip geçerek (Şekil 6b) arka destek plakasını delmiş ancak tam perforasyon yerine tam penetrasyon olduğu görülmüştür (Şekil 6d) diğer bir ifadeyle mermi çıkış hızı sıfırdır. Balistik limit, merminin hedefi delemeyeceği en yüksek hızdır veya bir diğer ifadeyle balistik limit hızının altındaki hızlarda mermi hedefi tam perforasyona (delip geçme) uğratabilmemektedir (Carlucci & Jacobson, 2008). Bu durum ZM-3 modeli için balistik limiti sağlayan zırh modeline işaret etmektedir.

Şekil 7'de ise ZM-4 zırh modeline ait mermi hasarı verilmiştir.



Şekil 7. ZM-4 zırh modelinde atış sonrası oluşan hasar görüntüleri a) borlanmış çelik (B) b) çift katman kevlar plaka (K+K) c) borlanmış çelik (B).

Şekil 7 incelendiğinde mermi karşılama yüzeyi olarak kullanılan borlanmış çelik (B) katmanı ve çift katman kevlar (K+K) plakaların delindiği görülmektedir. Ancak arka destek olarak kullanılan borlanmış çelik katmanının (B) ise delinmeden kaldığı anlaşılmaktadır. Diğer bir ifade ile ZM-4 olarak kodlanan üstten alta doğru B+K+K+B olarak katmanlanmış zırh kombinasyonu G3 mermisini tam olarak durdurmuştur. Buradan hareketle hem borlama işlemi sayesinde sertliği yaklaşık 7 kat artırılan B katmanının mermiyi deforme ederek enerjisini dağıtmada etkili olduğu hem de çift katman (K+K) kevlar plakaların merminin kalan kinetik enerjisini örgü kumaş ve reçine ile plaka haline getirilen ve yüksek sürtünme yüzeyi sağlayan esnek yapısı sayesinde sönmülebildiği söylenebilir.

4. Sonuçlar

Yapılan çalışmada, yüksek tahrip gücüne sahip G3 mermisine karşı balistik koruma sağlayabilecek yeni bir araç zırhı modelinin tasarımı, prototip üretimi ve balistik testlerinin gerçekleştirilmesi amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında 7.62 mm kalibreli kurşun çekirdekli ve yaklaşık 800 m/s namlu çıkış hızına sahip G3 mermisinin 30 m atış mesafesinden gerçekleştirilen balistik testlerinden elde edilen bulguları aşağıdaki şekilde özetlemek mümkündür.

- AISI 304 paslanmaz çelik diğer karbon çeliği ve alaşımlı çeliklere oranla yaklaşık 5 kat daha yüksek darbe sönmüleme enerjisine sahip olması nedeniyle zırh uygulamalarında metal katman olarak tercih edilebilir.
- Borlama işlemi ile AISI 304 plaka yüzey sertliği yaklaşık 7 kat artırılmıştır. Bu durumun mermi deformasyonunda önemli bir etkiye sahip olduğu görülmüştür.

- Tek katman borlanmamış çelik (A) ve borlanmış çelik (B) katmanlarının yeterli balistik direnci sağlayamadığı gözlenmiştir.
- Borlamasız çelik ön ve arka destek katmanının arasında tek katman kevlar plakasının yer aldığı A+K+A lamine sıralı ZM-3 zırh modelinin tam penetrasyon ile balistik limit şartlarını karşıladığı saptanmıştır.
- ZM-4 ile belirtilen B+K+K+B lamine sıralı zırh modelinin G3 mermisini tam olarak durdurduğu tespit edilmiştir. Buradan hem borlama işleminin mermi deformasyonunda hem de çift katman kevlar plakasının mermi kinetik enerjisini absorbe etmede başarılı sonuçlar verdiği sonucuna varılmıştır.

Teşekkür

Bu makale çalışmasının gerçekleştirilmesindeki katkılarından dolayı Müslüm KELEKÇİ'ye teşekkür ederiz.

Kaynaklar

1. Arslan, M., Karimzadehkhoei, M., Sireli, G.K., Coskun, O.K., Sert, M. & Timur, S. (2022). Investigating Growth of Iron Borides with the Formation of Monolithic Fe₂B Layer on AISI 304 Stainless Steel via Cathodic Reduction and Thermal Diffusion-Based Boriding. *Journal of Materials Engineering and Performance*, 31(4), 3274-3286.
2. Arteaga-Hernandez, L.A., Cuao-Moreu, C.A., Gonzalez-Rivera, C.E., Alvarez-Vera, M., Ortega-Saenz, J.A. & Hernandez-Rodriguez, M.A.L. (2021). Study of boriding surface treatment in the tribological behavior of an AISI 316L stainless steel. *Wear*, 477, 203825.
3. Ash, R.A. (2016). *Vehicle Armor. Lightweight Ballistic Composites: Military and Law-Enforcement Applications*. Elsevier Ltd., Woodhead Publishing, New York.
4. Başaran, B. (2007). *Computational Analysis Of Advanced Composite Armor Systems* (Master's thesis, Orta Doğu Teknik Üniversitesi).
5. Bitlisli, B. (2019). *Zırhlı Araçlarda Kullanılan Kompozit Zırh Malzemelerinin Balistik Performanslarının İncelenmesi* (Master's thesis, Bursa Uludağ Üniversitesi).
6. Campos-Silva, I., Hernández-Ramirez, E.J., Contreras-Hernández, A., Rosales-Lopez, J.L., Valdez-Zayas, E., Mejía-Caballero, I. & Martínez-Trinidad J. (2021). Pulsed-DC powder-pack boriding: Growth kinetics of boride layers on an AISI 316 L stainless steel and Inconel 718 superalloy. *Surface and Coatings Technology*, 421, 127404.
7. Candan, C. (2005). Zırh Teknolojilerindeki Gelişmeler. Zırh Teknolojileri Semineri, 10-11 Mart, Ankara, Milli Savunma Bakanlığı Arge ve Teknoloji D. Bşk.lığı
8. Carlucci, D.E. & Jacobson, S.S. (2008). *Ballistics: Theory and Design of Guns and Ammunition*. CRC Press. p. 310. ISBN 978-1-4200-6618-0.
9. Demircioğlu, T.K., Candan, C. & Kasım, İ.A. (2011). Organik Matrisli Kompozit Malzeme Kullanılarak Oluşturulan Hibrit Zırh Plakasının Terminal Balistik Özelliklerinin İncelenmesi. I. Ulusal Ege Kompozit Malzemeler Sempozyumu, 17-19 Kasım, İzmir.
10. Fernández-Fdz, D. & Zaera, D. (2008). A New Tool Based on Artificial Neural Networks for the Design of Lightweight Ceramic-Metal Armour Against High-Velocity Impact of Solids. *International Journal of Solids and Structures*, 45, 6369-6383.
11. Flores-Johnson, E.A. & Saleh, M. & Edwards, L. (2011). Ballistic performance of multi-layered metallic plates impacted by a 7.62-mm APM2 projectile. *International Journal of Impact Engineering*, 38(12), 1022-1032.
12. Gençer, Y. (2016). Zırh Malzemesi Olarak Borür/Metal Tabakalı Kompozitlerin Üretilmesi ve Karakterizasyonu. Tübitak projesi, Proje No. 213M166.
13. Günen, A., Kurt, B., Orhan, N. & Kanca, E. (2014). The investigation of corrosion behavior of borided AISI 304 austenitic stainless steel with nanoboron powder. *Protection of Metals and Physical Chemistry of Surfaces*, 50(1), 104-110.
14. Güneş, R. (2015). Fonksiyonel Kademelendirilmiş Sandviç Plakaların Balistik Darbe Etkisi Altında Lineer Olmayan Mekanik Analizleri. Tübitak projesi, Proje No: 112M917.
15. Hazell, P.J. (2016). *Armour Materials, Theory and Design (First Edition)*. CRC Press, Taylor & Francis Group, New York.
16. Jinzhu, L., Liansheng, Z. & Fenglei, H. (2017). Experiments and Simulations of Tungsten Alloy Rods Penetrating into Alumina Ceramic/603 Armor Steel Composite Targets. *Int. Journal of Impact Engineering*, 101, 1-8.
17. Kayali, Y., Büyüksağış, A. Güneş, I. & Yalçın, Y. (2013). Investigation of corrosion behaviors at different solutions of boronized AISI 316L stainless steel. *Protection of Metals and Physical Chemistry of Surfaces*,

- 49(3), 348-358.
18. **Lo ´pez-Puente, J., Arias, A., Zaera, R. & Navarro, C. (2005).** The effect of the thickness of the adhesive layer on the ballistic limit of ceramic/metal armours. An experimental and numerical study. *International Journal of Impact Engineering*, 32, 321–336.
 19. **Medvedovski, E. (2010).** Ballistic performance of armour ceramics: Influence of design and structure. Part 1. *Ceramics International*, 36 (7), 2103-2115.
 20. **Meyers, M.A. (1994).** *Dynamic Behavior of Materials*. John Wiley & Sons Inc, New York, pp. 597.
 21. **Rahman, N.A., Abdullah, S., Zamri, W.F.H., Abdullah, M.F., Omar, M.Z. & Sajuri Z. (2016).** Ballistic Limit of High-Strength Steel and Al7075-T6 Multi-Layered Plates Under 7.62-mm Armour Piercing Projectile Impact. *Latin American Journal of Solids and Structures*, 13, 1658-1676.
 22. **URL-1, (2020).** <https://ayam.com.tr/arastirma/turkiyede-son-5-yilda-yasanan-gelismeler-savunma-sanayi-2015-2020/>
 23. **Übeyli, M., Yıldırım, R.O. & Ögel, B. (2007).** On the comparison of the ballistic performance of steel and laminated composite armor. *Materials and Design*, 28, 1257–1262.
 24. **Übeyli, M., Deniz, H., Demir, T., Ögel, B., Gürel, B. & Keleş, Ö. (2011).** Ballistic impact performance of an armor material consisting of alümina and dual phase steel layers. *Materials & Design*, 32 (3), 1565-1570.
 25. **Ünal, E. (2005).** *Development And Characterization Of Light-Weight Armor Materials* (Master's thesis, İzmir İleri teknoloji Enstitüsü).
 26. **Ziylan, A. (2001).** Savunma Nereden Nereye Türkiye’de Savunma Sanayii Tarihçesi. *Ulusal Strateji Dergisi*, 1-7. <https://www.inovasyon.org/images/makaleler/pdf/AZ.Savunma%20Nereden%20Nereye.pdf> Son erişim tarihi: 20 Şubat 2023.

THE EFFECT OF PINE TREE RESIN ON THE THERMAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF PLASTER WITH EXPANDED CLAY

Ayşe Bicer*, Hatice Yeşilkaya*

*Department of Bio Engineering, Malatya Turgut Ozal University, Malatya-Türkiye

Abstract

This study focused on a new type of insulation plaster consisting of pine tree resin, expanded clay (EC), and gypsum. Gypsum plaster mortars were prepared with ECs with grain diameters of 0-2 mm and 2-4 mm and gypsum binder at 20%, 40%, 60%, and 80% by volume. The resin was added to each mortar at 0.5%, 1%, and 2% of the mix weight to create artificial pores. Samples with 32 different combinations were obtained. The samples were subjected to tests (such as thermal conductivity, compressive strength, ultrasonic sound velocity, and water absorption). The results showed that the higher the pine tree resin volume, the lower the density and thermal conductivity and the higher the compressive strength and porosity. The samples had high water absorption rates. The results indicate that these plasters can be used as interior plasters for insulation purposes and can be painted with any kind of paint.

Key words: Expanded clay, pine tree resin, gypsum, insulation plaster, building material

1. Introduction

Materials resistant to heat conduction are in high demand due to high energy costs. We can use porous lightweight aggregates to produce low-density plasters. Lightweight aggregates are generally divided into two groups: natural and artificial. Natural aggregates are pumice, diatomite, volcanic slag, etc. Artificial aggregates are perlite, schist, expanded clay (EC), vermiculate, expanded polystyrene, etc (Demirdag & Gunduz, 2008).

The raw material of EC is clay, which is abundant in nature. Clay minerals are aqueous silicates composed of silica, alumina, and water. Clay minerals contain small amounts of alkali and earth alkalis. Mixing clay with water results in plasticity. They remain consistently firm when cooked. Clay contains a lot of limestone, silica, mica, and iron oxide. They are yellow, red, or brown due to the flammable substances in their composition (Devecioglu & Bicer, 2016). When treated with heat, clays expand as gas-filled pores are formed due to the release of gases. They expand 1.5 to 6 times by volume, hence the name "expanded clay." Expanded clays are unique aggregates used in different areas, especially lightweight concrete production.

There is a large body of research on EC. Some researchers have focused on the use of ECs in concrete. For example, Subasi (2009) used EC (grain diameters of 0-2, 2-4, and 4-8 mm) with natural sand to produce lightweight concretes and then investigated their mechanical properties. She concluded that we could produce lightweight concrete with a compressive strength of 41.27 MPa and thus reduce the building load. Othman et al., (2020) used EC and expanded perlite aggregate to produce lightweight concrete and examined their density, quality and strength. Nahhab & Ketab, (2020) investigated the properties of the lightweight concrete produced by mixing maximum-size EC with micro steel fibers. Fakhfakh et al., (2007) produced a lightweight aggregate using EC and marlstone. They then added various proportions of quartz sand and lubricating oil to the aggregate and heated it at 1180 °C. They measured those samples' mechanical strength, density, water absorption, and expansion rates. Rossignolo et al., (2003) prepared EC, sand, cement, and silica mixed specimens of various grain diameters. They analyzed the samples' density, elasticity, compressive strength, and deformation properties. Vasina et al., (2006) investigated the acoustic performance of specimens produced by mixing various diameters of EC, cement, ash, and plasticizer additives. Bicer (2021a) investigated the effect of fly ash and pine tree resin on the thermal and mechanical properties of EC aggregate concretes. Many researchers have conducted research on EC aggregate concretes (Bouvard et al., 2007; Chen & Liu, 2004; Miled et al., 2007; Xue et al., 2004; Gnip et al., 2012; Bajdur et al., 2002; Choi & Ohama, 2004).

Other researchers have investigated the utilization of natural resin in concrete. They used porous aggregates to produce lightweight concretes or mixed resins (tragacanth, apricot resin, etc.) and cement to create artificial pores.

Devecioglu and Bicer, (2016) added 0.5%, 1%, and 1.5% tragacanth resin to cement to produce concretes with EC. They investigated their thermal and mechanical properties. Bicer & Celik (2020) used pumice, pine resin and produced concretes with a thermal conductivity of 0.230 W/mK. Kaya and Kar (2016), produced concretes with EPS aggregates, while Bicer (2019), investigated fly ash concretes' thermal and mechanical properties. Bartolini et al. (2010), mixed EC and epoxy resin to produce agglomerates. They investigated both their mechanical and sound insulation properties. As a result, they produced an easy-to-prepare material with low density, good sound absorption, and superior mechanical properties.

Some other researchers have conducted studies on gypsum plasters. For example, Gencil et al. (2014) numerically and experimentally investigated the properties of vermiculid, propylene, and gypsum mixed specimens. Bicer (2020) used 90% fly ash and gypsum and produced a plaster with a heat transfer coefficient of 0.248 W/mK. Bicer (2021b) investigated pumice-aggregated gypsum plasters' thermal and mechanical properties.

This study aimed to produce a lightweight insulating plaster by mixing EC, pine tree resin, and gypsum in different proportions. Unlike earlier studies, we added EC and pine tree resin to gypsum plasters to increase their insulation and binding properties. We investigated the thermomechanical properties of the plasters, determined the effect of pine tree resin, and compared them with similar materials.

2. Materials and Methods

2.1. Materials

Expanded clay: When heated above 1000 °C, natural clays have a structure with gas-filled pores due to the expansion of the gases in them (Figure 1), resulting in a sintered hard shell on the outside, which provides those materials with high compressive strength. Therefore, natural clays can be used as aggregates. Expanded clay can be used as lightweight concrete aggregate or as brick, plaster, and filling material. We obtained EC in particle diameters of 0-2 mm and 2-4 mm and used them in two batches.



Fig. 1. Expanded clay

Pine tree resin: It is a yellow substance that oozes from the bark of trees. It also has a pleasant odor. The resin, which has a liquid structure when it first leaks, solidifies when it comes into contact with oxygen. After a while, it sticks to where it flows pretty hard. We procured dry resin and soaked it in water for 48 hours to swell and expand. We then crushed, filtered, and added it to the plaster as a solution at 0.5%, 1%, and 2% (Figure 2).

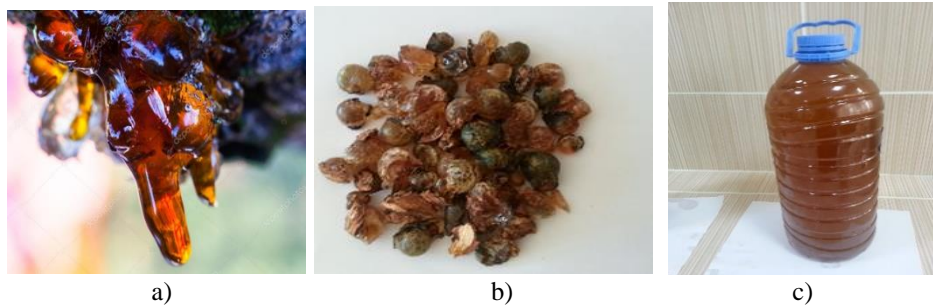


Fig. 2. Resin a) natural, b) dried, c) extract resin

Gypsum: Satin gypsum was used as a binder and decoration material while preparing the samples. Table 1 shows the chemical composition of the EC and gypsum.

Table 1. Chemical composition (%) (Devecioglu & Bicer 2016; Bicer, 2021b)

Chemical characteristics	Expanded clay	Gypsum
SiO ₂	54.83	0.9
Al ₂ O ₃	17.71	0.8
Fe ₂ O ₃	7.14	-
CaO	3.46	94.7
MgO	4.10	3.9
Na ₂ O	0.74	-
K ₂ O	3.58	-
TiO ₂	0.55	-
Loss on ignition	7.94	-
Not available	-	-
Total	100.05	100.3

2.2. Methods

Thermal conductivity: Thermal conductivity was determined using the hot wire method. It was estimated by applying a Shotherm Quick Thermal Conductivity Meter unit that complies with DIN 51046 standards. It had a range and sensitivity of 0.02-10 W/mK and $\pm 5\%$, respectively (Vysniauskas & Zikas, 1988; Denko, 1990).

Compressive strength: Mechanical strength tests were undertaken according to the TSE 699, (2009) standard and ASTM C 109-80 standards (1983). Tables 4 and 5 show the results.

Porosity: The density method was used to determine porosity. Porosities were calculated using the values in Table 2 and Eq (1) (Bicer & Celik, 2020).

$$\Phi = 1 - \frac{\rho_{EC} \cdot Z + \rho_{gypsum} \cdot (1-Z)}{\rho_{EC\ matrix} \cdot Z + \rho_{gypsum\ matrix} \cdot (1-Z)} \quad (1)$$

where; ρ_{EC} is the density of the porous material while $\rho_{EC\ matrix}$ is the density of solid material (the density of the sample after milling, causing no porosity). ρ_{gypsum} is the density of the resin mixture of gypsum, and $\rho_{gypsum\ matrix}$ is the density of the resin mixture of gypsum with a 0 % porosity ratio. Z is the EC ratio (%) and (1-Z) is the gypsum ratio (%).

Table 2. Density values of expanded clay aggregate and gypsum

Component	ρ_{gypsum}	$\rho_{gypsum\ matrix}$	$\rho_{EC\ matrix}$	ρ_{EC}	
				0-2 mm	2-4 mm
Density (g/cm ³)	2.27	2.56	2.45	0.74	0.55

Water absorption ratio: The purpose of a water absorption test is to investigate maximum water absorption. Water absorption is essential to determine whether a material is suitable for freezing. The critical moisture content is 30 percent of the total dry volume. Below that percentage, the material will not deform during freezing (BS 812-109 Standards, 1990). We measured the dry and wet weights of the samples to calculate their water absorption rates. We then used Eq. 2 to calculate the water absorption rate (WAR). Tables 3 and 4 show the results.

$$WAR = \{ [WS_d - WS_k] / WS_k \} \cdot 100 \quad (2)$$

Ultrasonic pulse velocity: The experiments were carried out using a Controls brand 58-E0048 model device. Measurements were made in two different directions from the surfaces of the cube-shaped samples in contact with

the mold. The arithmetic means of the measurements were calculated. The device displayed the ultrasonic transit time in microseconds. The values were divided by the cube sample size to determine the ultrasound transmission rate.

The proportions of EC in all mixtures were 20, 40, 60, and 80% of the amount of gypsum. The resin was added to the water at 0%, 1%, and 2% of the extracted gypsum and EC mixture. The water, resin, and cement ratio was fixed as $(W+R)/C=0.5$. After being mixed for about three minutes, the mixtures were poured into metal molds. The mortars were poured into molds for thermal (20x60x150 mm) and mechanical tests (100x100x100 mm) (Fig. 3). The samples were left to dry for 28 days. Tables 3 and 4 show the results.

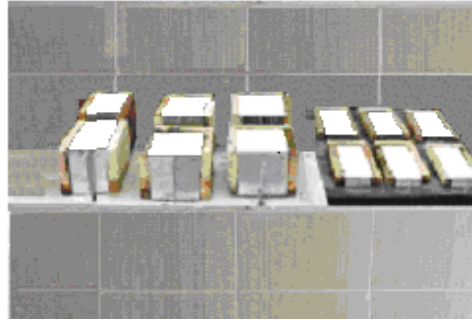


Fig. 3. Rectangular and cubic blocks samples

Table 3. Thermal and mechanical properties of samples (EC particle diameter 0-2 mm)

Code	EC ratio (%)	Density (g/cm ³)	Porosity (%)	Thermal conductivity (W/mK)	Compressive strength (MPa)	Water absorption (%)	Ultrasonic pulse velocity (m/s)
Cherry tree resin 0 %							
1	20	1.315	15.5	0.325	3.18	40.32	2830
2	40	1.25	29.8	0.274	1.68	35.86	2557
3	60	1.181	37.2	0.227	0.65	31.44	2364
4	80	1.112	41.5	0.198	0.47	26.68	2073
Cherry tree resin 0.5 %							
5	20	1.235	20.4	0.317	3.42	42.46	1941
6	40	1.176	34.2	0.252	1.98	38.23	1787
7	60	1.118	40.5	0.202	0.83	33.56	1624
8	80	1.065	43.8	0.184	0.58	27.19	1563
Cherry tree resin 1 %							
9	20	1.175	25.56	0.28	4.09	44.81	1686
10	40	1.119	36.33	0.233	2.35	40.33	1539
11	60	1.068	42.35	0.194	1.16	35.54	1463
12	80	1.026	46.9	0.178	0.82	28.06	1393
Cherry tree resin 2 %							
13	20	1.136	30.6	0.28	3.75	46.70	1438
14	40	1.055	39.1	0.233	2.15	45.49	1371
15	60	1.016	44.4	0.194	0.98	36.89	1329
16	80	0.981	46.7	0.170	0.71	30.14	1270

Table 4. Thermal and mechanical properties of samples (EC particle diameter 2-4 mm)

Code	EC ratio (%)	Density (g/cm ³)	Porosity (%)	Thermal conductivity (W/mK)	Compressive strength (MPa)	Water Absorption (%)	Ultrasonic pulse velocity (m/s)
Cherry tree resin 0 %							
17	20	1.252	18.5	0.29	2.83	37.48	2703
18	40	1.18	32.8	0.243	1.46	34.55	2504
19	60	0.989	39.2	0.204	0.57	30.95	2301
20	80	0.816	43.5	0.172	0.44	25.41	2008
Cherry tree resin 0.5 %							
21	20	1.235	22.6	0.272	3.15	38.43	1913
22	40	1.166	34.4	0.230	1.75	36.50	1718
23	60	0.973	40.5	0.175	0.78	32.49	1605
24	80	0.801	45.6	0.157	0.54	26.21	1505
Cherry tree resin 1 %							
25	20	1.185	26.7	0.251	3.51	40.44	1625
26	40	1.128	36.2	0.211	2.07	39.57	1507
27	60	0.942	41.4	0.168	1.03	34.82	1413
28	80	0.793	47.1	0.146	0.73	27.63	1328
Cherry tree resin 2 %							
29	20	1.122	32.65	0.229	3.36	42.25	1400
30	40	1.074	39.11	0.185	1.95	41.09	1350
31	60	0.896	44.47	0.153	0.88	35.71	1300
32	80	0.76	49.8	0.135	0.66	29.46	1252

3. Results and Discussions

This study investigated the thermal and mechanical properties of EC and resin-added gypsum plasters with different grain diameters.

4.1. Density-Porosity

The higher the EC content, the lower the density. This is about the density of EC. The density measurements showed that EC samples with grain diameters of 0-2 mm and 2-4 mm had a density of 0.74 g/cm³ and 0.55 g/cm³, respectively (Table 2). As the resin content increases, density decreases, but porosity increases. Resin kept in water absorbs water and swells. During drying, it loses water, which results in artificial pores. These artificial pores and EC-induced pores increased the total porosity and decreased the density of the sample. Fig 4 shows the density and total porosity variation according to EC ratio and resin amount. Table 3, Table 4, and Fig 4 indicate the following results.

The change due to the increase in the proportion of EC from 20% to 80%:

The density of the resin-free samples with EC with a grain diameter of 0-2 mm decreased by 15.43 %, while the porosity increased by 62.65 %. The density of the resin samples with EC with a grain diameter of 2-4 mm decreased by 34.82 %, while the porosity increased by 57.47 %.

The change due to the 2% resin inclusion;

The samples with a grain diameter of 0-2 lost their density by 13.61% (20% EC) and 11.78 % (80% EC). However, their porosity increased by 49.34 % (20% EC) and 14.78 % (80% EC).

The density of resin samples with 2-4 mm grain diameters decreased by 9.26 % and 6.82 %, while their porosity increased by 43.33 % and 12.65 %.

The change due to grain diameter;

According to the EC grain diameter and ratio (20-80 %), the density decreased between 4.79 % and 26.61 %, while the porosity increased between 16.21 % and 4.59 % in the samples without resin. In the samples with resin, the density decreased by 2.11 %-22.52 %, while the porosity increased by 6.27 % - 6.22 %. Table 5 shows that the density values of the samples with EC (2-4 mm grain diameter) and resin were smaller than Ref : Demirdag & Gunduz, (2008); Biçer, (2021a); Bicer & Celik, (2020); Kaya & Kar, (2016); Bicer, (2020); Bicer, (2021b).

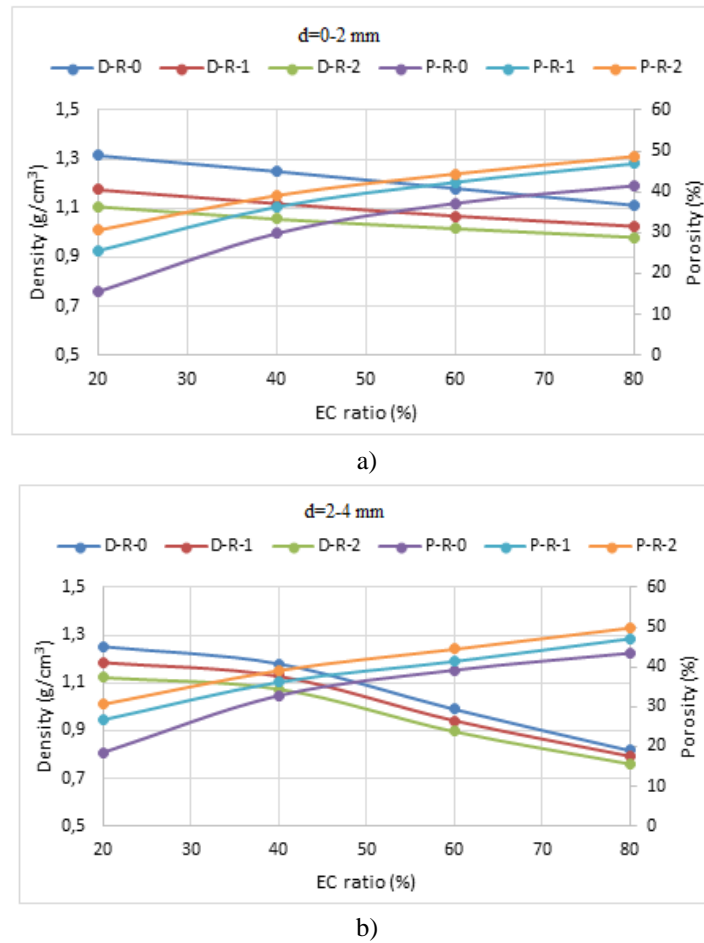


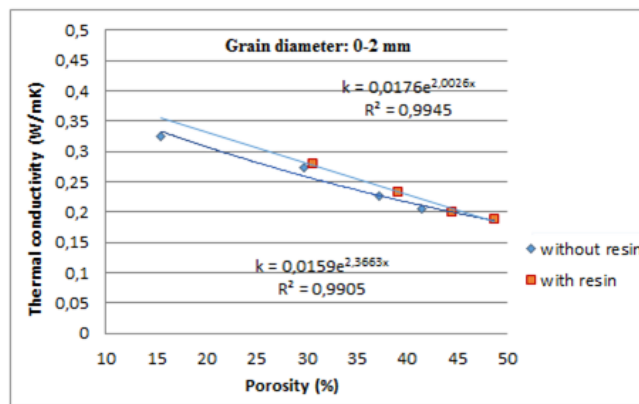
Fig. 4. Variation of the density and porosity with respect to EC ratio for the cases particle diameter a) 0-2 mm, b) 2-4 mm

4.2. Thermal conductivity

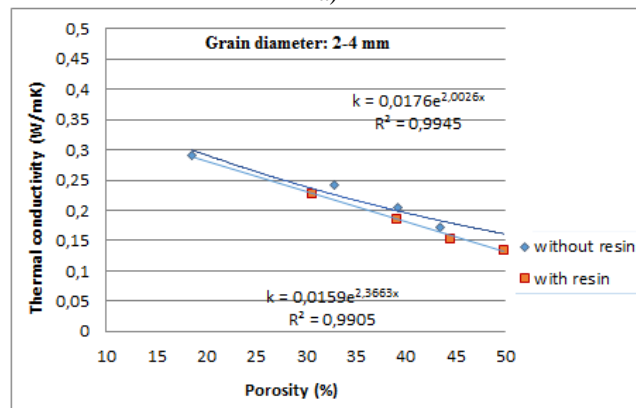
The samples with a high proportion of EC have smaller thermal conductivity than many building materials (Table 6). This has two reasons. First, EC has a porous structure. Second, the resin was added to the plaster. The samples with resin have smaller thermal conductivity than those without resin. This is due to the artificial pores provided by the resin. Fig 5 shows the thermal conductivity - porosity variation in samples with and without resin. It can be seen on the figure that due to filling on pores, thermal conductivity on some of the small pieces with 0-2 mm diameter are higher than 2-4 mm diameter pieces.

Table 6. Thermal conductivities of materials (Bicer & Celik, 2020)

Material	Measured Values		Literature	
	Density (g/cm ³)	Thermal Conductiv. (W/mK)	Density (g/cm ³)	Thermal Conductiv. (W/mK)
Outher Plaster	1.856	1.173	1.600	0.930
Inner Plaster	1.763	1.163	1.800	1.163
Gypsum thin plaster (Perlite)	0.465	0.244	0.40-0.50	0.139-0.162
Gypsum rough plast. (Perlite)	0.465	0.168	0.40-0.50	0.139-0.162
Plaster With Cement (Perlite)	0.672	0.173	0.700	0.244
Gypsum Block (Perlite)	1.047	0.372	0.900	0.221



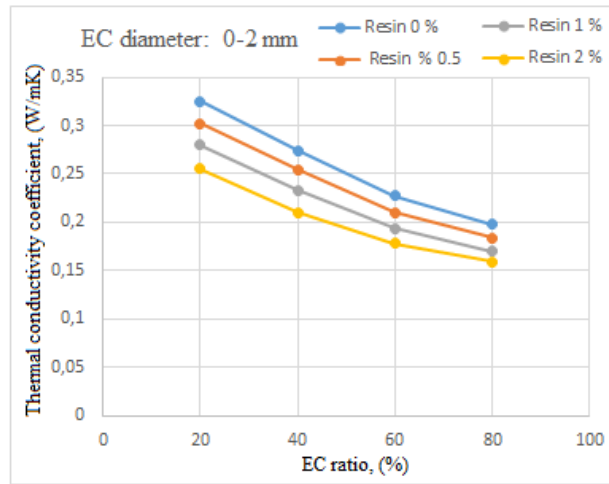
a)



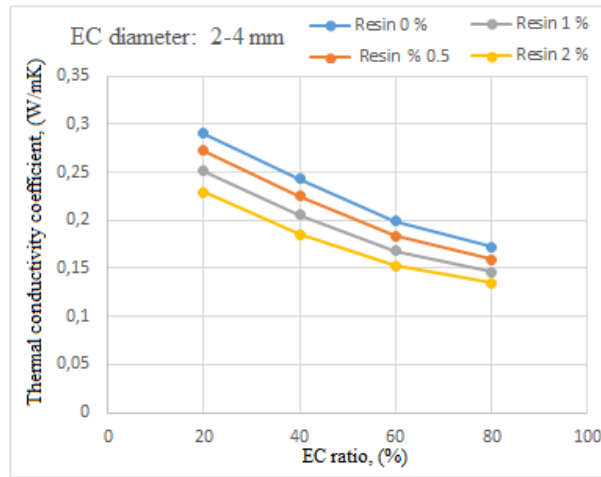
b)

Fig. 5. Thermal conductivity coefficient-porosity and resin relation in the specimens EC diameter: 0-2 mm, b) EC diameter: 2-4 mm

When the proportion of EC is increased from 20% to 80%, the thermal conductivity decreases by 39.07 % for 0-2 mm grain diameter samples without resin and 39.18 % for samples with resin. When the proportion of EC is increased from 20% to 80%, the thermal conductivity decreases by 40.68 % and 41.04 % in 2-4 mm grain diameter samples (Fig 6). The reason for the decrease in thermal conductivity in the samples with resin is the artificial pores caused by the resin and the increase in total porosity. Fig 7 shows the thermal conductivity-porosity variation together.

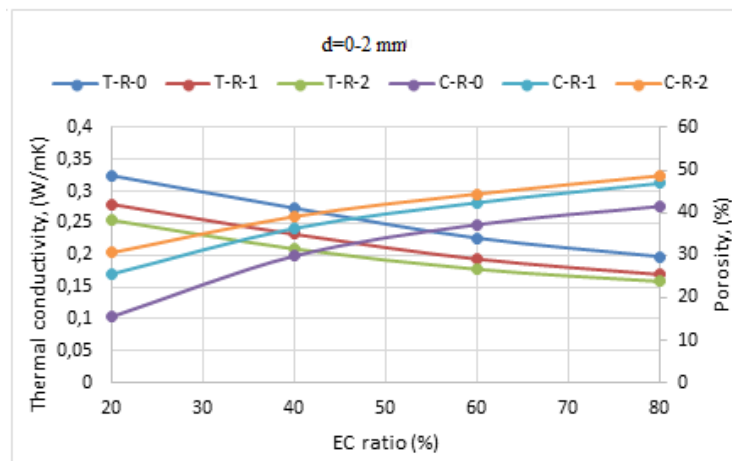


a)



b)

Fig. 6. Thermal conductivity coefficient-EC and resin percentage relation in the specimens, a) EC diameter: 0-2 mm, b) EC diameter: 2-4 mm



a)

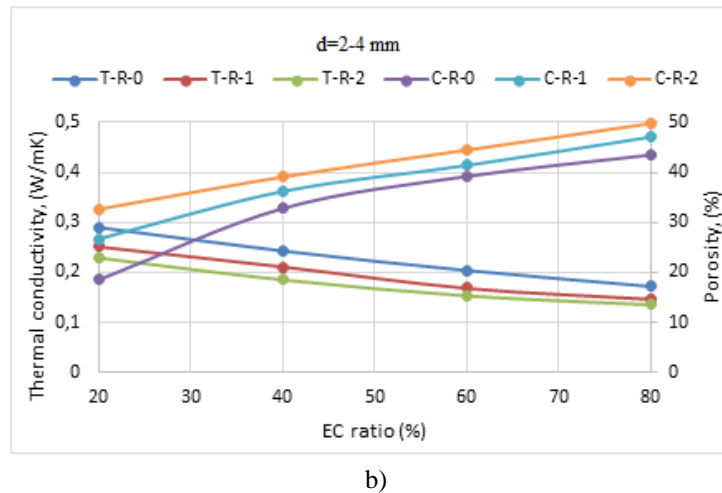


Fig. 7. Variation of the thermal conductivity and porosity with respect to EC ratio for the cases of particle diameter a) 0-2 mm, b) 2-4 mm

In comparison with similar studies (Table 5), the thermal conductivity of EC- and resin-doped samples with 2-4 mm grain diameters had the same values as Ref (Demirdag & Gunduz, 2008), while they were smaller than Ref: Biçer (2021a); Bicer & Celik (2020); Bicer (2020); Bicer (2021b).

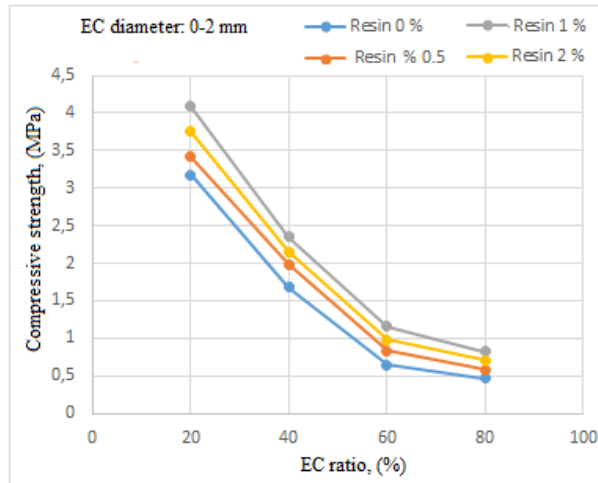
4.3. Compressive Strength

The samples have smaller compressive strength as the EC ratio increases from 20% to 80%. This is due to the weakness of the gypsum binder. In resin-free samples, 0-2 mm and 2-4 mm samples have the highest compressive strength of 3.18 MPa and 2.83 MPa, respectively. When 2 % resin is added to the samples, an increase of 15.2% - 15.77% (with 20 % EC ratio) and 3.38% -3.33% (with 80 % EC ratio) is achieved in the samples with 0-2 mm and 2-4 mm grain diameter aggregates, respectively (Fig 8 a and b). This has two reasons. First, the resin hardens as a result of drying. Second, gypsum has binding properties. Compressive strength values are negatively affected in samples with large EC grain diameters. The reason of this situation is due to decrease on binding percentage of sample with bigger diameter.

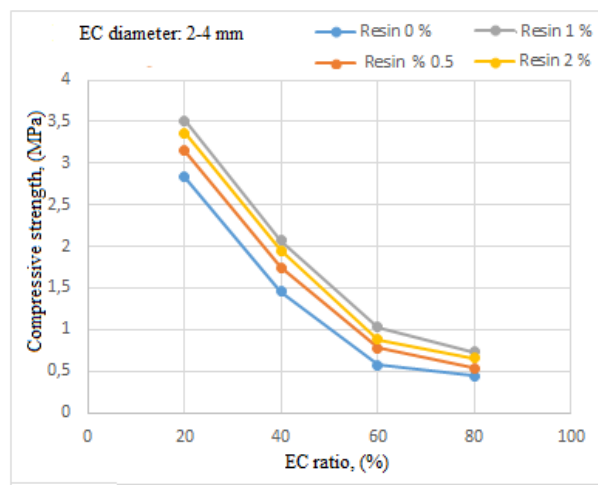
Fig 8 shows that the 1% resin-doped samples have compressive strength values than those without resin. However, this increase decreases slightly in the samples with 2% resin.

Compressive strength and thermal conductivity are the two most essential parameters for plaster samples. Fig. 9 shows the variation of compressive strength and thermal conductivity according to the ratio of EC and resin. Fig. 9 shows that the lower the thermal conductivity values, the lower the compressive strength.

Comparing the compressive strength values reported by similar studies, we see that Ref: Bicer, (2021-b) has approximately the same values, while the other studies have smaller values (because they are cement binder studies).

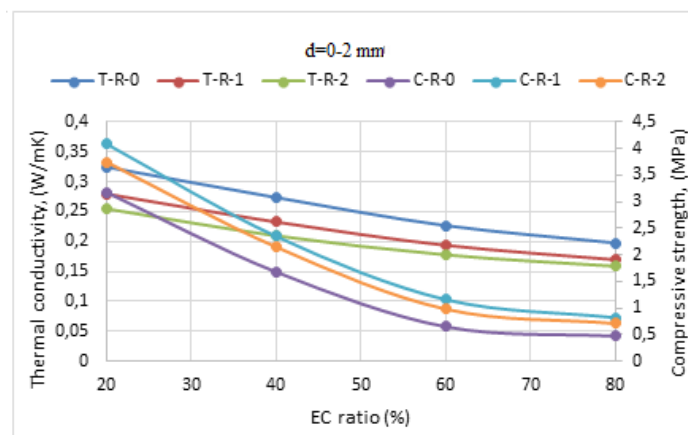


a)

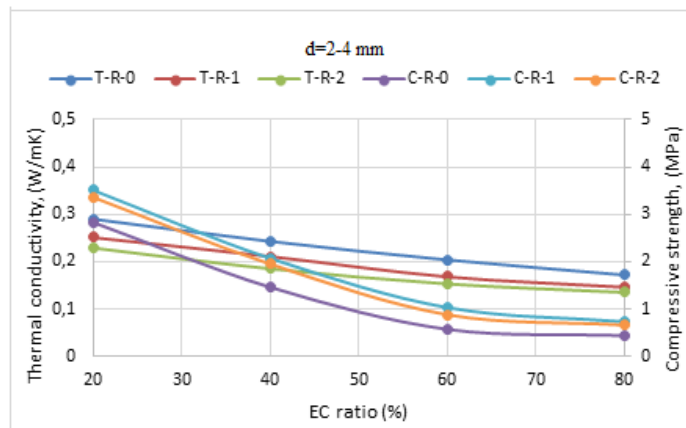


b)

Fig. 8. Compressive strength of samples versus EC percentages grain diameter: a) 0-2 mm b) 2-4 mm



a)



b)

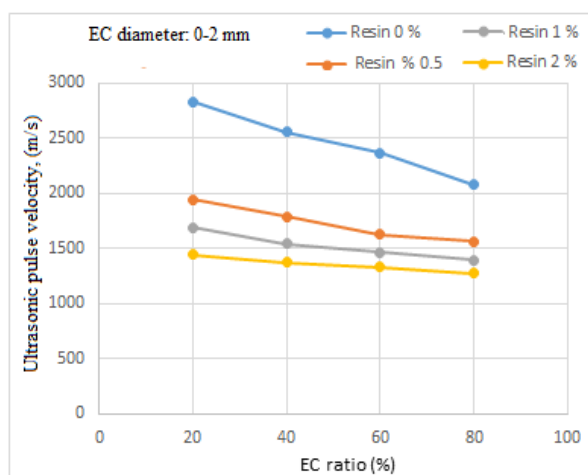
Fig. 9. Variation of the density and porosity with respect to EC ratio for the cases of particle diameter a) 0-2 mm, b) 2-4 mm

4.4. Water Absorption

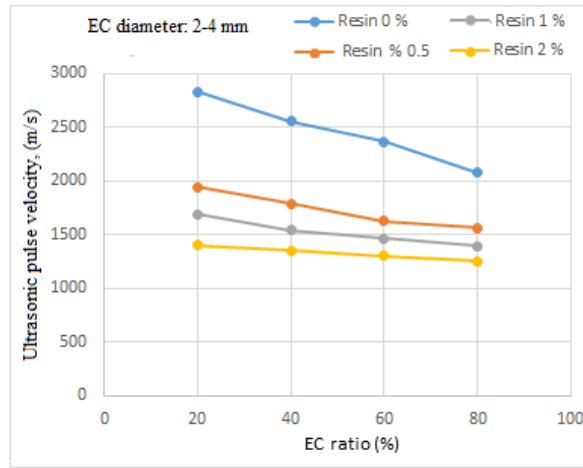
Expanded clay is hydrophobic because it has a closed porous structure. Tables 3 and 4 show that the water absorption rate decreases as the EC content increases. Most samples have a water absorption rate of more than 30 percent. Therefore, resin-doped gypsum plasters should not be used directly with water due to the risk of freezing, cracking, and disintegration at temperatures below 0°C. They should be used for interior plastering for insulation purposes.

4.5. Ultrasonic Pulse Velocity

The increased EC content in the mixtures decreases the density and compressive strength. The increase in EC content in the mixtures and thermal conductivity decrease the velocity of the ultrasonic sound (Fig 10). In 0-2 mm grain diameter samples, ultrasonic sound velocities range from 2073 to 2830 m/s and 1270 to 1438 m/s in resin-free and resin-doped samples, respectively. In 2-4 mm grain diameter samples, ultrasonic sound velocities range from 2008 to 2703 m/s and 1252 to 1400 m/s in resin-free and resin-doped samples, respectively.



a)



b)

Fig. 10. Ultrasonic pulse velocity of samples versus EC percentages a) EC diameter: 0-2 mm, b) EC diameter: 2-4 mm

4.6. The Usability

The tests show that the samples can be sawed and screwed. They are suitable for grooving for installation works and can be drilled. The samples were treated with various dyes to determine the dye retention of the samples. As a result, it was found that the dye retention of the samples was extremely good (Fig 11).



Fig. 11. Samples can be different types of dyes can be applied a) Silicone rubber coating, b) Oil painting

Based on these results, resin- and EC-doped gypsum plasters can be used for thermal insulation in the interior walls of buildings.

Table 5. Similar studies

Materials	Density (g/cm ³)	Thermal conductiv. (W/mK)	Compres. streng. (MPa)	Literature
Cement + EC (5%) + tragacanth (1%)	1.179	0.221	2.68	Demirdag & Gunduz (2008)
Cement + EC (10%) + tragacanth (1%)	1.059	0.162	2.36	
Cement + EC (20%) + tragacanth (1%)	0.867	0.140	1.35	
Cement+EC (20%)+Fly ash(30%)+Pine R.(1%)	1.430	0.328	21.43	Biçer (2021a)
Cement+EC (40%)+Fly ash(30%)+Pine R.(1%)	0.846	0.127	14.21	
The pumice aggregate diameter: < 20 mm				
Pumice (20 %)+cement (80%)+pine resin (1%)	1.548	0.371	19.80	Bicer & Celik (2020)
Pumice (40 %)+cement (60%)+pine resin (1%)	1.479	0.318	13.05	
Pumice (60 %)+cement (40%)+pine resin (1%)	1.350	0.265	8.10	
Pumice (80 %)+cement (20%)+pine resin (1%)	1.241	0.230	4.58	
EPS (80%)+cement (20%)+tragacanth (1%)	0.537	0.051	0.88	Kaya & Kar (2016)
EPS (20%)+cement (80%)+tragacanth (1%)	1.233	0.322	10.95	
Gypsum (90%)+fly ash (%10)	1.254	0.335	-	Bicer (2020)
Gypsum (50%)+fly ash (%50)	1.198	0.274	-	
Gypsum (10%)+fly ash (%90)	1.121	0.248	-	

The pumice aggregate diameter 2-4 mm				
Gypsum + pumice (20%)+ pine resin (2%)	1,204	0,290	4,29	Bicer (2021b)
Gypsum + pumice (40%)+ pine resin (2%)	1,123	0,225	2,1	
Gypsum + pumice (60%)+ pine resin (2%)	0.868	0,193	1,3	
Gypsum + pumice (80%)+ pine resin (2%)	0,793	0,165	0,69	
The EC aggregate dimensions: 2-4 mm				
EC (20 %) + gypsum (80%) + pine resin (2%)	1.122	0.229	3.36	Present
EC (40 %) + gypsum (60%) + pine resin (2%)	1.074	0.185	1.95	
EC (60 %) + gypsum (40%) + pine resin (2%)	0.896	0.153	0.88	
EC (80 %) + gypsum (20%) + pine resin (2%)	0.760	0.135	0.66	

4. Conclusions

This study investigated the thermo-mechanical properties of pine tree resin- and EC-doped gypsum plasters to present them as a new insulation plaster. The following are the results.

1- Thermal conductivity, density, and compressive strength decrease while porosity increases in EC-doped gypsum plasters. In the case of resin addition, compressive strength, and porosity increase while other parameters decrease even more.

2- When 20%-80% EC is added to gypsum plaster, the resin-free samples (2-4 mm) have a thermal conductivity coefficient of 0.290 to 0.172 W/mK and compressive strength of 2.83 to 0.44 MPa. The resin-doped samples have a thermal conductivity coefficient of 0.229 to 0.135 W/mK and compressive strength of 3.36 to 0.66 MPa.

3- As the EC grain size increases, the insulation property of gypsum plaster increases while its strength weakens. With the addition of resin, the insulating properties of the plaster increase even more, while the disadvantage in strength turns into an advantage.

4- The samples have high water absorption rates. Therefore, they should be used in areas not in contact with water.

5- When we compare the EC- and resin-doped plasters with similar materials (Table 5), we see that the former is superior both in terms of insulation properties and strength. These plasters can be used as interior plaster, insulation plaster, and decoration material in buildings.

In conclusion, EC and pine tree resin-doped gypsum can be used as insulation and interior plasters.

References

1. **ASTM C 109-80. (1983).** Standard test method for compressive strength of hydraulic cement mortars, *Standards ASTM Designation*.
2. **Bajdur, W., Pajaczkoeska, J., Makarucha, B., Sulkowski, A. & Sulkowski, W.W. (2002).** Effective polyelectrolytes synthesized from expanded clay waste. *European Polymer Journal*, 38, 299-304.
3. **Bartolini, R., Filippozzi, S., Princi, E., Schenone, C. & Vinici, S. (2010).** Acoustic and mechanical properties of expanded clay granulates consolidated by epoxy resin. *Applied Clay Science*, 48: 460-465.
4. **Bicer, A. (2020).** Thermal Properties of Gypsum Plaster with Fly Ash, *International Journal of Eastern Anatolia Science Engineering and Design*, 2(1), 120-138.
5. **Biçer, A. (2021-a).** Effect of fly ash and pine tree resin on thermo-mechanical properties of concretes with expanded clay aggregates. *Case Studies in Construction Materials*, 15 e00624
6. **Bicer, A. (2021-b).** Effect of pine resin on the thermal and mechanical properties of plaster with pumice, *Dicle University Journal of Engineering (DUJE)*, 12 (3), 523-533.
7. **Bicer, A., (2019).** Influence of tragacanth resin on the thermal and mechanical properties of fly ash-cement composites, *Journ, al of Adhesion Science and Technology*, 33(10), 1019-1032.
8. **Bicer, A. & Celik, N. (2020).** Influence of pine tree resin on thermo-mechanical properties of pumice-cement composites, *Cement and Concrete Composites*, 112: September, 103668.

9. **Bouvard, D., Chaix, J.M., Dendievel, R., Fazekas, A., Létang, J.M., Peix, G. & Quenard, D. (2007).** Characterization and simulation of microstructure and properties of EC lightweight concrete. *Cement and Concrete Research*, 37, 1666 -1673.
10. **BS 812-109 Standards, (1990).** Testing aggregates-part 109: methods for determination of moisture content., *British Standards Institution*.
11. **Chen, B. & Liu, J. (2004).** Properties of lightweight expanded clay concrete reinforced with steel fiber. *Cement and Concrete Research*, 34, 1259 — 1263.
12. **Choi, N.W. & Ohama, Y. (2004).** Development and testing of polystyrene mortars using waste EC solution-based binders. *Construction and Building Materials*, 18, 235-241.
13. **Demirdag, S. & Gunduz, L. (2008).** Strength properties of volcanic slag aggregate lightweight concrete for high performance masonry units. *Construction and Building Materials*, 22, 135–142.
14. **Denko, S. (1990),** Shotherm Operation Manual No 125-2. K.K. Instrument products department, 13-9, Shiba Daimon, Tokyo, 105, Japan.
15. **Devecioglu, A.G. & Bicer, Y. (2016).** The effects of tragacanth addition on the thermal and mechanical properties of light weight concretes mixed with expanded clay. *Period. Polytech. Civil Eng.*, 60(1), 45-50.
16. **Fakhfakh, E., Hajjaji, W., Medhioub, M., Rocha, F., Lopez-Galindo, A. & Settim, M. (2007).** Effects of sand addition on production of lightweight aggregates from Tunisian smectitr-rich clayey rocks. *Applied Clay Science*, 35, 228-237.
17. **Gencel, O., Diaz, J.J.C., Sutcu, M., Koksall, Rabanal, F.F.P.A., Barrera, G.M. & Brostow, W. (2014).** Properties of gypsum composites containing vermiculite and polypropylene fibers: Numerical and experimental result, *Energy and Building*, 70, 135–144.
18. **Gnip, I., Vejelis, S. & Vaitkus, S. (2012).** Thermal conductivity of expanded clay (EC) at 10 oC and its conversion to temperatures within interval from 0 to 50 oC. *Energy and Buildings*, 52, 107-111.
19. **Kaya, A. & Kar, F. (2016).** Properties of concrete containing waste expanded polystyrene and natural resin. *Construction and Building Materials*, 105, 572-578.
20. **Miled, K., Sab, K. & Roy, R.L. (2007).** Particle size effect on EC lightweight concrete compressive strength: Experimental investigation and modeling. *Mechanics of Materials*, 39, 222-240.
21. **Nahhab, A. & Ketab, A.K. (2020).** Influence of content and maximum size of light expanded clay aggregate on the fresh, strength, and durability properties of self-compacting lightweight concrete reinforced with micro steel fibers. *Construction and Building Materials*, 233, 117922.
22. **Othman, M.L.B., Alsarayreh, A.I.M., Abdullah, R.B., Sarbini, N.N.B., Yassin, M.S.B. & Ahmad, H.B. (2020).** Experimental study on lightweight concrete using lightweight expanded clay aggregate (LECA) and expanded perlite aggregate (EPA). *Journal of Engineering Science and Technology*, 2020; 1186 – 1201-15(2).
23. **Rossignolo, J.A., Marcos, V.C. & Jerusa, A. (2003).** Properties of high-performance LWAC for precast structures with Brazilian lightweight aggregates. *Cement and Concrete Composites*, 25, 77-82.
24. **Subasi, S. (2009).** Production of structural lightweight concrete with expanded clay aggregate. *J. Fac. Arch. Gazi Univ.*, 24(3), 559-567.
25. **TS 699, (2009).** The test and experiment methods of natural building stones, *TSE*, Ankara.
26. **Vasina, M., Hughes, D.C., Horoshenkov, K.V. & Lapcik, L. (2006).** The acoustical properties of consolidated expanded clay granulates. *Applied Acoustics*, 67(8), 787-796.
27. **Vysnaukas, V.V. & Zikas, A.A. (1988).** Determination of the thermal conductivity of ceramics by the Hot-Wire Technique. *Heat Transfer Soviet Research*, 20 (1), 137-142.
28. **Xue, F., Takeda, D., Kimura, T. & Minabe, M. (2004).** Effect of organic peroxides on the thermal decomposition of expanded clay with the addition of c-methyl styrene. *Polymer Degradation and Stability*, 83, 461-466.

PERFORMANCE OF BORON NITRIDE NANOSHEETS IN DYE ADSORPTION: A MINI-REVIEW

Gamze Özçakır^{1*}

¹ Bilecik Seyh Edebali University, Faculty of Engineering, Department of Chemical Engineering, TR 11100, Bilecik, Türkiye

Abstract

Cleaning water before draining is necessary because of its harmful effects on aquatic ecosystems. Adsorption is an economically feasible and easy process that provides a good solution to remove toxic dyes from water. An adsorbent which can be used in dye adsorption have some features such as high adsorption, binding energy, and negative interaction energy. Carbon materials, metal-organic frameworks (MOFs), silica, and titania are among the most used adsorbent for dye adsorption in the literature. Nowadays, 2D materials have a popularity. The study aims to point out the importance of boron nitride nanosheets (BNNSs) in dye adsorption.

Key Words: Boron nitride nanosheets, dye adsorption, environmental remediation

1. Introduction

It is clear that water pollution originates from excess urbanization and industrialization. So, it has formed a crucial problem throughout the world. Sources of this contamination caused chemicals and synthetic dyes among the other pollutants due to their high solubility in water. Synthetic dyes mix as textile wastes to the water. It is obvious that these dyes are carcinogenic, hazardous for human beings and aquatic ecosystem. Besides that, these dyes are responsible for decrease in water quality. It can be preferred several methods for dye removal from water. They are photocatalysis, adsorption, chemical oxidation, ion exchange, membrane separation, and biological degradation. However, these methods require complex, long-time processes and high energy usage. However, adsorption covers easy and conventional steps. Besides that, to recover adsorbents and use them several times render adsorption economically feasible (Liu et al., 2022).

Textile dyes are organic substances. There are two types of textile dyes concerning their water solubility. They are soluble and insoluble dyes. Soluble dyes can be acid (anionic), basic(cationic), reactive, or direct. While insoluble dyes are examined in four topics which are sulfur, disperse, vat, and pigments (Sharma et al., 2021).

In this research, it aimed to review water-soluble dyes. Because the adsorption studies majorly carried out in a water environment. Anionic dyes are applied to hydrophilic materials like wool, cotton, and nylon at a 2-6 pH range. Most of the synthetic dyes utilized in the textile industry are anionic. These dyes are classified in several ways concerning their functional groups. For example, Acid Red 27 belongs to the azo dye class. On the other hand, Cationic dyes are synthesized from organic bases. They can ionize in a water environment and form cations. Auramine O, Malachite Green, Nile Blue, and Rhodamine B are among the cationic dyes class. Reactive dyes accepted as anionic dyes formed covalent bonds to the materials like wool, and cotton. Reactive Red 3 and Reactive Blue 19 are among to reactive dyes class. Direct dyes are applied to the fabric like rayon, linen, and silk at nearly 80-90°C temperature ranges. They are the cheapest ones compared to the other types of textile dyes. Direct Blue 1 is one of them as an azo dye (Sharma et al., 2021).

Adsorbents used in dye adsorption are expected to have several properties such as high surface area, uptake capacity, recyclability, selectivity and, easy obtainable. Besides that, the surface features of an adsorbent are crucial to achieving good adsorption performance for dyes. Adsorbents can be natural or synthetic based. The most studied synthetic materials in literature are Carbon Nanotubes (CNTs), graphene oxide, metal-organic frameworks (MOFs), and covalent-organic frameworks (COFs). Natural materials are mesoporous silica, clays, chitosan, and porous carbon (Lan et al., 2021). Adsorption of dyes using natural-based low-cost adsorbents has been an important research area. However, they are in microparticle form. So, they have a small surface area. To achieve good adsorption conditions, it needs to carry out the adsorption process for a long time. For industrial processes, natural-based adsorbents are regarded as not feasible (Tan et al., 2015).

*Sorumlu Yazar (Corresponding Author):

G. ÖZÇAKIR; Bilecik Seyh Edebali University, Department of Chemical Engineering
E-mail: gamze.ozcakir@bilecik.edu.tr

Geliş (Received) : 14.04.2023

Kabul (Accepted) : 17.05.2023

Basım (Published) : 31.07.2023

Nanomaterials are composed of particles whose 1-100 nm. They have excellent properties like low-weight, highly active sites. And, in dye adsorption, a small amount of nanomaterial can be adequate (Tan et al., 2015). Nowadays, several studies have been carried out for dye adsorption in water by using nanomaterials. For example, Wang et al. (2021) synthesized a novel spherical montmorillonite-supported nanocomposite which was composed of COF with sulfhydryl groups and gold nanoparticles. The researchers recorded that the catalytic activity of this catalyst did not alter after the 20th cycle for methylene blue adsorption (Wang et al., 2021). Yang et al. (2018) investigated the effect of a nanocomposite that included ZIF-67 on methyl orange degradation. They caught a 738 mg/g adsorption capacity after a 7 h adsorption experiment with only 5 mg adsorbent (Yang et al., 2018). Fard et al. (2018) researched direct blue 71 adsorptions from an aqueous solution by using Multi-Walled Carbon Nanotube. They obtained 96% removal efficiency under the conditions which were 0.6 g/L adsorbent concentration, and 90 min adsorption time in an acidic dye solution (Fard et al., 2018). Fraga et al. (2020) studied the effect of a nano-scale adsorbent which included graphene oxide on reactive drimaren red adsorption. At room temperature, they reached 220 mg/g as the maximum adsorption value. They also carried out phytotoxicity measurements for the adsorbent (Fraga et al., 2020).

Today, 2D materials have gained attention because of their several properties like high anisotropy, flexible mechanically, and transparent optically. Most Studied 2D materials for dye adsorption were WS₂ (Khataee et al., 2018), MoS₂ (Massey et al., 2016), and Nb₂CT_x Mxene (Yan et al., 2021). As 2D material, Boron Nitride Nanosheets (BNNSs) possess a skeletal composition of nitrogen and boron (Yadav & Dindorkar, 2022). BNNSs has regarded as crucial materials as adsorbents due to their properties which are high oxidation resistance, thermal conductivity, polarity, and specific area. Besides that, they can stay inert against the majority of chemicals. However, in literature, the adsorption studies against dyes within the water with BNNSs are scarce (Bangari et al., 2022). This study aimed to enlighten the adsorption potential of BNNSs on the water-soluble cationic and anionic textile dyes.

2. Definition, Synthesis, Properties and Applications of BNNSs

Boron nitride (BN) is a crystalline material that formed in several morphologies such as rhombohedral boron nitride (r-BN), hexagonal boron nitride (h-BN), wurtzite boron nitride (w-BN), and cubic boron nitride (c-BN). BNNSs are one of the shape types of BN. Today, hexagonal boron nitride (h-BN) is a crucial material for scientists (Revabhai et al., 2022).

The synthesis of h-BN can be synthesized by using two routes. They are low-temperature growth and high-temperature growth. Solvothermal synthesis is a subtopic of low-temperature growth. It can carry out an autoclave with a mixture composed of boron, nitrogen precursors, and a liquid solvent under 500 °C temperatures. On the other hand, atmospheric pressure high-temperature synthesis is a subtopic of high-temperature growth. This process can be conducted in a horizontal tube under a nitrogen gas atmosphere at high temperatures (up to 1800 °C temperatures) with metal solvents such as Ni-Cr. Maestre et al. (2021) expressed that important select accurate temperature and solvent to obtain large h-BN crystals (Maestre et al., 2021).

H-BN has outstanding properties such as high thermal conductivity, stability under several chemical and thermal conditions, high electrical insulation, low density, huge surface area, and high corrosion resistance (Revabhai et al., 2022; Wang et al., 2019). Because of its properties, h-BN has been extensively researched in hydrogen storage, CO₂ capture, water purification, and desulfurization (Xiong et al., 2020).

H-BNNSs (2D) formed via exfoliation of bulk h-BN (3D). The aim of size changing of the material from 3D to 2D is to obtain uniform dispersion. However, it has known that the exfoliation of bulk h-BN is more complicated than the exfoliation of graphite. Several methods can be used for exfoliation. These are electrochemical peeling, high-shear mixing, chemical exfoliation, liquid phase exfoliation, molten hydroxide etching, ball milling, and shock chilling. Wang et al. (2019) synthesized H-BNNSs from h-BN by using hydrothermal exfoliation at 180 °C with a high exfoliation yield (55 %) (Wang et al., 2019).

3. Performance of BNNSs on Adsorption of Cationic and Anionic Dyes

Singla et al. (2015) tested their BNNSs in the adsorption of an anionic (methyl orange) and a cationic dye (brilliant green). They synthesized BNNSs by using a nitrogen atmosphere at 900 °C. 0.9 nm for average thickness and 0.3 nm for lattice interplaner distance of the nanosheets found utilizing high-resolution transmission electron microscopy (HRTEM). For both dyes, the researchers found that an increase in initial dye concentration caused a

decrease in removal efficiency. This situation occurred due to decreasing adsorption sites of the adsorbent. Because methyl orange, as an anionic dye, has a negative charge, a decrease in pH enables increasing removal efficiency. So, the optimum pH was found as 4. However, for positively charged brilliant green, the optimum pH reached 6. Especially for a brilliant green, 1 min adsorption was enough to achieve maximum adsorption (Singla et al., 2015).

Wang et al. (2018) designed a few layers BNNSs through direct-exfoliation of h-BN. The researchers defined their synthesis method as inexpensive and green to synthesize BNNSs. Because the researchers studied not using at high temperatures, vacuum, sonication or harmful solvents. Yield of exfoliation founded as 15%. Average thickness of BNNSs obtained as nearly 1.5 nm using Atomic force microscopy (AFM) characterization. For adsorption tests, the researchers tested the nanosheets in Rhodamine B as a cationic dye removal. The tests carried out with an 5 mg adsorbent, and 10 mg per litre initial dye concentration. After 10 min, the adsorbent reached adsorption equilibrium (30 mg/g) (Wang et al., 2018).

Wang et al. (2020) obtained BNNSs by calcination boron acid and urea under nitrogen atmosphere. They studied methylene blue as a cationic dye. They reused the adsorbents after washing them with ethanol and calcination in air at 400 °C. They found that, for methylene blue, the nanosheets exhibited nearly 100% removal efficiency after just 20 min. Reusability tests showed that adsorption capacity decreased the adsorbent used again from 100% to 70%. And this value remained unchanged during up to three cycle (Wang et al., 2020).

Ikram et al. (2020) collected h-BNNSs by using sonication. After that, they loaded Nickel with different ratios (2.5-10%) on them via hydrothermal method. Catalytic activity tests showed that the synthesized adsorbent had 10% nickel reached 99% methylene blue degradation in 1 min in the presence of NaBH₄ (Ikram et al., 2020).

Kumar et al. (2022) synthesized interesting adsorbent included h-BNNSs removing methylene blue as a cationic dye and acid orange as an anionic dye in the water. They created hexagonal boron nitride-based magnetic aerogel. Because the adsorbent had zero surface charge and several functional groups, it performed good adsorption against the specific dyes. The adsorbent showed 415 for methylene blue and 286 mg/g for acid orange adsorption capacity (Kumar et al., 2022).

4. Conclusion

Synthetic or textile dyes are carcinogenic, and hazardous for humans and aquatic ecosystems. Compared to the other methods, adsorption comes to the forefront thanks to its easy feasibility. For dye adsorption, several materials can be applied. They are CNTs, graphene oxide, MOFs, COFs, mesoporous silica, and porous carbon. Because of so many unique properties, nanomaterials have gained attention for the adsorption processes. One of the eminent properties, it is enough to use a small amount of nano adsorbent in dye adsorption. H-BN is a prominent member of BNs. H-BNNSs (2D) synthesize via exfoliation of bulk h-BN (3D). Since it can be hard to synthesize H-BNNSs with high yield, there are low-amount of studies in the literature about dye degradation using these materials. In this review, several studies which were about anionic and cationic dyes removal with h-BNNSs presented. So, this material has the advantage of cleaning a dye solution within a few minutes. It was noticed that the researchers have studied developing a hybrid form of the h-BNNSs with other materials, and new synthesis methods of h-BNNSs against climate change. And, it seemed the research gathered mainly in methylene blue degradation for h-BNNSs adsorbents among water-soluble textile dyes.

Nowadays, researchers have started to synthesize h-BNNSs as solvent-free. Less solvent used in nanomaterial synthesis has gained importance for the environment. Also, it has been recently popular to create magnetic h-BNNSs with magnetic metals to increase their adsorption capability and collect the adsorbent in simple way from an aqueous medium.

References

1. **Bangari, R. S., Yadav, A., Awasthi, P. & Sinha, N. (2022).** Experimental and theoretical analysis of simultaneous removal of methylene blue and tetracycline using boron nitride nanosheets as adsorbent. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 634, 127943. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2021.127943>
2. **Fard, R.F., Sar, M.E.K., Fahiminia, M., Mirzaei, N., Yousefi, N., Mansoorian, H.J. & Ghadiri, S.K. (2018).** Efficiency of multi walled carbon nanotubes for removing Direct Blue 71 from aqueous solutions. *Eurasian journal of analytical chemistry*, 13(3). Doi: <https://doi.org/10.20933/ejac/85010>

3. **Fraga, T.J.M., da Silva, L.F.F., de Lima Ferreira, L.E.M., da Silva, M.P., Marques Fraga, D.M.D.S., de Araújo, C.M.B. & da Motta Sobrinho, M.A. (2020).** Amino-Fe₃O₄-functionalized multi-layered graphene oxide as an ecofriendly and highly effective nanoscavenger of the reactive drimaren red. *Environmental Science and Pollution Research*, 27, 9718-9732. Doi: <https://doi.org/10.1007/s11356-019-07539-z>
4. **Ikram, M., Hassan, J., Imran, M., Haider, J., Ul-Hamid, A., Shahzadi, I. & Ali, S. (2020).** 2D chemically exfoliated hexagonal boron nitride (hBN) nanosheets doped with Ni: synthesis, properties and catalytic application for the treatment of industrial wastewater. *Applied Nanoscience*, 10, 3525-3528. Doi: <https://doi.org/10.1007/s13204-020-01439-2>
5. **Khataee, A., Eghbali, P., Irani-Nezhad, M.H. & Hassani, A. (2018).** Sonochemical synthesis of WS₂ nanosheets and its application in sonocatalytic removal of organic dyes from water solution. *Ultrasonics Sonochemistry*, 48, 329-339. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2018.06.003>
6. **Krishna Kumar, A.S., Warchol, J., Matusik, J., Tseng, W.L., Rajesh, N. & Bajda, T. (2022).** Heavy metal and organic dye removal via a hybrid porous hexagonal boron nitride-based magnetic aerogel. *NPJ Clean Water*, 5(1), 24. Doi: <https://doi.org/10.1038/s41545-022-00175-0>
7. **Lan, D., Zhu, H., Zhang, J., Chen, S. Li, Q., Wang, C. & Xu, M. (2021).** Adsorptive removal of organic dyes via porous materials for wastewater treatment in recent decades: A review on species, mechanisms and perspectives. *Chemosphere*, 293, 133464. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.133464>
8. **Liu, T., Anigbor, C.O., Ejimofor, M.I., Menkiti, M.C., Wakawa, Y.M., Li, J. & Jeevanandam, J. (2022).** Recent developments in the utilization of modified graphene oxide to adsorb dyes from water: A review. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 117, 21-37. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jiec.2022.10.008>
9. **Maestre, C., Toury, B., Steyer, P., Garnier, V. & Journet, C. (2021).** Hexagonal boron nitride: a review on selfstanding crystals synthesis towards 2D nanosheets. *Journal of Physics: Materials*, 4(4), 044018. Doi: <https://doi.org/10.1088/2515-7639/ac2b87>
10. **Massey, A.T., Gusain, R., Kumari, S. & Khatri, O.P. (2016).** Hierarchical microspheres of MoS₂ nanosheets: efficient and regenerative adsorbent for removal of water-soluble dyes. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 55(26), 7124-7131. Doi: <https://doi.org/10.1021/acs.iecr.6b01115>
11. **Revabhai, P.M., Singhal, R.K., Basu, H. & Kailasa, S.K. (2022).** Progress on boron nitride nanostructure materials: properties, synthesis and applications in hydrogen storage and analytical chemistry. *Journal of Nanostructure in Chemistry*, 13, 1-41. Doi: <https://doi.org/10.1007/s40097-022-00490-5>
12. **Sharma, J., Sharma, S. & Soni, V. (2021).** Classification and impact of synthetic textile dyes on Aquatic Flora: A review. *Regional Studies in Marine Science*, 45, 101802. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2021.101802>
13. **Singla, P., Goel, N. & Singhal, S. (2015).** Boron nitride nanomaterials with different morphologies: synthesis, characterization and efficient application in dye adsorption. *Ceramics International*, 41(9), 10565-10577. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2015.04.151>
14. **Tan, K.B., Vakili, M., Horri, B.A., Poh, P.E., Abdullah, A.Z. & Salamatinia, B. (2015).** Adsorption of dyes by nanomaterials: recent developments and adsorption mechanisms. *Separation and purification technology*, 150, 229-242. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2015.07.009>
15. **Wang, S., Jia, F., Kumar, P., Zhou, A., Hu, L., Shao, X. & Liu, B. (2020).** Hierarchical porous boron nitride nanosheets with versatile adsorption for water treatment. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 598, 124865. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2020.124865>
16. **Wang, F., Pan, F., Yu, S., Pan, D., Zhang, P., & Wang, N. (2021).** Towards mass production of a spherical montmorillonite@ covalent organic framework@ gold nanoparticles heterostructure as a high-efficiency catalyst for reduction of methylene blue. *Applied Clay Science*, 203, 106007. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.clay.2021.106007>
17. **Wang, X., Yang, Y., Jiang, G., Yuan, Z. & Yuan, S. (2018).** A facile synthesis of boron nitride nanosheets and their potential application in dye adsorption. *Diamond and Related Materials*, 81, 89-95. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.diamond.2017.11.012>
18. **Wang, N., Yang, G., Wang, H., Yan, C., Sun, R. & Wong, C.P. (2019).** A universal method for large-yield and high-concentration exfoliation of two-dimensional hexagonal boron nitride nanosheets. *Materials Today*, 27, 33-42. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.mattod.2018.10.039>
19. **Xiong, J., Di, J., Zhu, W. & Li, H. (2020).** Hexagonal boron nitride adsorbent: Synthesis, performance tailoring and applications. *Journal of Energy Chemistry*, 40, 99-111. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jechem.2019.03.002>
20. **Yadav, A. & Dindorkar, S.S. (2022).** Adsorption behaviour of hexagonal boron nitride nanosheets towards cationic, anionic and neutral dyes: insights from first principle studies. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 640, 128509. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2022.128509>

21. Yan, Y., Han, H., Dai, Y., Zhu, H., Liu, W., Tang, X. & Li, H. (2021). Nb₂CT x MXene Nanosheets for Dye Adsorption. *ACS Applied Nano Materials*, 4(11), 11763-11769. Doi: <https://doi.org/10.1021/acsanm.1c02339>
22. Yang, Q., Ren S., Zhao Q., Lu R., Hang C., Chen Z. & Zheng, H. (2018). Selective separation of methyl orange from water using magnetic ZIF-67 composites. *Chemical Engineering Journal*, 333, 49-57, 2018. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.cej.2017.09.099>

SYNTHESIS AND FUNCTIONAL PROPERTIES OF DIPHENYLAMINE-CONTAINING SCHIFF BASES

Hasan Ufuk CELEBIOGLU^{1*}, Recep TAS¹, Ebru KORUGLU¹, Sevilay GÜNAY², Yavuz ERDEN²

¹Department of Biotechnology, Faculty of Science, Bartın University, 74100, Bartın

²Department of Molecular Biology and Genetics, Faculty of Science, Bartın University, 74100, Bartın

Abstract

Schiff bases have been widely researched *in vitro* for their antimicrobial, antitumor, antiviral, antineoplastic, and antioxidant properties, owing to their strong chelating ability. Probiotics refer to “live microorganisms that, when administered in adequate amounts, confer a health benefit on the host”. Thus, this study aims to investigate the antibacterial, anticancer, and antioxidant effects of Schiff Bases *N*-methylene-*N*-phenylbenzenaminium and *N*-(5-oxopentylidene)-*N*-phenylbenzenaminium, as well as their impact on some properties of probiotic bacteria, *Lactobacillus acidophilus* and *Lactocaseibacillus rhamnosus*. Results indicate that these Schiff bases promote the growth of probiotic bacteria while inhibiting pathogenic bacteria. They demonstrate potent antibacterial and antioxidant activities, and cytotoxicity assays reveal that both compounds exert a high degree of inhibition on human colon and breast cancer cells. Additionally, there is significant modulation in auto-aggregation and surface hydrophobicity of *Lactobacillus acidophilus* and *Lactocaseibacillus rhamnosus*. In conclusion, the Schiff bases investigated in this study possess significant therapeutic potential.

Key words: Antibacterial, anticancer, antioxidant, *Lactobacillus*, probiotics, schiff bases

1. Introduction

Schiff bases belong to a category of compounds, firstly determined by Hugo Schiff (Tidwell, 2008), that have garnered significant attention in recent years due to their diverse biological activities and produced. These compounds are formed by the condensation of a primary amine with a carbonyl group, and they have a variety of applications in chemistry, biology, and pharmacology (Iftikhar et al., 2018; Liu et al., 2018). One of the most common applications of Schiff bases is in coordination chemistry, where they are frequently used as ligands due to their low cost and ease of synthesis (Abbo et al., 2005). Extensive *in vitro* researches have shown the significance of biological activities of Schiff bases. It is stated that the redox potentials of the central atom with the structure and conformation of the ligand affect the biological activities of such compounds (Durackova et al., 1999; Kumar et al., 2009). Due to their varying pharmacological properties, Schiff bases have gained considerable interest in the pharmacology, fields of chemistry and biology (Liberta & West, 1992, Kumar & Mishra, 2018). It is stated that Schiff bases have antimicrobial (Fioravanti et al., 1996; Khan et al., 2017), antitumor (Yang et al., 2000), antiviral (Das et al., 1999), antineoplastic (Sur et al., 1990), antitubercular (Krishna et al., 2014), anti-infective (Aly et al., 2020) properties. There are studies that show Schiff bases are good antioxidant compounds as they are excellent chelating agents (Galini et al., 2017). Additionally, they find applications as catalysts, organic synthesis intermediates, and stabilizers for paints, pigments, and polymers (Shanty et al., 2017). Furthermore, it is among the studies that Schiff bases show anticancer properties (Parekh et al., 2017).

On the other hand, probiotics are “live microorganisms that, when administered in adequate amounts, confer a health benefit on the host” and known for their ability to improve intestinal balance and positively affect the host (Hill et al., 2014, Çelebi et al., 2020). To be a probiotic, microorganisms should bear some requirements. Firstly, they should have survival in the digestive system (Gonzalez-Rodriguez et al., 2013). The adhesion of probiotic bacteria to the gastrointestinal tract (GIT) is an important criterion for their effectiveness. This is because the mucus layer, covering the surface of the organs, is the first interacting site of microorganisms in the GIT, and the

*Sorumlu Yazar (Corresponding Author):

Hasan Ufuk CELEBIOGLU; Bartın University, Faculty of Science, Department of Biotechnology 74100, Bartın-Turkey.

Geliş (Received) : 06.04.2023
Kabul (Accepted) : 30.05.2023
Basım (Published) : 31.07.2023

adhesion of bacteria to this layer reduces pathogenic colonization and provides a healthy microbiota balance. The mucus layer is an important site for microbial adhesion and colonization as being the area that covers the surface of the organs and the first contact of microorganisms in the intestine. Because bacteria with aggregation ability form a barrier by binding to the surface and to each other (Collado *et al.*, 2008). The adhesion properties of probiotic bacteria are determined by the composition and physical properties of their cell surface (Servin & Coconnier, 2003). Composition (proteins and lipids) on the bacterial surface and surface physical properties (e.g. surface hydrophobicity) of *lactobacilli* have generally roles in the adhesion properties of probiotic bacteria, yet these may differ among the strains (Buck *et al.*, 2005; Percival *et al.*, 2019). Thus, probiotic adhesion to mucus layer is important since it can reduce the pathogenic colonization, regulate immunological properties, and support healthy microbiota balance (Van Tassell & Miller, 2011). This may also play a role in the prevention of diseases related to the GIT (Siciliano & Mazzeo, 2012). For instance, a decreased amount of intestinal *lactobacilli* can be associated with ulcerative colitis, diarrhea, inflammatory bowel diseases, constipation, as well as colon cancer (Drisko *et al.*, 2003).

Lactobacillus acidophilus and *Lacticaseibacillus rhamnosus* are *lactobacilli* that have been extensively studied. *L. acidophilus* has the ability to produce antimicrobial agents, which enable it to inhibit pathogenic bacteria. Studies have shown that *L. acidophilus* is present in the gastrointestinal tract more than any other microorganism, and it has been observed to inhibit different bacteria through the production of bacteriocin (Celebioglu & Svensson, 2018, Özçelik, 2014). *Lacticaseibacillus rhamnosus*, on the other hand, has been used as supplements and added to varying foods, including dairy products. This bacterium is capable of surviving in the acidic and alkaline conditions of the gastrointestinal tract, and has several potentials and uses in promoting digestive health (Capurso, 2019, Celebioglu *et al.*, 2020a).

In the current study, the antibacterial, anticancer, and antioxidant activities of two diphenylamine-containing Schiff bases, *N*-methylene-*N*-phenylbenzenaminium and *N*-(5-oxopentylidene)-*N*-phenylbenzenaminium, were evaluated. In addition, we evaluated the impact of these compounds on some probiotic properties of *Lactobacillus acidophilus* and *Lacticaseibacillus rhamnosus*. Our study aims to contribute to the current understanding of the biological activities of Schiff bases and their potential therapeutic applications. Furthermore, our study sheds light on the potential effects of these compounds on probiotic bacteria, which can have promising applications.

2. Materials and Methods

2.1. Chemicals

All of chemicals (analytical grade) used in the Schiff base synthesis were purchased from Sigma-Aldrich and Fluka and used directly without further purification. The biological activities of the Schiff bases were measured at room temperature using (UV-Vis) spectrophotometer.

2.2. Synthesis of Schiff bases

The 250 mL sheathed flask was mixed with 10 mmol of formaldehyde and 5 mmol of diphenylamine solutions at room temperature, and reaction was continued by adding 75 mL anhydrous ethanol to the synthesis medium. The color of the medium changed from transparent to orange, and the resulting orange solution was refluxed continuously (36 h; 90°C; 400 rpm). Precipitate of Schiff base-1 (*N*-methylene-*N*-phenylbenzenaminium) was filtered with the help of Whatman No:1 filter paper, then washed with water, ethanol, and ether, respectively. The resulting Schiff base compounds were dried in a vacuum oven.

The ligands were synthesized by the condensation of 5 mmol glutaraldehyde and 5 mmol of diphenylamine in using ethanol (100 mL) as the reaction medium and were then, it was refluxed for 24 hours. After this it was put on cooling at room temperature and the solid products were obtained. The solvent in the obtained Schiff base was completely removed with the help of rotary evaporator. The precipitate of Schiff base-2 (*N*-(5-oxopentylidene)-*N*-phenylbenzenaminium) was filtered with the help of Whatman No:1 filter paper, then washed with water, ethanol, and ether, respectively. The resulting Schiff base compounds were dried in a vacuum oven under (Fig. 1).

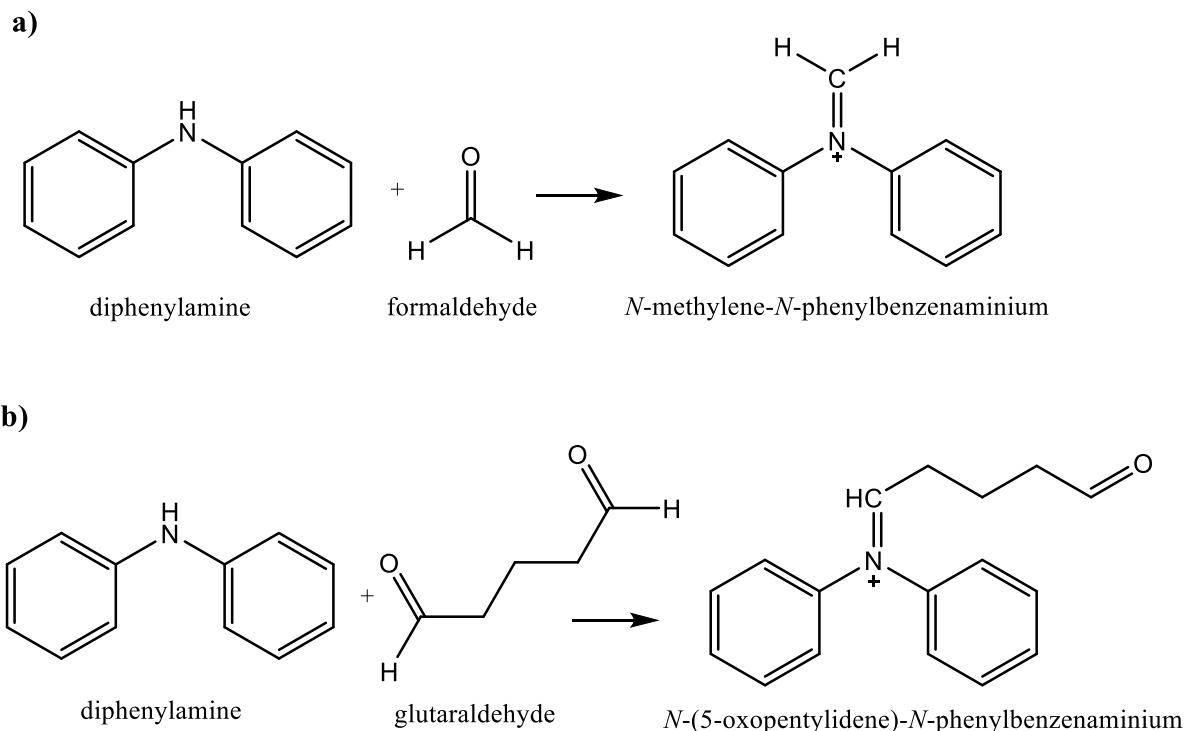


Fig.1. Reaction of Schiff Bases. (A) *N*-methylene-*N*-phenylbenzenaminium and (B) *N*-(5-oxopentylidene)-*N*-phenylbenzenaminium

2.3. Antibacterial Activity Assay

To test the antibacterial properties of the Schiff bases, we employed Broth Micro-Dilution Assay, with some modifications based on the method of Brandt *et al.* (2010). We used *Escherichia coli* (Gram-negative) and *Staphylococcus aureus* (Gram-positive), which were initially grown in Nutrient Broth (NB) for 24 hours at 37°C. After sub-culturing, new cultures were grown until a density of 0.5 McFarland Unit reached. The bacterial cultures were then mixed with different concentrations of Schiff Bases (ranging from 0-1000 µg/mL) in microtiter plate wells containing NB. A negative control was included by using NB without bacteria. The microtiter plate was read at 0th and 24th hour at an absorbance of 600 nm in a micro-titer plate reader. Percentage inhibition versus compound concentration plot were plotted and the Minimum Inhibitory Concentrations (MICs) of the Schiff bases were calculated using these plots.

2.4. Anticancer Effect

2.4.1. Growth of cells

We examined the anticancer properties of Schiff bases for human colon (Caco-2 and HT-29) and breast (MCF-7) cancer cell lines. The cells were grown in DMEM (Caco2 and MCF-7) (Sigma-Aldrich, USA) or RPMI-1640 (HT-29) (Gibco, UK) medium supplemented with FBS (10%, Biowest, USA) and penicillin/streptomycin (1%, Gibco, UK) at 37°C with 5% CO₂ (Thermo Forma II CO₂ incubator, USA).

2.4.2. Cell Viability (MTT assay)

Cytotoxic properties of the Schiff bases were evaluated using the MTT assay (Mosmann, 1983), where the cells were grown in 96-well microplates and treated with Schiff bases (1-100 µM) or DMSO as control for 24 hours. After incubation, MTT was added, followed by DMSO, and the absorbances were read at 570 nm (Thermo Multiskan Go, USA). The viability percentages of treated groups were calculated based on the absorbance values of the control group, which was considered 100% viable cells (Tekin *et al.*, 2015).

2.5. DPPH Radical Scavenging Activity

DPPH stock solution was prepared before the experiment and covered with aluminum foil and transferred to the glass tube. 100, 500, 1000, 7500, 10000 µg/mL solutions of Schiff bases were prepared and 100 µL of these solutions were added with 100 µL DPPH to the 96-well plates. Only 96% ethanol and DPPH were added to the control groups. It was kept at RT for 30 minutes in the dark. Absorbance was read at 515 nm. The inhibition value of each mixture was calculated separately according to the equation (1).

$$\% \text{ DPPH Scavenging Activity} = \left(1 - \frac{A_{\text{Sample}}}{A_{\text{Control}}}\right) \times 100 \quad (1)$$

2.6. Growth of Probiotics

Lactobacillus acidophilus LA-5 and *Lactocaseibacillus rhamnosus* GG (Chr. Hansen) were grown in a specific type of nutrient medium called Man, Rogosa and Sharpe (MRS) at 37°C, without being shaken. Different concentrations of Schiff bases were added to the probiotics, while the control group was not treated with any Schiff bases. The determined concentration of Schiff base was added to the other groups. Bacterial growth was measured every four hours using a densitometer to investigate the effects of Schiff bases on the growth of the bacteria.

2.7. Surface Hydrophobicity (Microbial Adhesion to Solvents)

To determine the hydrophobicity of bacterial surfaces, the microbial adhesion to solvents (MATS) assay was used with some modifications, as described in previous studies by Celebioglu *et al.* (2016) and Koroğlu *et al.* (2019). The probiotics in the control and Schiff base-treatment groups were grown until stationary phase, followed by washing with PBS, and their OD₆₀₀ was measured at 0.5 using a spectrophotometer. Next, they were suspended in 0.1 M KNO₃ (pH 6.2) and mixed with xylene (a non-polar solvent) at a ratio of 3:1, followed by incubation at room temperature for 10 minutes. The tubes were then vortexed for 2 min, and the aqueous phase was separated and incubated for 20 minutes at room temperature. Absorbances were measured (600 nm) and microbial adhesions to solvent were calculated with the following equation (2).

$$\% \text{ Adhesion} = \left(1 - \frac{A_1}{A_0}\right) \times 100 \quad (2)$$

where A₁ represents the OD measurement after the specified period of incubation, while A₀ represents the OD measurement prior to the start of incubation (Kos *et al.*, 2003).

2.8. Auto-Aggregation

Probiotics were harvested before the stationary phase (3200xg, 15 min), washed with and re-suspended in PBS up to OD₆₀₀ 0.5. Auto-aggregation was investigated by adding 4 mL dispersed bacteria to test tubes prepared for the experiment after vortexing for 10 seconds for one hour incubation at room temperature. After the incubation process, 100 µL of suspension was taken and added to the previously prepared tube containing 900 µL of PBS, and then mixed for a certain time. Then, absorbance measurement was performed at 600 nm. The percentage of auto-aggregation was calculated by the equation (3).

$$\% \text{ Autoaggregation} = \left(1 - \frac{A_t}{A_0}\right) \times 100 \quad (3)$$

Here A_t to represent the OD measured after a period of incubation, and A₀ to represent the OD measured at the start of the experiment (0th hour) (Kos *et al.*, 2003).

2.9. Statistical Analysis

Experiments were repeated at least thrice. The obtained results were analyzed with a statistical method called One-way Analysis of Variance (ANOVA) with additional pairwise comparisons (either Tukey's or Dunnett's Multiple Comparison Tests) using GraphPad Prism software version 5.0.0 for Windows, developed by GraphPad

Software in San Diego, California, USA (www.graphpad.com). The statistical significance level was set at $p < 0.05$. Additionally, the software was used to calculate the LogIC_{50} values to determine the toxic effects of the tested compounds on the cell lines.

3. Results

In this study, new Schiff bases were synthesized using the starting materials formaldehyde and diphenylamine for *N*-methylene-*N*-phenylbenzenaminium, and glutaraldehyde and diphenylamine for *N*-(5-oxopentylidene)-*N*-phenylbenzenaminium.

3.1. Antibacterial Activity Assay

In this study, antibacterial effects of *N*-methylene-*N*-phenylbenzenaminium and *N*-(5-oxopentylidene)-*N*-phenylbenzenaminium Schiff bases against *E. coli* and *S. aureus* were evaluated. Concentrations 0-1000 $\mu\text{g/mL}$ of the Schiff bases were used in antibacterial activity assay, but the maximum concentration (1000 $\mu\text{g/mL}$) totally inhibited the bacterial growth in both strain. MIC values were calculated by drawing percentage inhibition vs. compound concentration plot.

For *E. coli*, MIC values of *N*-methylene-*N*-phenylbenzenaminium have been found as 252 $\mu\text{g/mL}$ and for *S. aureus*, 269 $\mu\text{g/mL}$, and it has been observed that the bacterial viability rates of bacteria decreased proportionally with increasing concentration (Fig. 2). However, *N*-methylene-*N*-phenylbenzenaminium has less anti-bacterial impact on *S. aureus* than on *E. coli* (Fig. 2A). MIC values of *N*-(5-oxopentylidene)-*N*-phenylbenzenaminium were calculated as 235 $\mu\text{g/mL}$ for *E. coli*, and 207 $\mu\text{g/mL}$ for *S. aureus* and bacterial viability rate decreased after 10 $\mu\text{g/mL}$ with increasing concentration in *E. coli*, while bacterial viability rate decreased after 20 $\mu\text{g/mL}$ with increasing concentration in *S. aureus*. (Fig. 2B). *N*-methylene-*N*-phenylbenzenaminium has been shown to have a higher antibacterial effect than *N*-(5-oxopentylidene)-*N*-phenylbenzenaminium.

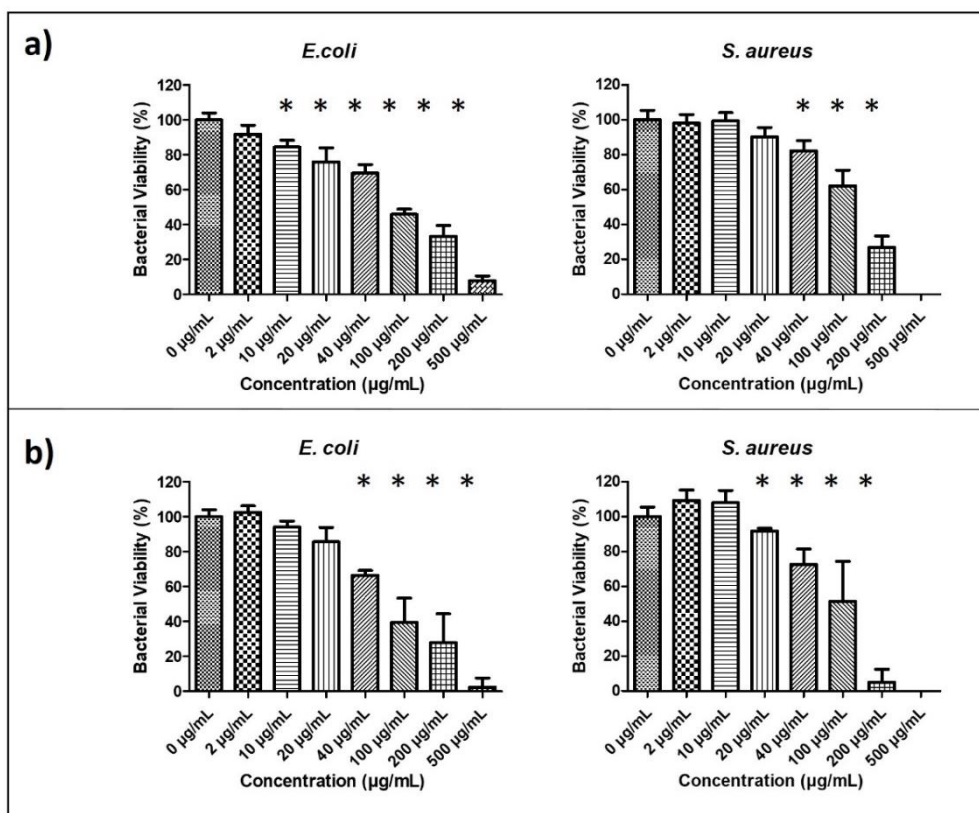


Fig. 2. Anti-bacterial Activities of Schiff bases. (A) *N*-methylene-*N*-phenylbenzenaminium and (B) *N*-(5-oxopentylidene)-*N*-phenylbenzenaminium. * means statistically significant ($p < 0.05$) when compared to control, using to One-Way ANOVA

3.2. Anticancer Effect

The change (%) determined in cell viability level after treatment with Schiff bases is shown in Figure 3 and Figure 4. The administered doses of 50 and 100 µM of *N*-(5-oxopentylidene)-*N*-phenylbenzenaminium significantly reduced viability in all three cell lines compared to the control and vehicle groups (Figure 3; $p < 0.05$). The 25 µM dose of *N*-(5-oxopentylidene)-*N*-phenylbenzenaminium showed a more pronounced effect in HT-29 and MCF-7 cells, and cell viability was significantly lower after this dose administration ($p < 0.05$). The other *N*-methylene-*N*-phenylbenzenaminium tested in the study was determined to cause cytotoxicity in cancer cells, similar to *N*-(5-oxopentylidene)-*N*-phenylbenzenaminium. The dose of *N*-methylene-*N*-phenylbenzenaminium of 50 µM and above in Caco-2 and MCF-7, and doses of 25 µM and above in HT-29 cells significantly decreased the cell viability (Figure 4; $p < 0.05$). These results show us that both compounds exhibit similar cytotoxic effects in breast and colon cancer cells.

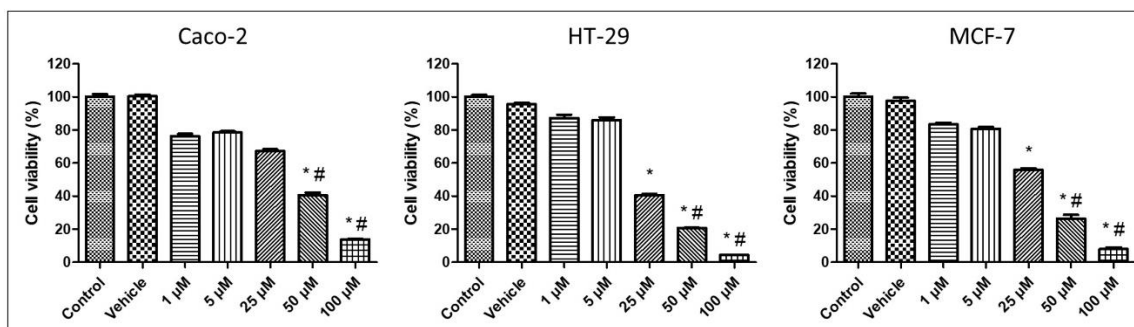


Fig. 3. Viability changes (%) in cell lines after *N*-(5-oxopentylidene)-*N*-phenylbenzenaminium administration. Data are given as mean±S.D. (n = 5). * $p < 0.05$ as compared to control; # $p < 0.05$ as compared to vesicle control (DMSO).

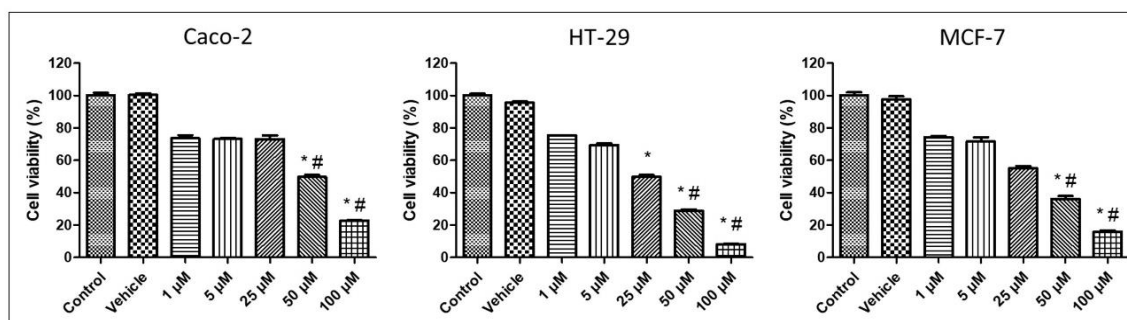


Fig. 4. Viability changes (%) in cell lines after *N*-methylene-*N*-phenylbenzenaminium administration. Data are given as mean±S.D (n = 5). * $p < 0.05$ as compared to control; # $p < 0.05$ as compared to vesicle control (DMSO).

LogIC₅₀ values as an indicator of the cytotoxic effects of Schiff bases on cell lines were calculated and presented in the Table 1.

Table 1. LogIC₅₀ values of test compounds (µM)

	<i>N</i> -(5-oxopentylidene)- <i>N</i> -phenylbenzenaminium	<i>N</i> -methylene- <i>N</i> -phenylbenzenaminium
Caco-2	1.44±0.21	1.58±0.29
HT-29	1.25±0.07	1.12±0.16
MCF-7	1.33±0.11	1.26±0.18

3.3. DPPH Radical Scavenging Activity

The radical scavenging activities of Schiff bases have been found to be increased with the increase in concentration (Fig. 5). DPPH scavenging effect starting from 13% in 50 $\mu\text{g/mL}$, up to 45% in 2500 $\mu\text{g/mL}$ for *N*-methylene-*N*-phenylbenzenaminium, while 21% in 50 $\mu\text{g/mL}$, up to 63% in 5000 $\mu\text{g/mL}$ for *N*-(5-oxopentylidene)-*N*-phenylbenzenaminium.

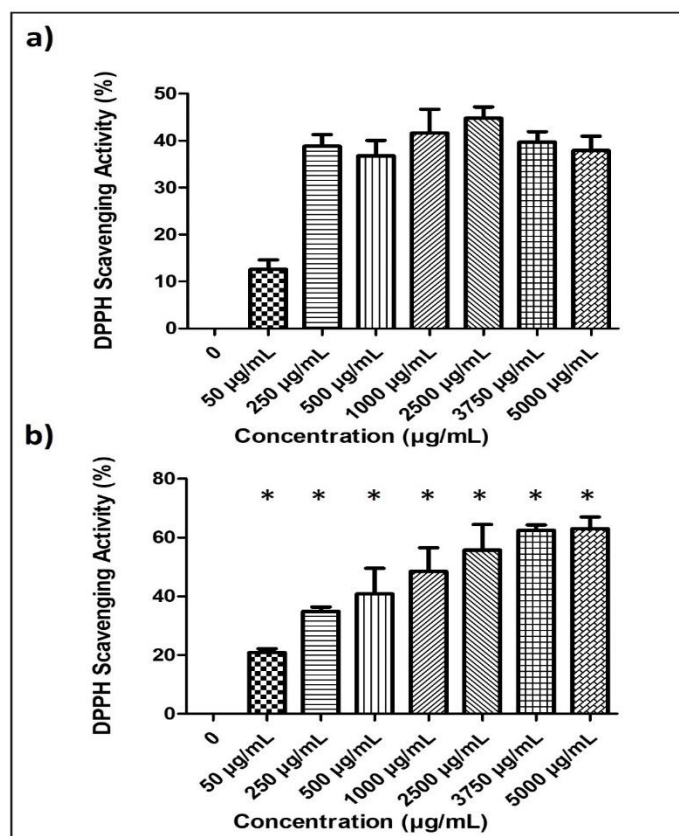


Fig. 5. Antioxidant Activities of Schiff bases. (A) *N*-methylene-*N*-phenylbenzenaminium and (B) *N*-(5-oxopentylidene)-*N*-phenylbenzenaminium. * means $p < 0.05$ when compared to control groups, using to One-Way ANOVA

3.4. Probiotic Properties of *Lactobacillus acidophilus* and *Lacticaseibacillus rhamnosus*

Probiotics inoculated should pass a certain period of time until they adapt to the medium of growth and begin to multiply, and it is examined how much they grown within the specified period (Kedare & Singh, 2011; Mousavi et al., 2011).

In this study, none of the concentrations of Schiff bases had inhibitory effects on *L. acidophilus* and *L. rhamnosus* (Fig. 6), even at the MIC concentrations for *E. coli* and *S. aureus*. This means that these compounds selectively allow the growth of lactic acid bacteria, while inhibit the pathogenic bacteria like *E. coli* and *S. aureus*.

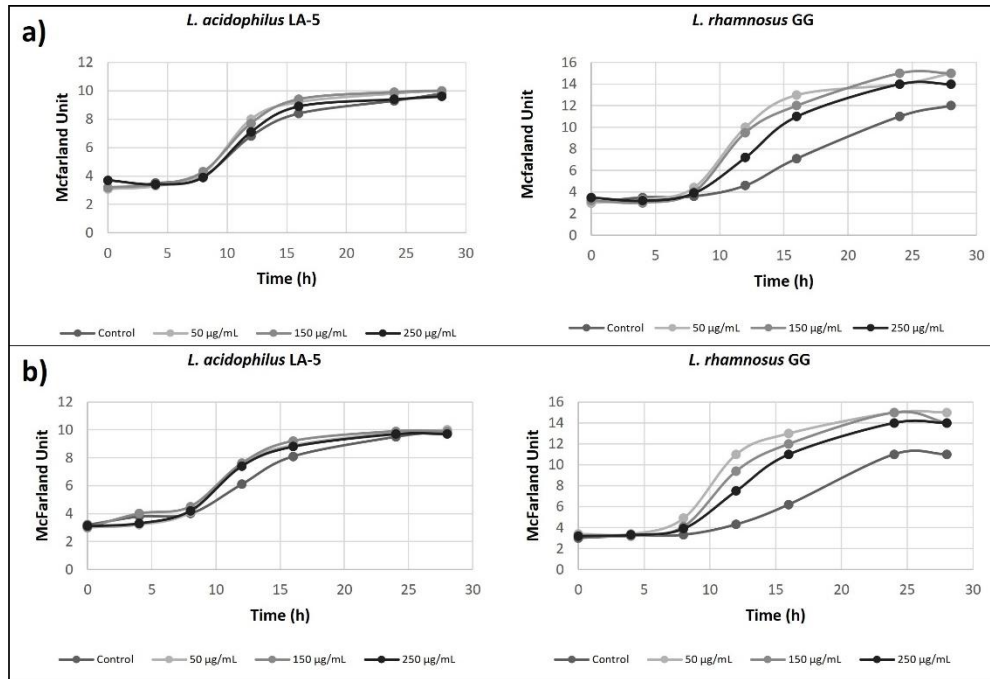


Fig. 6. Growth Curves of *L. acidophilus* LA-5 and *L. rhamnosus* GG treated with Schiff bases. (A) *N*-methylene-*N*-phenylbenzenaminium and (B) *N*-(5-oxopentylidene)-*N*-phenylbenzenaminium

3.5. Surface Hydrophobicity

In our study, there was no general increase in surface hydrophobicity of probiotic bacteria (Fig. 7). However, *N*-methylene-*N*-phenylbenzenaminium increased the hydrophobicity of *L. acidophilus* LA-5 at the concentrations of 150 and 250 µg/mL (Fig. 7A). on the other hand, *N*-(5-oxopentylidene)-*N*-phenylbenzenaminium tends to decrease the surface hydrophobicity, but only concentration of 150 µg/mL significantly ($p < 0.05$) decreased it (Fig. 7B).

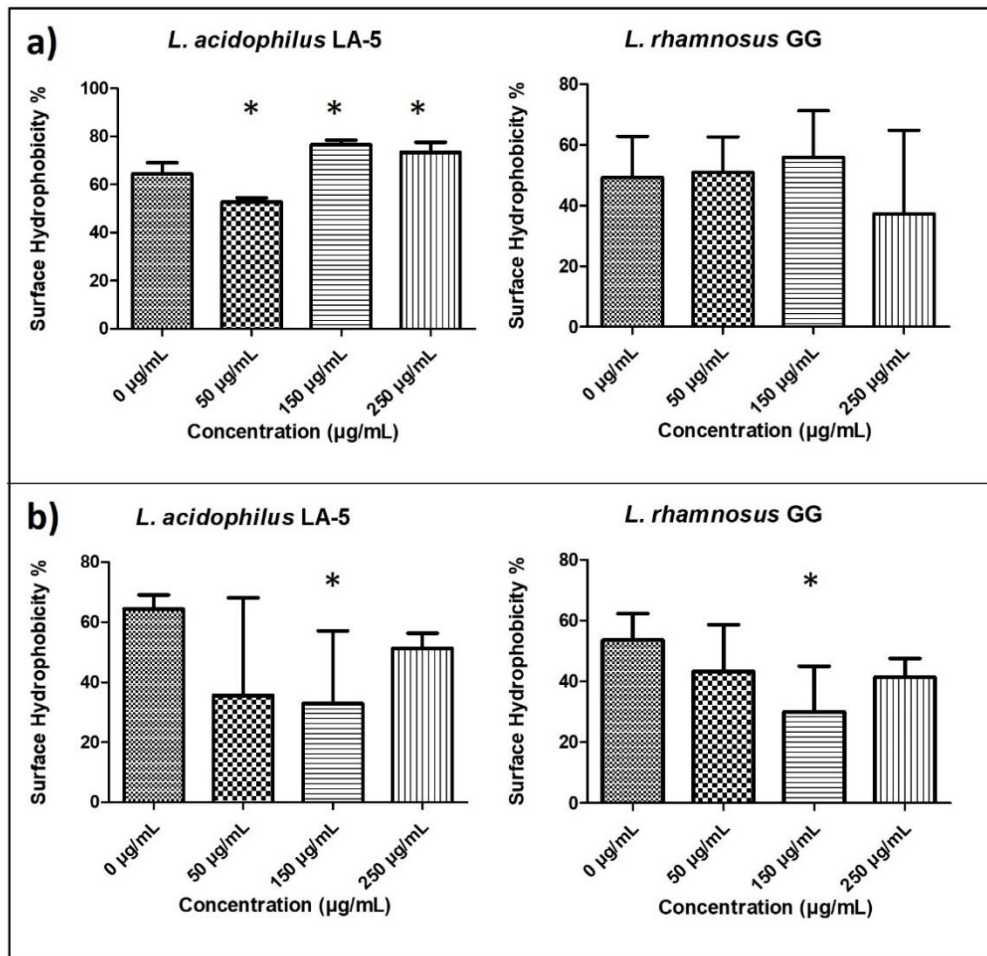


Fig. 7. Surface Hydrophobicity properties of *L. acidophilus* LA-5 and *L. rhamnosus* GG treated with Schiff bases, (A) *N*-methylene-*N*-phenylbenzenaminium and (B) *N*-(5-oxopentylidene)-*N*-phenylbenzenaminium. * means $p < 0.05$ when compared to control groups, using to One-Way ANOVA.

3.6. Auto-Aggregation

Adhesion of microorganisms to epithelial cells is associated with both hydrophobic property of the cell surface, as well as their aggregation capacities. Thus, in order for the probiotic bacteria to have a beneficial effect on the host, they should be sufficiently dense with their aggregation properties (Laparra & Sanz, 2009). It is an important property as when bacteria have high aggregation properties, this would allow them to colonize dominantly the GIT (Alander et al., 1999, Pedersen et al., 1989).

When looking at the auto-aggregation effects of *N*-methylene-*N*-phenylbenzenaminium and *N*-(5-oxopentylidene)-*N*-phenylbenzenaminium on probiotic bacteria, they both generally increased the auto-aggregation of *L. acidophilus* LA-5, while decreased that of *L. rhamnosus* GG (Table 2).

Table 2. Data on the auto-aggregation properties of probiotic bacteria after treatment with Schiff bases. Results are presented as the average value of three separate experiments, with standard deviations indicated in parentheses. The asterisks (*) indicate p<0.05 compared to control groups for each strain, as determined by the One-Way ANOVA statistical test.

<i>L. acidophilus</i> LA-5	1 st	2 nd	3 rd	4 th	5 th Time (h)
Control (0 µg/mL)	37.2 (11.0)	47.4 (14.2)	59.5 (11.7)	61.1 (0.2)	60.0 (5.0)
<i>N</i> -methylene- <i>N</i> -phenylbenzenaminium (µg/mL)					
50	46.7 (25.3)	67.7 (12.6)*	89.6 (6.1)*	79.7 (3.9)*	94.8 (7.1)*
150	46.1 (25.3)	69.9 (12.3)*	86.9 (6.3)*	83.6 (9.7)*	98.8 (6.1)*
250	48.8 (29.0)	79.7 (10.8)*	78.2 (0.9)*	82.9 (10.9)*	95.6 (7.1)*
<i>N</i> -(5-oxopentylidene)- <i>N</i> -phenylbenzenaminium (µg/mL)					
50	38.4 (5.0)	54.6 (15.4)	70.9 (7.3)	77.2 (9.9)*	72.2 (11.0)*
150	54.7 (16.8)*	41.2 (3.4)	62.5 (10.9)	79.3 (7.0)*	74.8 (2.3)*
250	26.2 (9.8)	19.1 (11.9)*	55.6 (23.7)	75.1 (13.5)*	79.4 (2.5)*
<i>L. rhamnosus</i> GG	1 st	2 nd	3 rd	4 th	5 th Time (h)
Control (0 µg/mL)	29.8 (2.2)	53.9 (9.2)	72.8 (9.1)	78.5 (9.2)	85.6 (5.5)
<i>N</i> -methylene- <i>N</i> -phenylbenzenaminium (µg/mL)					
50	21.7 (1.0)*	33.2 (8.8)*	36.5 (15.1)*	63.4 (6.7)*	70.0 (7.7)*
150	23.9 (6.3)*	34.1 (2.7)*	46.6 (13.8)*	52.8 (11.6)*	64.0 (4.8)*
250	28.3 (3.3)	40.5 (3.6)*	39.2 (5.8)*	53.4 (10.2)*	74.2 (14.6)*
<i>N</i> -(5-oxopentylidene)- <i>N</i> -phenylbenzenaminium (µg/mL)					
50	8.7 (6.9)*	6.8 (4.2)*	5.6 (3.0)*	5.6 (4.0)*	15.3 (3.5)*
150	7.0 (5.4)*	13.8 (3.6)*	14.6 (2.6)*	19.8 (4.1)*	27.5 (1.8)*
250	11.7 (3.5)*	6.9 (2.1)*	10.1 (8.3)*	19.3 (5.7)*	15.2 (4.8)*

4. Discussion

The study on Schiff bases is an area that is being recognized. They are prepared by the reaction of an aldehyde and primary amines. The C=N bond in Schiff bases is a structural requirement for biological activity. For this reason, Schiff bases have been shown to exhibit varying biological activities such as antibacterial, antioxidant, and antifungal properties (Iqbal et al., 2007). There are azometin and imine groups in various natural and unnatural compounds. The imine group found in such compounds has been shown to be effective in biological activities (Bringmann et al., 2004). Because of these properties, Schiff bases are considered as a promising antibacterial agent (Taslimi et al., 2021). For example, the antimicrobial effect of the Schiff base obtained from primary amine and 5-chloro-salicylaldehyde has recently been reported (De Souza et al., 2007). The Schiff bases evaluated were found to be effective on at least one bacterial strain at 2.5 - 5.2 µg/mL MIC values (De Souza et al., 2007).

DPPH, a stable free radical, takes up a hydrogen or electron radical. The lower the absorbance values read at 515 nm in DPPH, the higher the free radical removal activity (Shi et al., 2007). The removal of free radical after the exchange of hydrogen between antioxidant and free radical causes the absorbance to decrease (Shi et al., 2007). Schiff bases act as antioxidants thanks to the hydroxyl groups they contain in their chemical structure and can protect the harmful effects of free radicals (Mamedova et al., 2019). Their antioxidant capabilities were evaluated using the DPPH method, which involves measuring the ability of compounds to transfer electrons to reactive radicals, thus neutralizing them. According to the results, we found that both display excellent antioxidant possessed good radical scavenging effects for DPPH radicals.

Cancer, one of the leading health problems of today, represents a heterogeneous group of diseases that develop as a result of gene mutations in cells and consequent dysfunction in metabolic processes. This heterogeneity and the different physiological and pharmacological responses of the treated individuals are the most important factors in reducing the success rate of cancer treatment (Dagogo-Jack & Shaw, 2018). The undesirable side effects of drugs used in cancer treatment on healthy cells also make this process even more complex. Numerous studies to improve this condition and increase treatment success are targeting the identification of potential therapeutics or the synthesis of new compounds that can be used in cancer treatment. Numerous studies show that Schiff bases exhibit strong cytotoxicity on cancer cells. Abd-Elzaher et al. investigated the cytotoxic effects of the new Schiff base compounds against breast, liver, lung, and colorectal cancer cell lines. The researchers reported that the ligand they synthesized exerted an effect on three other cancer cells besides the A549 cell; moreover, the ZnII complex derived from this ligand caused strong cytotoxicity in all cell lines (Abd-Elzaher et al., 2016). Another study reports that vanillin Schiff base-derived copper (II) complexes exhibit high nuclease activity, killing cancer cells, including cancer stem cell enriched cells. Furthermore, some compounds synthesized in the same study were shown to be easily taken up by cancer stem cells, increase the levels of intracellular reactive oxygen species, cause DNA damage, as well induce caspase-dependent apoptosis (Lu et al., 2017). Many other studies report that Schiff base molecules have a strong cytotoxic effect against cancer cells and that these compounds may be potential drug candidates (Celebioglu et al., 2020b; Hajrezaie et al., 2014; Xia et al., 2019). Here, the cytotoxic properties of the synthesized compounds on breast (MCF-7) and colon cancer cell lines (HT-29 and Caco-2) were investigated. Our results showed that our test compounds exhibited a significant cytotoxic effect on all three cancer cells. In particular, the application of N-(5-oxopentylidene)-N-phenylbenzenaminium caused a more pronounced decrease in cell viability. These results indicate that Schiff base compounds can be effective in cancer treatment as stated in the literature.

Complementary and alternative medicine increases its importance day by day and reveals the importance of herbs taken with diet. *In vivo* and *ex vivo* studies have been conducted to investigate the effects of dietary compounds on intestinal microbiota. Evaluating the effect of food components on the characteristic microorganisms of microbiota can be useful in obtaining important information (Charalampopoulos et al., 2002). In a study by Sutherland et al. (2009), they showed that using food extracts has direct prebiotic and antibacterial effects on intestinal bacteria. In particular they showed that garlic and black pepper significantly increase the growth of *L. reuteri*, a probiotic bacterium, and inhibit *E. coli* strains, which are pathogenic bacteria (Michel-Barba et al., 2019). Garlic has antibacterial properties against *E. coli*, *S. aureus*, *P. aeruginosa* pathogens (Bayani & Azanza, 2005; Bjarnsholt et al., 2005; Sutherland et al., 2009). This activity is an important feature in increasing the growth of probiotic bacteria. Probiotics are useful for microbiota, and these bacteria are best known for their ability to stimulate host resistance to pathogens (Gupta & Ravishankar, 2005). For example, *Lactobacillus* has a significant effect on microbiota, because they have the ability to lower pH in the microbiota environment and produce short chain fatty acids to reduce pathogens (Roy, 1992). Furthermore, probiotic bacteria are generally resistant to especially host digestive systems (like gastrointestinal enzymes) and also are stronger than other bacteria (Holmes et al., 2012). This can be the explanation why they dominate the

gastrointestinal tract in the body and they compete and fight with the pathogenic bacteria. Thus, it can be reasonable that such probiotic bacteria are hardly affected by agents but not pathogenic bacteria. This is also a favorable condition for an ingredient or potential agent that does not affect probiotic bacteria, but inhibiting the pathogens.

Intestines have mucosal surface, which is an important place for bacterial colonization and adhesion (Collado et al., 2008). In order for probiotic bacteria not to disappear from the surface of the GIT, it is necessary to attach to the epithelial cells and the layer of mucus that covers the intestinal lumen. With this attachment, the probability of probiotics remaining in the digestive system is a longer, preventing the attachment of pathogens to the intestinal surface, activating the immune system and healing the damaged intestinal epithelium more easily (Holmes et al., 2012). Thus, adhesion of beneficial microorganisms to the mucus layer of GIT is of paramount importance and this adhesion is related with some properties of the bacterial surfaces (Celebioglu & Svensson, 2018). One of these properties is bacterial surface hydrophobicity, the higher the surface hydrophobicity, the more likely the beneficial bacteria will bind to the intestinal mucosa (Arena et al., 2017).

5. Conclusions

In this research, effects of Schiff bases on the bacterial growth kinetics, bacterial surface hydrophobicity, bacterial auto-aggregation properties of *L. acidophilus* and *L. rhamnosus*, as well as anti-microbial effects on pathogenic bacteria (*E. coli* and *S. aureus*) were investigated. Obtained Schiff bases had strong cytotoxic effects on human breast and colon cancer cell lines. We also explained that Schiff bases allow the development of probiotic bacteria, while inhibiting pathogenic bacteria. They also altered the probiotic properties of *Lactobacillus* strains. Even though the Schiff bases investigated in the present study are potential therapeutics, comprehensive studies can be conducted such as the effects of these compounds on gene and protein expressions. Furthermore, by evaluating these properties, it can be a horizon for further studies in this field.

Acknowledgements: The authors are grateful to Chr. Hansen, Turkey for the probiotic strains. This work was partly funded by Bartın University Scientific Research Project Coordination Unit (Project No: 2020-FEN-A-006).

References

1. **Abbo, H.S., Titinchi, S.J.J., Prasad, R. & Chand, S. (2005).** Synthesis, characterization and study of polymeric iron (III) complexes with bidentate p-hydroxy Schiff bases as heterogeneous catalysts. *Journal of Molecular Catalysis a-Chemical*.;225(2), 225-232.
2. **Abd-Elzaher, M.M., Labib, A.A., Mousa, H.A., Moustafa, S.A., Ali, M.M. & El-Rashedy, A.A. (2016).** Synthesis, anticancer activity and molecular docking study of Schiff base complexes containing thiazole moiety. *Beni-Suef University Journal of Basic and Applied Sciences*.5(1), 85-96.
3. **Alander, M., Satokari, R., Korpela, R., Saxelin, M., Vilpponen-Salmela, T. Mattila-Sandholm, T. & von Wright, A. (1999).** Persistence of colonization of human colonic mucosa by a probiotic strain, *Lactobacillus rhamnosus* GG, after oral consumption. *Appl. Environ. Microbiol.*, 65(1), 351-354.
4. **Aly, A.A., Hassan, A.A., Makhoulf, M.M. & Bräse, S. (2020).** Chemistry and biological activities of 1,2,4-triazolethiones—antiviral and anti-infective drugs. *Molecules*. 25(13), 30-36.
5. **Arena, M.P., Capozzi, V., Spano, G. & Fiocco, D. (2017).** The potential of lactic acid bacteria to colonize biotic and abiotic surfaces and the investigation of their interactions and mechanisms. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 101(7), 2641-2657.
6. **Bayani, M.A. & Azanza, M.P.V. (2005).** Inhibition of *Staphylococcus aureus* by garlic and NaCl in broth systems. *Food Science and Technology Research*.11(2), 214-221.
7. **Bjarnsholt, T., Jensen, P.O., Rasmussen, T.B., Christophersen, L., Calum, H., Hentzer, M., Hougen, H.P., Rygaard, J., Moser, C., Ebert, L., Hoiby, N. & Givskov, M. (2005).** Garlic blocks quorum sensing and promotes rapid clearing of pulmonary *Pseudomonas aeruginosa* infections. *Microbiology-Sgm*. 151, 3873-3880.

8. **Brandt, A.L., Castillo, A., Harris, K.B., Keeton, J.T., Hardin, M.D. & Taylor, T.M. (2010).** Inhibition of *Listeria monocytogenes* by Food Antimicrobials Applied Singly and in Combination. *Journal of Food Science*. 75(9), M557-M563.
9. **Bringmann, G., Dreyer, M., Faber, J.H., Dalsgaard, P.W., Staerk, D., Jaroszewski, J.W., Ndangalasi, H., Mbago, F., Brun, R. & Christensen, S.B. (2004).** Ancistrotananzine C and related 5,1'- and 7,3'-coupled naphthylisoquinoline alkaloids from *Ancistrocladus tanzaniensis*. *Journal of Natural Products*. 67(5), 743-748.
10. **Buck, B.L., Altermann, E., Svingerud, T. & Klaenhammer, T.R. (2005).** Functional analysis of putative adhesion factors in *Lactobacillus acidophilus* NCFM. *Applied and Environmental Microbiology*. 71(12), 8344-8351.
11. **Capurso, L. (2019).** Thirty years of *Lactobacillus rhamnosus* GG A Review. *Journal of Clinical Gastroenterology*. 53, S1-S41.
12. **Çelebi, B., Taş, R., Akşit, A. & Celebioglu, H.U. (2020).** Effects of loganic acid isolated from *Vinca soneri* on surface hydrophobicity and auto-aggregation of probiotic bacteria, *Lactobacillus acidophilus* and *Lactobacillus rhamnosus*. *Erzincan University Journal of Science and Technology*. 13(1), 115-122.
13. **Celebioglu, H.U., Ejby, M., Majumder, A., Kobler, C., Goh, Y.J., Thorsen, K., Schmidt, B., Flaherty, S., Hachem, M.A., Lahtinen, S.J., Jacobsen, S., Klaenhammer, T.R., Brix, S., Molhave, K. & Svensson, B. (2016).** Differential proteome and cellular adhesion analyses of the probiotic bacterium *Lactobacillus acidophilus* NCFM grown on raffinose - an emerging prebiotic. *Proteomics*. 16(9), 1361-1375.
14. **Celebioglu, H.U., Kesici, A. & Taş, R. (2020a).** Investigation of possibilities of using *Nerium oleander* L. extract as prebiotic for *Lactobacillus acidophilus* and *Lactobacillus rhamnosus*. *Erzincan University Journal of Science and Technology*. 13(3), 1147-1157.
15. **Celebioglu, H.U., Erden, Y., Hamurcu, F., Taslimi, P., Şentürk, O.S., Özmen, Ü.Ö., Tuzun, B. & Gülçin, İ. (2020b).** Cytotoxic effects, carbonic anhydrase isoenzymes, α -glycosidase and acetylcholinesterase inhibitory properties, and molecular docking studies of heteroatom-containing sulfonyl hydrazone derivatives. *Journal of Biomolecular Structure and Dynamics*, 1-12.
16. **Celebioglu, H.U. & Svensson, B. (2018).** Dietary nutrients, proteomes, and adhesion of probiotic lactobacilli to mucin and host epithelial cells. *Microorganisms*. 6(3).
17. **Charalampopoulos, D., Pandiella, S.S. & Webb, C. (2002).** Growth studies of potentially probiotic lactic acid bacteria in cereal-based substrates. *Journal of Applied Microbiology*. 92(5), 851-859.
18. **Collado, M.C., Meriluoto, J. & Salminen, S. (2008).** Adhesion and aggregation properties of probiotic and pathogen strains. *European Food Research and Technology*. 226(5), 1065-1073.
19. **Dagogo-Jack, I & Shaw, A.T. (2018).** Tumour heterogeneity and resistance to cancer therapies. *Nat Rev Clin Oncol*. 15(2), 81-94.
20. **Das, A., Trousdale, M.D., Ren, S.J. & Lien, E.J. (1999).** Inhibition of herpes simplex virus type 1 and adenovirus type 5 by heterocyclic Schiff bases of aminohydroxyguanidine tosylate. *Antiviral Research*. 44(3), 201-208.
21. **De Souza, A.O., Galetti, F.C.S., Silva, C.L., Bicalho, B., Parma, M.M., Fonseca, S.F., Marsaioli, A.J., Trindade, A.C., Gil, R.P., Bezerra, F.S., Neto, M.A. & Oliveira, M.C. (2007).** Antimycobacterial and cytotoxicity activity of synthetic and natural compounds. *Quimica Nova*. 30(7), 1563-1566.
22. **Drisko, J.A., Giles, C.K. & Bischoff, B.J. (2003).** Probiotics in health maintenance and disease prevention. *Alternative medicine review*. 8(2), 143-155.
23. **Durackova, Z., Mendiola, M.A., Sevilla, M.T. & Valent, A. (1999).** Thiohydrazone copper(II) complexes. The relationship between redox properties and superoxide dismutase mimetic activity. *Bioelectrochemistry and Bioenergetics*. 48(1), 109-116.
24. **Fioravanti, R., Biava, M., Donnarumma, S. & Porretta, G.C. (1996).** Synthesis and microbiological evaluations of (N-heteroaryl)arylmethanamines and their Schiff bases. *Farmaco*. 51(10), 643-652.
25. **Galini, M., Salehi, M., Kubicki, M., Amiri, A. & Khaleghian, A. (2017).** Structural characterization and electrochemical studies of Co(II), Zn(II), Ni(II) and Cu(II) Schiff base complexes derived from 2-((E)-(2-

- methoxyphenylimino)methyl)-4-bromophenol; Evaluation of antioxidant and antibacterial properties. *Inorganica Chimica Acta*. 461, 167-173.
26. **Gonzalez-Rodriguez, I., Ruiz, L., Gueimonde, M., Margolles, A. & Sanchez, B. (2013).** Factors involved in the colonization and survival of bifidobacteria in the gastrointestinal tract. *Fems Microbiology Letters*. 340(1), 1-10.
 27. **Gupta, S. & Ravishankar, S. (2005).** A comparison of the antimicrobial activity of garlic, ginger, carrot, and turmeric pastes against *Escherichia coli* O157 : H7 in laboratory buffer and ground beef. *Foodborne Pathogens and Disease*. 2(4), 330-340.
 28. **Hajrezaie, M., Paydar, M., Zorofchian Moghadamtousi, S., Hassandarvish, P., Gwaram, N.S., Zahedifard, M., Rouhollahi, E., Karimian, H., Looi, C.Y., Ali, H.M., Majid, N.A. & Abdulla, M.A. (2014).** A Schiff Base-derived copper (II) complex is a potent inducer of apoptosis in colon cancer cells by activating the intrinsic pathway. *The Scientific World Journal*.
 29. **Hill, C., Guarner, F., Reid, G., Gibson, G.R., Merenstein, D.J., Pot, B., Morelli, L., Canani, R.B., Flint, H.J., Salminen, S., Calder, P.C. & Sanders, M.E. (2014).** The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*. 11(8), 506-514.
 30. **Holmes, E., Li, J.V., Marchesi, J.R. & Nicholson, J.K. (2012).** Gut microbiota composition and activity in relation to host metabolic phenotype and disease risk. *Cell Metabolism*. 16(5), 559-564.
 31. **Iftikhar, B., Javed, K., Khan, M.S.U., Akhter, Z., Mirza, B. & Mckee, V. (2018).** Synthesis, characterization and biological assay of Salicylaldehyde Schiff base Cu(II) complexes and their precursors. *Journal of Molecular Structure*. 1155, 337-348.
 32. **Iqbal, A., Siddiqui, H.L., Ashraf, C.M., Ahmad, M. & Weaver, G.W. (2007).** Synthesis, characterization and antibacterial activity of azomethine derivatives derived from 2-formylphenoxyacetic acid. *Molecules*. 12(2), 245-254.
 33. **Kedare, S.B. & Singh, R.P. (2011).** Genesis and development of DPPH method of antioxidant assay. *Journal of Food Science and Technology-Mysore*. 48(4), 412-422.
 34. **Khan, S.A., Asiri, A.M. & Sharma, K. (2017).** Efficient microwave assisted synthesis and computational study of isoxazole Schiff base as an antibacterial agent. *Indian Journal of Chemistry Section B-Organic Chemistry Including Medicinal Chemistry*. 56(4), 453-457.
 35. **Krishna, K.M., Inturi, B., Pujar, G.V., Madhusudan, N.P. & Vijaykumar, G.S. (2014).** Design, synthesis and 3D-QSAR studies of new diphenylamine containing 1,2,4-triazoles as potential antitubercular agents. *European Journal of Medicinal Chemistry*, 84(12), 516-529.
 36. **Kos, B., Suskovic, J., Vukovic, S., Simpraga, M., Frece, J. & Matosic, S. (2003).** Adhesion and aggregation ability of probiotic strain *Lactobacillus acidophilus* M92. *Journal of Applied Microbiology*. 94(6), 981-987.
 37. **Köroğlu, E., Celebioglu, H.U., Akşit, H. & Taş, R. (2019).** Insight into effects of ipolamiide isolated from *Plantago euphratica* on probiotic properties of *Lactobacillus acidophilus* and *Lactobacillus rhamnosus*. *European Journal of Science and Technology*. 17, 995-1000.
 38. **Kumar, S., Dhar, D.N. & Saxena, P.N. (2009).** Applications of metal complexes of Schiff bases-A review. *Journal of Scientific & Industrial Research*. 68(3), 181-187.
 39. **Kumar, A. & Mishra, A.K. (2018).** Pharmacological applications of diphenylamine and its derivative as potent bioactive compound: A Review. *Current Bioactive Compounds*. 14(3), 217-233.
 40. **Laparra, J.M. & Sanz, Y. (2009).** Comparison of in vitro models to study bacterial adhesion to the intestinal epithelium. *Letters in Applied Microbiology*. 49(6), 695-701.
 41. **Liberta, A.E. & West, D.X. (1992).** Antifungal and antitumor-activity of heterocyclic thiosemicarbazones and their metal-complexes - Current Status. *Biometals*. 5(2), 121-126.
 42. **Liu, Y.T., Sheng, J., Yin, D.W., Xin, H., Yang, X.M., Qiao, Q.Y. & Yang, Z.J. (2018).** Ferrocenyl chalcone-based Schiff bases and their metal complexes: Highly efficient, solvent-free synthesis, characterization, biological research. *Journal of Organometallic Chemistry*. 856, 27-33.

43. Lu, C., Eskandari, A., Cressey, P.B. & Suntharalingam, K. (2017). Cancer stem cell and bulk cancer cell active Copper(ii) complexes with vanillin Schiff base derivatives and naproxen. *Chemistry – A European Journal*. 23(47), 11366-11374.
44. Mamedova, G., Mahmudova, A., Mamedov, S., Erden, Y., Taslimi, P., Tüzün, B., Tas, R., Farzaliyev, V., Sujayev, A., Alwasel, S.H. & Gulçin, İ. (2019). Novel tribenzylaminobenzolsulphonylimine based on their pyrazine and pyridazines: Synthesis, characterization, antidiabetic, anticancer, anticholinergic, and molecular docking studies. *Bioorganic Chemistry* 93, 103313.
45. Michel-Barba, M.G., Espinosa-Andrews, H., Garcia-Reyes, R.A., Desjardins, Y. & Gonzalez-Avila, M. (2019). Effect of blueberry extract, carriers, and combinations on the growth rate of probiotic and pathogenic bacteria. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*. 70(1), 63-70.
46. Mosmann, T. (1983). Rapid colorimetric assay for cellular growth and survival - application to proliferation and cyto-toxicity assays. *Journal of Immunological Methods*. 65(1-2), 55-63.
47. Mousavi, Z.E., Mousavi, S.M., Razavi, S.H., Emam-Djomeh, Z. & Kiani, H. (2011). Fermentation of pomegranate juice by probiotic lactic acid bacteria. *World Journal of Microbiology & Biotechnology*. 27(1), 123-128.
48. Özçelik, G.G.F. (2014). Probiotic use of bacteriocin producing lactic acid bacteria. *Academic Food*. 12(1), 63-68.
49. Parekh, N.M., Mistry, B.M., Pandurangan, M., Shinde, S.K. & Patel, R.V. (2017). Investigation of anticancer potencies of newly generated Schiff base imidazolylphenylheterocyclic-2-ylmethylenethiazole-2-amines. *Chinese Chemical Letters*. 28(3), 602-606.
50. Pedersen, K. & Tannock, G.W. (1989). Colonization of the porcine gastrointestinal tract by lactobacilli. *Appl. Environ. Microbiol.*, 55(2), 279-283.
51. Percival, G.C., Chamundeeswari, M., Lovlyna, F.R., Seethalakshmi, R. & Sreekumar, G. (2019). Production and partial purification of beta-galactosidase enzyme from probiotic *Bacillus subtilis* SK09. *Indian Journal of Biotechnology*. 18(2), 139-144.
52. Roy, F. (1992). History and development of probiotics. In: Probiotics. In. Dordrecht: Springer.
53. Servin, A.L. & Coconnier, M.H. (2003). Adhesion of probiotic strains to the intestinal mucosa and interaction with pathogens. *Best Practice & Research Clinical Gastroenterology*. 17(5), 741-754.
54. Shanty, A.A., Philip, J.E., Sneha, E.J., Kurup, M.R.P., Balachandran, S. & Mohanan, P.V. (2017). Synthesis, characterization and biological studies of Schiff bases derived from heterocyclic moiety. *Bioorganic Chemistry*. 70, 67-73.
55. Shi, L., Ge, H.M., Tan, S.H., Li, H.Q., Song, Y.C., Zhu, H.L. & Tan, R.X. (2007). Synthesis and antimicrobial activities of Schiff bases derived from 5-chloro-salicylaldehyde. *European Journal of Medicinal Chemistry*. 42(4), 558-564.
56. Siciliano, R.A. & Mazzeo, M.F. (2012). Molecular mechanisms of probiotic action: a proteomic perspective. *Current Opinion in Microbiology*. 15(3), 390-396.
57. Sur, B., Chatterjee, S.P., Sur, P., Maity, T. & Roychoudhury, S. (1990). Studies on the Antineoplasticity of Schiff-Bases Containing 5-Nitrofurans and Pyrimidine. *Oncology*. 47(5), 433-438.
58. Sutherland, J., Miles, M., Hedderley, D., Li, J., Devoy, S., Sutton, K. & Lauren, D. (2009). In vitro effects of food extracts on selected probiotic and pathogenic bacteria. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*. 60(8), 717-727.
59. Taslimi, P., Erden, Y., Mamedov, S., Zeynalova, L., Ladokhina, N., Tas, R., Tuzun, B., Sujayev, A., Sadeghian, N., Alwasel, S.H. & Gulcin, İ. (2021). The biological activities, molecular docking studies, and anticancer effects of 1-arylsulphonylpyrazole derivatives. *Journal of Biomolecular Structure and Dynamics* 39(9), 3336-3346.
60. Tekin, S., Erden, Y., Sandal, S. & Yilmaz, B. (2015). Is irisin an anticarcinogenic peptide? *Medicine Science*. 4(2), 2172-2180.
61. Tidwell, T.T. (2008). Hugo (ugo) Schiff, Schiff bases, and a century of beta-lactam synthesis. *Angewandte Chemie-International Edition*. 47(6), 1016-1020.

62. **Van Tassell, M.L. & Miller, M.J. (2011).** *Lactobacillus* Adhesion to Mucus. *Nutrients*. 3(5), 613-636.
63. **Xia, Y., Liu, X., Zhang, L., Zhang, J., Li, C., Zhang, N., Xu, H. & Li, Y. (2019).** A new Schiff base coordinated copper(II) compound induces apoptosis and inhibits tumor growth in gastric cancer. *Cancer Cell Int.* 19, 81.
64. **Yang, Z.Y., Yang, R.D., Li, F.S. & Yu, K.B. (2000).** Crystal structure and antitumor activity of some rare earth metal complexes with Schiff base. *Polyhedron*. 19(26-27), 2599-2604.

YABAN HAYATI BESLEMESİ ÜZERİNE BİR DEĞERLENDİRME

Nuri Kaan ÖZKAZANÇ^{1*}, Burak YİĞİT²

1 Bartın Üniversitesi, Bartın Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, BARTIN

2 Bartın Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, BARTIN

Öz

Yaban hayatı tüm doğal zenginlikler gibi iklim değişikliği ve buna bağlı olarak habitat bozulmalarının bir sonucu olarak hızla zarar görmekte ve tehlikeye düşmektedir. Habitat bozulmaları yuvalanma, barınma ve gizlenme gibi yaşam alanı daralmalarının yanında yaban hayvanlarının en temel gereksinimi olan besin ihtiyacını da önemli ölçüde etkilemektedir. Yaban hayvanları yaşamlarını en iyi şekilde sürdürebilmek, gelecek nesillere güçlü bireyler yetiştirmek için dengeli ve sağlıklı bir beslenmeye ihtiyaç duyarlar. Ancak gerek farklı etkiler sonucu meydana gelen habitat bozulmaları, gerekse de mevsime bağlı besin değişiklikleri türlerin besin bulmasında zorluk çekmelerine sebep olmaktadır. Bu noktada yetkili birimler ya da bireyler yaban hayvanlarını besleme yöntemine giderek onların bu zorlu dönemi en düşük zarar ile atlattıklarına yardımcı olmaya çalışmaktadırlar. Ancak yaban hayatı beslenmesine artan ilgi bu faaliyeti zaman içinde rekreasyon temelli bir sektör haline getirmeye başlamıştır. Yaban hayatı turizmi olarak bilinen bu sektör günümüzde yaban hayatını belirgin olarak etkileyen sonuçlara sebep olmuştur. Bu çalışmada yaban hayatı beslenmesinin yaban hayatı üzerine olan olumlu ve olumsuz etkilerinin neler olduğu, dünyada ve ülkemizde yaban hayatı beslenmesinin hangi boyutlarda olduğu mevcut çalışmalar araştırılarak ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler: Yaban hayatı, besleme, zarar, fayda, turizm

AN ASSESSMENT ON WILDLIFE FEEDING

Extended Abstract

One of the most important components of the world ecosystem is undoubtedly wildlife. However, environmental extinction and climate change due to developing technology and industrial development harm wildlife, as well as all other natural riches. It is a well-known fact that wild animals are rapidly damaged and are in danger of extinction, especially as a result of the deterioration of wildlife habitats. Wild animals perform many vital activities such as hiding, sheltering, navigating and feeding in their habitats. However, the deterioration in the habitats of wild animals will greatly prevent them from performing their most basic needs such as feeding, nesting, sheltering, and hiding. Wild animals absolutely need a balanced and healthy diet in order to sustain their lives in the best way possible and to raise strong and healthy individuals for future generations. Although the types and amounts of wild animals' nutrients in the natural environment vary according to the seasons, they are sufficient for them under normal conditions. However, as a result of different unnatural effects, deterioration in habitats or abnormal seasonal changes cause changes in the food of many wild animals and difficulties in finding food for wild animal species. In this difficult period of wild animals, before they reach a point of no return for wildlife, the institutions and organizations that are authorized in this regard or sensitive people try to feed wild animals and try to help them get through this difficult period with the least damage. However, in recent years, the increasing interest in wildlife nutrition by people has started to make this activity a recreation-based sector over time. This sector, known as wildlife tourism, causes results that significantly affect to wildlife today. This activity, which started with human feelings for the purpose of helping wildlife, has reached a level that will cause significant harm to wildlife as a result of increasing tourism activities. In this study, in which we try to determine the status of feeding of wildlife today, the positive and negative effects of wildlife nutrition on wildlife and the extent of wildlife nutrition in the world and in our country have been tried to be revealed by researching existing studies.

Key Words: Wildlife, feeding, harm, benefit, tourism

1. Giriş

İnsanlık ile başlayan insan-yaban hayatı ilişkisi günümüzde de etkin olarak sürmektedir. Kimi zaman karşılıklı faydalanma şeklinde olan bu ilişki, son yüzyıl içinde yaban hayatının aleyhine olan bir çatışma şekline

*Sorumlu Yazar (Corresponding Author):

Nuri Kaan ÖZKAZANÇ; Bartın University, Faculty of Forestry Department of Forest Engineering, 74100, Bartın-Turkey.
nozkazanc@bartin.edu.tr

Geliş (Received) : 09.05.2023

Kabul (Accepted) : 06.06.2023

Basım (Published) : 31.07.2023

dönüşmüştür. Medeniyetin gelişmesi insanların yaban hayatı üzerine olan baskısını daha da artırmıştır. Dünya üzerinde ormanlar, tarım alanları, sulak alanlar, denizler, göller, hatta kutuplar ve çöller de dahil olmak üzere çok farklı tip ve sayıda yaban hayatı alanı yer almaktadır. Yaban hayvanları bu alanları ancak kendi ekolojik istekleri ve biyolojileri uygun olduklarında kullanmaktadır.

Hangi yaşam alanı ya da coğrafi bölge olursa olsun orda yaşayan yaban hayvanları üzerinde doğal düşmanlar, iklim şartları, doğal afetler ve insanlar olmak üzere 4 temel tehdit bulunmaktadır. Bu tehditlerin en önemlisi olan insan faktörü küresel ölçekli olarak tüm dünyaya zarar vermektedir. İnsan faaliyetleri yaban hayvanlarının yaşam alanlarının parçalanması, bozulması ve yok olmasına, türlerin popülasyonlarının azalması, hatta nesillerinin tehlikeye düşmesine neden olmaktadır (Özkazanç & Özey, 2019).

Ancak bu çevresel yok oluş gelişen çevre bilinci ile son yıllarda yetkili kurumlarında destek verdiği toplumsal faaliyetler ile önemli derecede engellenmeye başlanmıştır. Bu faaliyetlerden önemli bir tanesi de yaban hayvanlarının beslenmesidir. Yaban hayvanlarının besinleri yaşam alanı özellikleri ve iklime bağlı olarak sürekli gıdalar ve mevsimsel gıdalar olarak ikiye ayrılmaktadır (Çanakçıoğlu & Mol, 1996). Ancak her gıda türünün farklı değişkenler sebebi ile azalması ya da türlerin bu gıdalara ulaşamaması söz konusu olabilir. Bu durumda yaban hayvanları için ek beslenme yöntemlerinin yapılması gerekmektedir.

Yaban hayvanlarını çekmek için küçük miktarlarda besin sağlamak, muhtemelen bin yıldır insan yerleşimlerinin bir özelliği olsa da son yüzyıl içinde bu olgu daha geniş bir kapsam kazanmıştır (Jones & Reynolds, 2008). İnsan-yaban hayatı çatışmaları içinde yaban hayatı beslemesine ilişkin olarak iki karşıt görüş bulunmaktadır. Bunlardan ilki yaban hayatı beslemesinin hayvanları istenmeyen yerlerden uzaklaştırmak için etkili olduğu, ikincisi ise ek beslenmenin rahatsız edici davranışları teşvik ettiğidir (Steyaert vd., 2014).

Çanakçıoğlu & Mol (1996) yaban hayvanlarının besleme yöntemlerini amaç ve hizmet açısından 3 farklı şekilde sınıflamıştır. Bunlar periyodik besin eksikliğinin görüldüğü dönemlerde düzenli olarak yapılan sürekli beslenme yöntemi, ekstrem kış şartları ya da doğal afetler sonucunda yapılan olağanüstü hal beslemesi, pratik tarım ve ormancılık uygulamaları sonucunda oluşan besin olabilecek materyalin sahada bırakıldığı geçici besleme yöntemidir. Yaban hayvanlarına yönelik olarak yapılacak olan yemlemeler sadece teknik olarak değil amaca hizmet etmesi yönünden de oldukça farklılıklar gösterir. İlk olarak yaban hayatını koruma geliştirme mantığı ile başlayan yaban hayatı beslemesi günümüzde çok önemli bir turizm sektörü olarak karşımıza çıkmaktadır.

2. Yaban Hayatı Beslemesi

İnsanlarda süregelen yaban hayvanları ile temas halinde olma olgusu ve onlara yardım etme isteğini başarmanın bilinen en yaygın ve pratik yolu yaban hayvanlarını beslenme faaliyeti ile giderilmektedir. Yaban hayatı besleme faaliyetleri, yaban hayatını düzenlemek ya da yönetmek için kasıtlı olarak ortaya çıkmamakla birlikte, bu konuda belirlenmiş herhangi bir yönetim şeklide yoktur (Newsome & Roger, 2008). Yaban hayatı beslemesi; doğal ya da doğal olmayan yiyeceklerin yaban hayvanlarına bilinçli veya bilmeden verilmesi olarak tanımlanabilir. Resmi kurumlar ya da yaban hayatı turizmi ile denetim altında yapılan beslemeler bilinçli bir besleme iken, doğal yaşam alanlarında insanlar tarafından bırakılan yiyecek artıkları ise bilmeden yapılan yaban hayatı beslemesi olarak tanımlanabilir (Newsome vd., 2005; Newsome & Roger, 2008). Ancak doğal yaşam ortamlarında yaşayan yaban hayvanlarının ek beslenmeye çok az ihtiyacı vardır, çünkü onların yaşam alanlarında serbestçe dolaşma alışkanlıkları daha besleyici gıdaları bulmalarına ve dolayısıyla gereksinimlerini karşılamalarına olanak tanır (Roosendaal, 1973).

Sorensena vd., (2014) yaban hayatı beslemesinin amaçlarını; kış ölümlerini hafifletme, üreme başarısını arttırma, yaban hayatını kontrol etme, mahsullere ve çevreye verilen hasarı azaltma, yaban hayatı-araç çarpışmalarını önleme, hayvan göç yollarını kontrol etme, avcılık ve turizm fırsatlarını optimize etme olarak sıralamaktadır. Yaban hayatını beslemeye ilişkin kamuoyu algısı ise farklılık göstermektedir. Tarihsel olarak, yaban hayatının beslenmesi, birçok ajans ve grup tarafından yaban hayatını korunmada önemli bir uygulama olarak kabul edilmektedir (O'Leary & Jones, 2006). Devlet kurumları ve doğa koruma grupları kontrolsüz ve turizm amaçlı yapılan yaban hayatı beslemesine karşı çıkmaktadır, ancak bugün dünyada özellikle de milli parklarda yasak olmasına rağmen, yaban hayatı beslemesi yapılmaktadır (Orams, 2002; O'Leary & Jones, 2006). Birçok insan için yaban hayatını beslemek hala insan-yaban hayatı etkileşiminin önemli bir bileşeni olmakla birlikte son araştırmalar, hayvanları doğal hallerinde görmeyen de önemli hale geldiğini göstermiştir (Croft & Leiper, 2001; Newsome & Roger, 2008).

Yaban hayatı turizminin bir faaliyeti olarak yaban hayvanlarının elle beslenmesi yanında bireysel, toplumsal ya da devlet eli ile özellikle kış aylarında yaban hayvanlarına takviye niteliğinde yapılan ve kış beslemesi olarak adlandırılan bir yaban hayatı besleme yöntemi daha vardır. Tüm bunlara ek olarak direk hedef yaban hayatı olamamakla birlikte insanların artıklarının da yaban hayatı beslenmesinde etkili olduğu bilinmektedir. Bunun en iyi örneklerinden bir tanesi Kars-Sarıkamış çöplüğündeki boz ayı popülasyonunun artması olarak verilebilir.

Perkins, (1991) yaban hayatı beslemesinin ancak şiddetli kışlar, kuru baharlar ve kurak yaz ayları gibi stres dönemlerinde ve belirli koşullar altında yapılması gerektiğini, uygun şekilde yapılmadığında faydalı olmayacağını belirtmektedir. Ayrıca herhangi bir yemleme programında göz önünde bulundurulması gereken önemli bir hususun da kullanılacak yem türü olduğuna da değinmiştir. Yaban hayatı beslemesine ilişkin düzenlemeler bölgeler ve ülkeler arasında önemli ölçüde farklılık göstermekte olup bazen tamamen kabul edilmekte, bazense tamamen yasaklanmaktadır (Sorensena vd., 2014).

3. Yaban Hayatı Besleme Yöntemleri ve Türleri

Yaban hayatı besleme yöntemleri ve türleri amaç, uygulama şekli ve uygulama zamanı dikkate alınarak farklı şekillerde sınıflandırılmaktadır. Bu konuda yapılan bazı sınıflamalar aşağıda özetlenmiştir.

Dubosin & Fraser (2013) bu sınıflamayı amaca göre dört geniş kategoride toplamıştır. Buna göre:

- **Araştırma Beslemesi:** Yaban havanlarını evcilleştirmek ya da araştırmak amacıyla uygulanan bu yöntemde hedef alınan türün daha yakından incelenmesi sağlanmaktadır.
- **Yönetim Beslemesi:** Daha fazla yaban hayvanının hayatta kalması, insan-yaban hayatı çatışmasının azaltılmasının amaçlandığı bu yöntem 'tamamlayıcı' besleme de denir. Hedef türlerin kurtarılmasına veya yeniden tesis edilmesine yardımcı olabilir. Kış beslemesi, tarımsal alanlarının korunması, ve avcılığın düzenlenmesinde kullanılmaktadır.
- **Turizm Beslenmesi:** Yaban hayvanlarını güvenli bir şekilde görüntülemek amacı ile yapılmaktadır. Turistik bir faaliyet olup yaban hayatına etkisi tartışılmaktadır.
- **Fırsatçı Besleme:** Bireysel olarak yapılan ve tamamen insani duygular içeren bu beslenme yöntemi ev-okul bahçelerinden şehir sokaklarına kadar birçok yerde uygulanabilmektedir.

Newsome & Roger (2008) ise yaban hayatı besleme yöntemleri şu şekilde sınıflamaktadır;

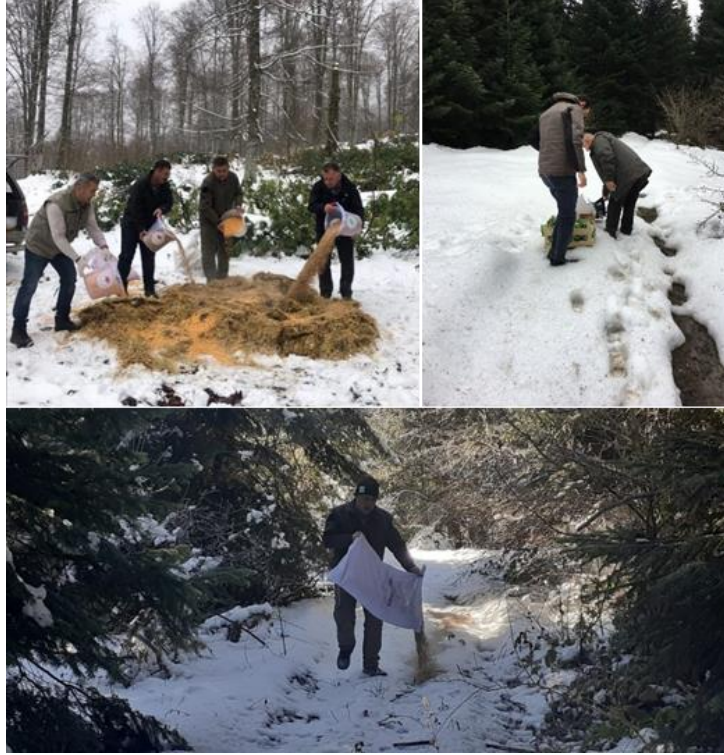
- **Yanlışlıkla Besleme:** Belli bir amacı olmadan çoğunlukla kamp alanlarında atık besinlerin bırakılmasıdır.
- **Habitat Değişikliği Yoluyla Besleme:** Yaban hayatı habitatlarına besin olabilecek otların, ağaçların ve çalılıkların ekilmesi ve dikilmesi ile uygulanmaktadır.
- **Yapılandırılmamış Besleme:** Herhangi bir yönetim veya bilgili denetim olmaksızın bireysel olarak yapılan yaban hayatı için bilinçli gıda tedarikidir. Fırsatçı besleme ile aynıdır.
- **Yapılandırılmış Besleme:** Yaban hayatına kasıtlı olarak resmi ve denetimli düzenleme yoluyla besin sağlanır. Çoklukla devlet tarafından yönetilmektedir.

Bir diğer sınıflamada ise Howard & Jones (2004) yaban hayatı beslemesini oluşma şekline göre kategorize etmiştir;

- **Kasıtlı Besleme:** Bu yöntemde ticari olarak temin edilebilen yemler veya artık gıdalar ile yaban hayvanları elle veya yemliklerde beslenir.
- **Kasıtsız Besleme:** İnsanların arkalarında bıraktıkları besinlerin yaban hayvanları tarafından alınmasıdır. Çöp ve kompost kutuları, piknik masalarında bırakılan yiyecekler, evlerin kiler depo gibi yiyecek saklama alanları yaban hayvanları için beslenme noktası olmaktadır. Bilinçli bir besleme söz konusu değildir hatta bu bazı durumlarda yaban hayvanları besinleri zorla alma eğilimindedir. Bu durum kimi zaman travma ve yaralanmalara yol açabilir.
- **Sonuçsal veya Doğal Besleme:** Yaban hayatı yöneticileri tarafından sıklıkla desteklenen yaygın bir uygulama olup besin kaynağı olduğu bilinen ağaç ve çalılıkların yaşam alanlarına dikilmesi ilkesine dayanır.

Yaban hayatı besleme yöntemlerinden en önemlilerinden birisi de hiç kuşkusuz ki kış beslemesidir. Kış beslemesi, yaban hayatı için besin olanaklarının çok düşük olduğu kış koşullarında yaban hayvanlarının yüksek enerji taleplerini telafi etmek için, özellikle de açlıktan ölümleri önlemek ve vücudun durumunu korumak için uygulanan bir tamamlayıcı besleme türüdür (Baker & Hobbs, 1985; Doenier vd., 1997; Sorensena vd., 2014). Programlı bir

kış yemlemesi mevcut alandaki yaban hayvanı sayısını artırmasa da sınırlı sayıda yaban hayvanı türünün açlıktan ölmesini önleyebilir. İyi bir organizasyon gerektiren kış yemlemeleri avcı dernekleri, çiftçiler, gönüller ve deneyimli ekipler sorumluluğunda yürütülmektedir, Başta açlık olmak üzere kış mevsiminin birçok olumsuz etkisi kış yemlemesi ile kısmen de olsa giderilebilir (Şekil 1) (Ayberk, 2003).



Şekil 1. Kış yemlemesi (Bartın Doğa Koruma ve Milli Parklar Şube Müdürlüğü arşivinden).

4. Yaban Hayatı Beslemesinin Etkileri

Yaban hayatı beslemesinin, insan-yaban hayatı çatışmasının azaltılması açısından kısa vadede faydalı ancak uzun vadede yaban hayatının bozulmasına kadar giden zararlara neden olabileceği düşünülmektedir. Özellikle rekreasyonel amaçlı yaban hayatı beslemesinin koruma hedefleriyle çelişmediği ve bazı durumlarda onlara katkıda bulunduğu belirtilse de bu konuda yeterli veri ve çalışmanın olmadığı da bir gerçektir. Bunun yanında yaban hayatını beslemenin zararlı mı yoksa faydalı mı olduğunu ölçmek, besleme türüne, besinin cinsine, zamana, habitat özelliklerine ve beslemeye dahil olan türlere göre değişeceği de dikkate alınmalıdır (Dubosin & Fraser, 2013).

Yaban hayatı beslenmesi, birçok türde hayatta kalma ve üreme oranlarını artırma eğilimindeyken, aynı zamanda sık sık artan temas oranları ve çevresel kontaminasyonlardan kaynaklanan yüksek stres ve enfeksiyon prevalansı ile ilişkili bir durumdur. Mevcut yaban hayatı, gıda kalitesinin kötülüğünden, hastalıklı bireyler ile etkileşimlerden ve doğal çevre ile karmaşık ve sinerji içinde hareket edebilen etkileşimlerden kaynaklanan olumsuz sağlık etkilerinden zarar görebilir. Özellikle turizm temelli yaban hayatı beslenmesi en fazla zararlı etkilerin görüldüğü yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır (Murray vd., 2016). Birçok farklı kaynaktan yaban hayatı beslemesinin etkileri farklı açılardan değerlendirilse de bu konuyu yabana hayatı beslemesinin zararları ve yararları olarak ikiye ayırmak en doğru yaklaşım olacaktır.

4.1 Yaban Hayatı Beslemesinin Zararları

Tamamen iyi niyetle uygulanan yaban hayatı beslemesi çok iyi planlanmadığı takdirde kamu güvenliği ve yaban hayatı koruma sorunlarına yol açabileceği gibi hayvanların refahına da zarar verebilmektedir. İyi planlanmayan ve kontrolsüz yapılan bir yaban hayatı beslemesi sonucunda rahatsız edici hayvan faaliyeti, kamu güvenliği riski ve bunun sonucunda hayvan itlafı, zorunlu yer değiştirme uygulamaları söz konusu olabilmektedir (Dubosin & Fraser, 2013).

Yaban hayatı beslemesinin zararlarını besleme sırası ve besleme sonrası olarak ikiye ayırmak mümkündür. Bu bağlamda yaban hayatı beslemesinin zararlarının bazı temel noktaları şunlardır:

1. Anormal şartlarda yeterli olmayabilir.
2. Yemler istenmeyen türler tarafından yenebilir.
3. Olağan üstü durum yemlemelerinde ancak küçük çapta fayda sağlanabilir.
4. Türler arasında bulaşıcı hastalık salgını çıkabilir.
5. Tür popülasyonunda aşırı artış, tür içi ve türler arası rekabet ve doğal düşmanların bölgeye gelmesine bağlı habitat hasarı meydana gelebilir.
6. Popülasyon artışına paralel olarak yaban hayvanları insanlar ve çevre için tehlikeli hale gelebilir.
7. Yabanıl karakter bozulup evcilleşme ve besin kaynağına bağlılık görülür.
8. Yaban hayvanlarında doğal olmayan davranışlar, normal faaliyetlerde bozulma görülebilir.
9. Hazımsızlık ya da aşırı beslenmeye bağlı fazla kilo alımı olabilir.

Özellikle rekreasyonel amaçlı olarak uygulanan elle beslemenin aniden sona ermesi, beslenmeye bağımlı hale gelen ve doğal olarak yem arama yeteneğini kaybetmiş yaban hayvanlarında ilerleyen zamanda yetersiz beslenme ve açlık sorunlarına sebep olmaktadır. Buna ek olarak elle beslemeye alışık yaban hayvanlarının yollar ve kamp alanlarında daha fazla zaman geçirmesine, dolayısı ile araçlarla çarpışma olaylarının artmasına, bazı ziyaretçilerin ise rahatsız olmasına sebep olmaktadır (Crome & Moore, 1990; Skira & Smith, 1991). Nitekim çocuklukta elle beslemeye alışmış bazı yaban hayvanlarının uysal hale geldikleri bilinmekle birlikte, bazı türlerin tehlikeli hale geldikleri hatta besin için saldırganlaştıkları da görülmektedir (Knight & Temple, 1995; Orams, 1995; Orams vd., 1996; Kofron, 1999).

İnsanlar tarafından beslenen yaban hayvanlarının insanlara karşı doğal olmayan bir şekilde saldırgan hale geldiği birçok olay vardır. Aggimarangsee (1993) Tayland'da insanlar tarafından beslenen makakların, doğal olanlara göre sağlıklı, pasif ve insanlara karşı saldırgan olduğunu belirtmiştir. Birçok memeli türünde düzenli beslenme saldırganlığı arttırmaktadır. Denhali Ulusal Parkı, Yellowstone Ulusal Parkı ve Kuzey Amerika'daki diğer bazı yerlerdeki ayıların insanlara saldırdığı ve büyük bir tehlike oluşturduğu bilinmektedir (Albert & Bowyer, 1991). Yaban hayvanlarının bu saldırganlıklarının temelinde besini alamamak, insanların onlarla alay etmesi, insanların çok hızlı hareketleri ve yüksek sesler çıkarmalarından kaynaklanan korkular bulunmaktadır. Bazı yaban hayvanları, bakmayı bir provokasyon veya meydan okuma olarak yorumlarken, diğerleri hızla geri çekilen insanlara agresif bir şekilde tepki verebilir (Orams, 2002).

Nitekim turistik besleme sebebi ile yapılan turlarda aslanlar ve sırtlanların potansiyel av bulmak için sabit tur otobüsleri etrafında toplandıkları, akbalar, sırtlanlar, filler, ayılar, rakunlar ve kokarcalar gibi birçok yaban hayvanının çöp bidonları ve çöp toplama sahaları çevresinde beslendikleri bilinmektedir (Gill, 2002).

Yaban hayatı beslemesinde türlerin besine alışma ve çekim süreci, yaban hayatının beslenmeye verdiği tepkilerin tipik bir örneğidir (Thompson vd., 2003). İnsanlardan korkmanın kaybolması türlerin davranışlarının değişmesine neden olabilir. Beslenmenin sık yapıldığı durumlarda bazı türler uysal kalırken, diğerleri saldırgan hale gelebilir. Türlerin beslenmeyi benimsemesi ve alışması beslenme alanlarına gelen bireylerin farklı koşullar etkisi ile besin için insanlara saldırmasına yol açabilir (Orams, 2002; Newsome vd., 2005). Bununla birlikte yaban hayvanlarının beslenmek onların insanlara bağımlı hale gelmesine neden olabilir ve yarı evcilleştirilmiş bir yaban hayatı yaratabilir (Orams, 2002). Bunun sonuçları ise kimi zaman çok acı olabilir. Örneğin, Kuzey Amerika milli parklarında boz ayıların insan gıdalarına ilgi duyması ve bunlara erişmesi sonucu oluşan rahatsızlık, bazı ayıların öldürülmesi ile sonuçlanmıştır (Newsome & Roger, 2008).

Yaban hayatı beslemesinin bir diğer etkisi de türlerin normal faaliyetlerinin bozulmasıdır. Birçok yaban hayvanı türünde yiyecek aramaya ayrılan zaman ve enerjinin azaldığı belirlenmiştir. Bunun sonucunda ise üreme ve sosyalleşme dahil diğer faaliyetlerde değişiklikler meydana gelmektedir (Orams, 2002). Yaban hayvanlarının daha kolay bir şekilde yiyecek tedarik etmeleri anne bakımını da bozarak üreme başarısının azalmasına neden olmakta ve ebeveyn davranışına bağlı olarak yavruların ölüm oranını arttırmaktadır (Wilson, 1994; Newsome vd., 2005; Newsome & Roger, 2008).

Yaban hayatının beslenmesi fırsatçı ve rahatsız edici türlerin artışına da sebep olmaktadır (Higginbottom vd., 2003; Newsome vd., 2005). Yaban hayatının beslenmesi ile tür içi ve türler arasında besin için rekabet hayvanların yaralanmasına ya da ölmesine neden olabilmektedir. Zamanla daha büyük ve agresif türler veya bireyler bölgede hakim olurken diğer türler alandan ayrılacaktır (Orams, 2002). Yaban hayatını beslemek bazı türlerin avlanmaya

karşı savunmasızlığının artmasına sebep olabilir. Birçok savunmasız tür besin için kaçmanın ve korunmanın çok düşük olduğu alanlara gelmektedir (Newsome & Roger, 2008). Özellikle sulak alanlarda balıklara yönelik yapılan yaban hayatı beslemesinin zaman içinde yerli balık türlerinin yerine istenmeyen türlerin gelmesine sebep olmuştur (Milazzo vd., 2005).

Yaban hayvanlarını beslemede karşılığın bir diğer sorunda besin kaynağının kesilmesi sonrasında görülmektedir. Örneğin, 1970 yılında ABD'deki Yellowstone Milli Parkı'nda atık alanlarının kapatılması ile besin sorunu çeken boz ayıların üreme oranında, dışkı ve vücut boyutunda önemli azalmalar olmuştur (Knight & Temple, 1995; Roe vd., 1997). Kenya'da Tsavo Park'ta ise otel misafirlerinin yaban hayvanlarını görmeleri için Kilguni Lodge yakınına inşa edilen yapay bir su kuyusu çevresinde artana yaban hayatı zamanla bu alanın bozulmasına, bitki örtüsünün kaybolmasına ve erozyona sebep olmuştur (Ayeni, 1977; Newsome & Roger, 2008).

Yaban hayatı beslemesi bazı türlerin aşırı çoğalmasına ve yayılmasına sebep olabilmektedir (Chace & Walsh, 2006). Yaban hayatı beslemesi ile artan büyük ve agresif türlerin baskınlığının, çok sayıda daha küçük ve daha bağımlı türlerin yerel popülasyonlarının azalmasına rol oynayabilmektedir (Parsons vd., 2006; Jones & Reynolds, 2008). Bunun yanında beslenme noktalarında artan tür popülasyonları zamanla onların avcı türlerini de alana çekmekte ve besleme amacı dışına çıkmaktadır. Örneğin, Madagaskar'daki nesli tükenmekte olan kara antilop, yaban hayatı beslemesine bağlı olarak rakiplerinin sayısını artmasından olumsuz bir şekilde etkilenmiştir (Raman vd., 1996). Bir başka örnekte Moreton Bay Queensland'de karides trol teknesi tarafından sağlanan yiyeceklere gelen köpekbalıkları şişe burunlu yunusların üzerinde baskı oluşturmuştur (Corkeron, 1990; Orams & Deakin, 1997; Orams, 2002).

Kuşlar için yapılan yaban hayatı beslemesi beraberinde; insana ve hazır gıdalara bağımlılık, bulaşıcı hastalıkların yayılması, sağlıksız beslenme, yiyecek arama becerilerinin kaybı, hareketlerde ve göç modellerinde değişiklik, türler arası rekabet ve insana yönelik saldırganlıkta artışa sebep olabilmektedir (Jones & Reynolds, 2008).

Yaban hayatı beslemesinin en önemli zararlarından biri de türlerin yabanıl özelliklerin kaybedilmiş olmasıdır. Çoklukla genç bireyler doğal yiyecekleri arama becerilerini öğrenememekte, insanlara karşı korkularını yitirmekte, onları rahatsızlık verebilmekte hatta saldırganlaşarak insanların yaralanmasına ve ölümüne neden olabilmektedir (Orams, 2002). Yaban hayatı besleme alanlarında küçük memelilerin ısırıkları sık sık görülmekte yaralanmalar yanında ve insanlara kuduz, hantavirüs gibi hastalıkların bulaşma riski artmaktadır (Marion vd., 2008).

Ayrıca yaban hayvanlarına verilen besinlerin kalitesiz olması onlarda hazımsızlıktan yetersiz beslenmeye bağlı ölümlere kadar varan zararlar meydana getirmektedir. Örneğin Florida ve Avustralya'da, patates cipsi ve şekerleme gibi doğal olmayan yiyeceklerle beslenen yunus balıklarında önemli sağlık sorunları ortaya çıkmıştır (Byrant, 1994; Wilson, 1994; Marion vd., 2008). Farklı bir örnek ise yanlış besinler ile beslenen su kuşlarında görülmektedir. Özellikle parklarda ekmek ve cips gibi kalorisi yüksek ancak vitamin ve mineral açısından zayıf olan antropojenik yiyecekler bu türlerde melek kanadı adı verilen ve kemiklerde deformasyona yol açan bir hastalığa sebep olmaktadır (Flinchum, 1997; Murray vd., 2016)

Yaban hayatı besleme alanlarına ve besinlere erişimi olan türlerin popülasyonları ve üreme oranlarındaki artış zamanla yuva avcılığı ile sonuçlanmakta bu da tür içi ve türler arası etkileşim ve temasta artışa yol açmaktadır (Williamson, 2000; Campbell vd., 2013).

Yaban hayatı beslemesi gıda kıtlığı dönemlerinde güvenilir bir uygulama olsa popülasyon içinde patojenlerin bulaşma ve hastalık gelişme riskini artırmaktadır. Beslenme alanındaki türler arasına %95'e kadar artan temas oranları beraberinde %77'ye varan patojen birikimini ve bulaşma riskine ulaşır (Murray vd., 2016). Örneğin, Ontario'nun doğusundaki kırsal kesimdeki yaygın beslenme alanlarında meydana gelen yüksek sayıda intraspesifik temas nedeniyle rakunlarda kuduz virüsünün yayıldığı belirlenmiştir (Totton vd., 2002).

Yaban hayatı için kasıtlı olarak yem bırakılmasa da bazen besin olabilecek tarım ya da orman artıkları yaban hayatına çok zararlı olabilmektedir. Örneğin doğada yok edilmeden bırakılan küflü mısır, pirinç ve yer fıstığı, Teksas'ta 7500, Louisiana'da ise 10.000'den fazla su kuşunun ölümüne sebep olmuştur (Robinson vd., 1982; Murray vd. 2016)

4.2 Yaban Hayatı Beslemesinin Yararları

Yaban hayatı beslemeye yönelik faaliyetler kimi zaman insanlara ve yaban hayvanlarına bazı faydaları sağlamaktadır. Orams (2002), yaban hayatının beslenmesinin önemli sosyal, ekonomik, psikolojik ve bazı durumlarda çevresel faydalar sağlayabileceğini, ancak bu potansiyel faydaların hepsinin aynı anda geçerli olmamasına rağmen duruma ve ilgili türlere bağlı olarak bir dizi avantajı göstermeye hizmet ettiğini belirtmiştir. Yaban hayatı beslemesinin insanlara olan faydalarını; doğa ile temastan, zevk, yararlılık duygusu, hayvanların güvenini kazanma, eğitim, eğlence, estetik fayda, hayvanları gözlemleme ve fotoğrafı olarak sıralayabiliriz. Yaban hayvanları açısından faydalar ise hayatta kalma başarısı ve üreme oranlarında artış, toplumsal farkındalığa bağlı koruma ve destek artışıdır (Dubosin & Fraser, 2013).

Yaban hayatı beslemesi, özellikle çocukların yaban hayatına olan ilgi ve farkındalıklarının artmasına sebep olmaktadır. Bilimsel açıdan ise yaban hayatı beslenmesi ile gözlenmesi zor olan birçok türün araştırılması mümkün olmaktadır (Newsome & Roger, 2008). Yaban hayatı beslemesi insanların doğayla bağlantı kurmasının en basit yöntemi olması sebebi ile birçok insanın yaban hayatı ile etkileşime girmesine izin vererek onlara psikolojik ve bedensel yararlar sağlamaktadır (Rowan & Beck, 1994; St Leger, 2003; Murray vd., 2016). Birçok ülke yaban hayatı beslenmesinin hayvanlar için faydalı olduğunu, korumanın önemini ve toplumun yaban hayatına olan ilgisini artırdığını kabul etmiştir (Cannon, 1999). Wilbur vd., (1974), yaban hayatı beslemesinin nesli tükenmekte olan bazı türlerin popülasyonlarının arttırmasında etkili olduğunu belirtmektedir. Yaban hayatı beslenmesi ile artan eğitim ve toplumsal farkındalık yaban hayatını korumayı destekleyen davranışların artmasına da sebep olmaktadır (Newsome & Roger, 2008).

Bazı kuş türlerinde yaban hayatı beslemesi kentsel ve kent dışı popülasyonlar arasındaki karşılaştırmaları arttırmakta dolayısı ile üreme girişimlerinin sayısını ve başarısını her zaman olmamakla birlikte büyük ölçüde iyileştirdiğini bilinmektedir (Jones & Reynolds, 2008).

Yaban hayatı beslemesinin bilinen en önemli faydalarından bir tanesi türler için güvenilir bir gıda kaynağına sürekli erişimden dolayı, açlık veya beslenmeye bağlı stres olasılığının azalmasıdır (Page & Underwood, 2006; Wilcoxon vd., 2015). Yaban hayatı beslemesi hayvan koruma programlarında, özellikle azalan veya nesli tükenmekte olan popülasyonlarda popülasyon büyüklüğünü artırma girişimleri için de çok faydalıdır. Örneğin, nesli tükenmekte olan Mauritius kerkenezi için uygulanan ek besin tedariki, bu türün kurtarılmasında etkili olmuş ve yavruların hayatta kalma oranı artmıştır (Jones vd., 1995; Ward & Kennedy, 1996; Orams, 2002). Benzer şekilde Güney Afrika, İspanya ve Kaliforniya'da kurulan akbaba besleme noktaları bazı akbaba türlerinin hayatta kalma başarısını arttırmıştır (MacRae, 1997; Orams, 2002).

5. Yaban Hayatı Turizmi ve Besleme

Günümüzde birçok ülke yaban hayatı zenginliklerini sergilemek ve dünyaya tanıtmak için yaban hayatı turizmi adı altında birçok faaliyetler gerçekleştirmektedir. Higginbottom (2004), yaban hayatı turizmini, vahşi yaşamın korunmasını ve yerel toplulukları desteklerken sürdürülebilir ekonomik faydaları güvence altına almanın bir yolu olarak nitelendirmekle birlikte bunun yaban hayvanlarıyla karşılaşmaya dayalı bir turizm olarak tanımlamıştır. Yaban hayatı turizmi yaban hayvanlarını görüntüleme, fotoğrafı ve besleme gibi tüketici olmayan ve yaban hayvanlarını, yakalama ve avlanma gibi tüketici olan faaliyetler olarak sınıflanmaktadır. Yaban hayatı turizmi çok çeşitli aktiviteleri içermekle birlikte tüm bu aktiviteler 4 temel ilke üzerinde sınıflanmaktadır. Bunlar:

- Doğada yaban hayatını turizmi
- Esarete yaban hayatı turizmi (Hayvanat bahçeleri, vahşi yaşam parkları, akvaryumlar vs.)
- Av turizmi (Kara avcılığı)
- Balıkçılık turizmi

Yaban hayatı turizminde hem turistlerin hem de yönetim kurumlarının yaban hayatı üzerindeki etkilerinin ne olduğunu belirlemek oldukça önemlidir. Bu konuda Gauthier (1993) yaban hayatından rekreasyonel zevk almanın insanlar için pek çok avantajı olduğunu ancak, yaban hayatı için herhangi bir avantajı kabullenmenin mümkün olmadığını belirtmiştir.

Yaban hayatı turizminde tüketim amaçlı olmayan, farklı türleri canlı izleme amacı ile uygulanan ve en bilinen yöntem onlara besin sağlanmasıdır (Duffus & Dearden, 1990). Yaban hayvanları ile yakın bir etkileşim kurma fırsatı verdiği için elle besleme çok tercih edilmekle birlikte, yaban hayatının gıda arzının artması, verilen gıdaların

besin değerinin düşük olması (Wilson, 1994; Gill, 2002), ve farklı sağlık sorunlarına sebep olması gibi olumsuz etkileri bulunmaktadır (Cannon, 1984; Orams, 2002). Dünyanın birçok ülkesinde özellikle de endemik yaban hayvanlarının bulunduğu bölgelerde turizm tabanlı yaban hayatı beslemesi çok yaygın olarak yapılmaktadır.

Ancak yaban hayatının turizm içinde beslenme ve bunun nasıl yönetilmesi gerektiği konusunda çok az bir fikir birliği vardır. Bu konuda yaban hayatı turizmi ve beslenmesinin tam yasaklamasından, aktif olarak desteklenmesine ya da yönetimin ve uygulamaları görmezden gelinmesine kadar uzanan çok farklı görüşler bulunmaktadır (Orams, 2002).

6. Dünyada ve Türkiye’de Yaban Hayatı Beslemesi

Yaban hayatı beslemesine yönelik olarak dünya üzerinde farklı uygulamalar bulunmaktadır. Örneğin Kanada'daki British Columbia’da araştırma veya yönetim amaçlı yapılan beslenme sınırlı olmakla birlikte, turizm temelli yaban hayatı beslemesi tamamen yasaklanmıştır (Dubosin & Fraser, 2013). Avustralya’da ise insanların % 40-60’ının ev ya da yakın çevrelerinde en az bir çeşit yaban hayatı beslemesi yaptığı bilinmektedir (Jones & Howard, 2001). Kuzey Amerika ise kışın 63-80 milyon insanın kuşları beslediği tahmin edilmektedir (Wilson, 2001). Kuzey Amerika ve Avrupa’da yaygın olan yaban hayatı beslemesi için Amerikalıların kişi başına yıllık 200 dolar ve toplamda yarım milyar dolar harcadıkları tahmin edilmektedir (Deis, 1986; Petterson, 2000). Yalnızca Amerika Birleşik Devletleri’nde kuşları bahçelere çekmek amacıyla kentsel mülklere tahmini 80-100 milyon kuş besleyici dikilmiştir (Petterson, 2000). Britanya’da ise her beş evden birinde kuşlar beslenmektedir (Cannon, 1999). Bu uygulamaların kentsel alanlarda biyolojik çeşitliliğin korunmasında fayda sağladığı iddia edilmekle birlikte özellikle ABD’de kuş besleyicilerin kuş hastalıklarının yayılmasında rol oynadığı da düşünülmektedir (Howard & Jones, 2004).

ABD’de evlerin % 43-50’sinde, İngiltere’de % 34’ünde, Avustralya’da % 38-57’sinde kuşlara besin sağlandığı tahmin edilmektedir. Yalnızca ABD’de her yıl yaklaşık 3,5 milyar dolar maliyetle 450 milyon kg tohum satın alan 82 milyondan fazla insanın olduğunu tahmin edilmektedir; besleyiciler ve ilgili donanım için ise yaklaşık 730 milyon doları harcama yapıldığı bildirilmektedir. Yaban hayatı beslemesi için İngiltere 440 milyon ve diğer Avrupa ülkelerinde ise 220 milyon doları harcadığı tahmin edilmektedir (Jones & Reynolds, 2008). Sadece Teksas’ta yılda 136 milyon kg tam taneli mısırın avcılar ve yaban hayatı meraklıları tarafından yaban hayatı yaşam alanlarına dağıtıldığı tahmin edilmektedir (Wilkins vd., 1999; Campbell vd., 2013). Farklı bazı kaynaklarda ABD’de her yıl 2,8 trilyon ton kadar kabuklu mısırın yaban hayatı yemlemesinde kullanıldığı, ABD ve İngiltere’de her yıl 80 milyondan fazla evde yapay yemliklerde kuşlar için 450 milyon kg’a kadar tohum tüketildiği belirtilmiştir (Jones, 2011; Robb vd., 2008; Murray vd., 2016) (Şekil 2).



Şekil 2. Bireysel kullanıma uygun farklı tiplerde kuş ve memeli yemlikleri.

Türkiye’de ise yaban hayatı beslemesi tamamen devletin eli ile yapılmakta ve özellikle kış yemlemesi şeklinde uygulanmaktadır. Bunun dışında kişiler yaşam alanları yakınlarında kendi imkan ve kabiliyetleri doğrultusunda başta kent kuşları olmak üzere yaban hayatı beslemesine katkı sağlamaktadır. Türkiye de yıllara göre yapılan yaban hayatı beslemesine ait bilgiler Tablo 1 de verilmiştir.

Tablo 1. Türkiye’de yıllara göre yaban hayatı yemlemesi verileri (URL-1, 2023)

Yıllar	Miktar (kg.)
2012	338.812
2013	235.348
2014	211.386
2015	133.362
2016	333.056
2017	535.041
2018	307.383
2019	287.421
2020	554.000

7. Sonuç ve Öneriler

Farklı sebepler ve amaçlar ile yapılan yaban hayatı besleme faaliyeti kontrolsüz ve plansız yapıldığı takdirde kamu güvenliği, yaban hayatını koruma ve hayvan refahı gibi birçok sorunlara yol açabilir. Yaban hayatı yöneticilerinin, özellikle araştırma ve yönetimde kabul edilebilir yemlemeyi diğer besleme türlerinden ayırt edebilmesi için yemleme programlarının amaçlarını ve faydalarını açıkça belirlemesi gerekmektedir. Birçok araştırmada yaban hayatı turizmine dayalı beslemenin kabul edilemez olduğu belirtilmektedir. Fırsatçı beslenmenin ise genellikle memeliler ve bazı kuş türleri için olumsuz olduğu, insan-yaban hayatı çatışmalarına yol açtığı ve hatta yetersiz olup hiçbir koruma amacına hizmet etmediği de söylenebilir. Bu tür bir besleme, hayvanların itlaf edilmesine veya başka bir yere yerleştirilmesine ve refahları üzerinde olumsuz etkilere yol açabilecek durumlar ortaya koyabileceği de bilinen gerçekler arasındadır (Dubosin & Fraser, 2013). Nitekim Kanada da 2011 yazında, Christina Lake kasabasında, özel bir konutta on yıl süren yasadışı ayı beslemesinin ardından 24 siyah ayı ne yazık ki yetkililer tarafından öldürülmüştür. Yine Kanada’nın Cranbrook, Kimberley ve Invermere yerleşim yerlerinde Aralık 2011 ve Mart 2013 arasında fırsatçı geyik beslemesi sonucunda artan geyik-insan çatışmasını azaltmak amacıyla 172 ak kuyruklu geyik öldürülmek zorunda kalınmıştır. Bununla birlikte, ABD’de bazı fırsatçı beslemeler sonucunda geyiklerde kronik israf hastalığı veya kireç hastalığı salgını görülmüştür (Dubosin & Fraser, 2013).

Yaban hayatı için yapılacak olan yemleme faaliyetleri, turistik ya da eğlence amaçlı olarak değil, doğal değerlere saygı ve takdirin geliştirilmesine dayalı olarak yapılmalıdır. Yaban hayatı beslemenin düzenlenmesi ve kontrolünde hükümetlerin, yöneticilerin, araştırmacıların ve eğitimcilerin ortak bir etik ve biyolojik temelli karar mekanizmasının oluşturması gerekmektedir. Tüm bunlara karşı yaban hayatını koruma iç güdüsü ile yaban hayatı beslemesi yapmak isteyenlerin kamu kurumlarındaki uygulamacılar tarafından yapılacak olan kış beslemelerine gönüllü olarak katılımlarının sağlanması ya da bu kişilerin egzotik hayvanların beslenmesine yönelik olarak kontrollü ve planlı olarak yapılan yaban hayatı beslemesine dayalı turizm faaliyetlerine katılımları kabul edilebilir bir yaklaşım olabilir. Bu bağlamda yaban hayatını beslemesi;

- Etkin bir yaban hayatı yönetiminin olduğu yerlerde,
- Eğitimsel ve yorumlayıcı stratejilerin olduğu yerlerde,
- Yönetimin ziyaretçi beklentisine ilişkin farkındalık gösterdiği yerlerde (örneğin, ziyaretçiyi beslemenin önemi),
- Yemleme programının doğal yiyecek arama davranışına dayandığı yerlerde,
- Beslenme etkileşim planının beslenme programının temelini oluşturduğu yerlerde,
- Operasyonların izlendiği ve gözden geçirildiği yerlerde kabul edilebilir.

Ancak;

- Etkin bir yaban hayatı yönetiminin olmaması durumunda,
- Eğitim ve tercümenin yetersizliğinde,
- İnsan-yaban hayatı çatışmasının risk değerlendirmesinin olmaması durumunda,
- Hedef türlerin insanları güçlü bir şekilde çekmesinin muhtemel olduğu yerlerde,

- Beslenme sonucu türlerde bağımlılık riskinin olması durumunda,
- Türlerin doğal davranışlarının bozulmanın görülmesi durumunda kabul edilemez.

Newsome & Roger (2008) yaban hayatı beslemesinde gereken iki önemli noktayı şu şekilde özetlemiştir.

- Turizm amaçlı bir beslenme durumu geliştirilmesinin her zaman dikkatli bir şekilde ele alınmalı ve eğer böyle bir durum geliştirilirse, beslenme durumunun faydaları veya zararlarının yeni bilgiler ışığında incelenmelidir.
- Beslenme operasyonlarının eğlenceye değil, doğal değerlere saygı ve takdiri teşvik etmeye dayanması gerekmektedir.

Kandır (2017) ise yaban hayatına destek vermek amacı ile yaban hayatı beslemesi yanında yapılabilecek bazı uygulamaları şu şekilde sıralamaktadır;

- Yıl boyunca yaşam alanlarındaki kaliteyi artırmak,
- Besin amaçlı meyveli, korunma amaçlı her mevsim yeşil ağaç ve çalılıkları dikmek,
- Temiz su kaynakları sağlanmak, kışın donmuş su kaynaklarını kırmak,
- Bahçelerde bitkisel atıkları ortadan kaldırmak,
- Ekili arazilerde tarla sınırları çizgileri boyunca ürünleri hasat etmeden bırakmak,
- Kentsel kuşlar için uygun yerlere yıl boyunca yemlikler koymak,

Yaban hayatı beslemesine yönelik olarak hem kamu yöneticiler hem de yaban hayatı besleyicileri ortak bir sonuç aradıklarında, yaban hayatının refahına neyin tehdit oluşturduğu konusunda farklı görüşlere sahip olabilirler. Bu bağlamda ortak yapılacak olan toplumsal kampanyalar, hem yaban hayatı ve çevre arasındaki ilişkilerin anlaşılmasına hem de yaban hayatı yönetimi hakkındaki yaygın olarak kabul edilen bazı yanlış anlamaların önlenmesine sebep olacaktır. Bu amaçla oluşturulacak olan politikalar ile yaban hayatı beslemesine yönelik faaliyetlerde zarar minimizasyonunun unsurları net olmalı, beslenen türlerin belirlenmesi, diyet önerileri, besleme saatleri, besleme süreleri, hijyen gereksinimleri gibi konular açık ve net olarak belirlenmelidir.

Özellikle kasıtsız yapılan yaban hayatı beslemesinin önlenmesinde doğal alanlarda ziyaretçilerin besin artıklarını ortamda bırakmamaları konusunda bilgilendirmeleri ve hatta uyarılmaları oldukça önemlidir. Bu amaçla yapılan bir çalışmada; Shenandoah Ulusal Parkı ziyaretçilerinin geyikleri beslemesini önlemek için ahlaki ve korku temalı mesajların etkinliği değerlendirilmiştir. Hiçbir uyarı mesaj yokken % 63 olan besleme oranı ahlaki çağrıyla okuyanlarda % 25'e ve korku çağrısıyla okuyanlarda % 39'a kadar azaltılmıştır (Hockett, 2000). Benzer bir çalışmada Krater Gölü Ulusal Parkı'nda, sincaplar için doğal yiyeceklerin insan yiyeceklerinden daha iyi olduğunu söyleyen ahlaki mesaj beslemeyi % 50 oranında azaltırken, sincaplardan hıyarcıklı veba veya diğer hastalıklara yakalanma tehlikesinin olduğu korku mesajı beslemeyi % 72 oranında azaltmıştır (Marion vd., 2008). Bu noktada doğal alanları ziyaret edecek olan ziyaretçilere kişisel olarak veya basılı olarak bu tip mesajların verilmesi, yaban hayatı beslemesinin gerçekleştiği yerlere bilgilendirme levhaları, yaban hayatı beslemesine yönelik eğitim işaretlerinin yerleştirilmesi ya da kişisel mesajın iletilmesi, yaban hayatı beslemesiyle ilgili bazı ziyaretçi davranışlarını iyileştirmede ve yaban hayatı için mevcut insan yemi miktarını azaltmada etkili olacaktır (Şekil 3).



Şekil 3. Muhtelif yaban hayatı yemlemesi uyarı levhaları.

Sonuç olarak, yaralı veya hasta hayvanların rehabilitasyonuna yardımcı olmak için kasıtlı besleme ve nesli tükenmekte olan bir türün iyileşmesine yardımcı olmak için ek beslemenin kullanılması gibi bariz istisnalar dışında, yaban hayatı beslenmesi için herhangi bir ekolojik ya da biyolojik bir gerekçe bulmak zordur. Beslenmeyle ilgili riskler yaygın olarak anlaşılmasına ve bu tür beslenmenin neredeyse her milli parkta ve diğer yaban hayatı yaşam alanlarında yasak olmasına rağmen, uygulama popülerliğini korumaktadır. Buna karşın özellikle yaban domuzu, boz ayı ve kurt gibi yerleşim yerlerine, tarım alanları ve evcil hayvanlara zarar veren türlerin insan yerleşimden uzaklaştırılması amacı ile kontrollü olarak orman içlerinde ek beslenmeler yapılması bu türlerin insan yaşama alanlarından uzaklaşmasına yardımcı olabilir.

Kaynaklar

1. **Aggimarangsee, N. (1993).** Survey for semi-tame colonies of macaques in Thailand. *Natural History Bulletin of the Siam Society*, 40, 103-166.
2. **Albert, D.M. & Bowyer, R.T. (1991).** Factors related to Grizzly bear human interactions in Denali National Park. *Wildlife Society Bulletin*, 19, 339-349.
3. **Ayberk H. (2003).** Yaban hayvanlarında kış yemlemesi. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 52 (2), 79-86.
4. **Ayeni, J.S.O. (1977).** Waterholes in Tsavo National Park, Kenya. *Journal of Applied Ecology*, 14, 369-378.
5. **Baker, D.L. & Hobbs, T.N. (1985).** Emergency feeding of mule deer during winter: tests of a supplemental ration. *Journal of Wildlife Management*, 49, 934-942.
6. **Bryant, L. (1994).** Report to Congress on Results of Feeding Wild Dolphins, 1989–1994. U.S. National Marine Fisheries Service.
7. **Campbell, T.A., Long, D.B. & Shriner, S.A. (2013).** Wildlife contact rates at artificial feeding sites in Texas. *Environmental Management* 51, 1187-1193.
8. **Cannon, A. (1999).** The significance of private gardens for bird conservation. *Bird Conservation International*, 9, 287-297.
9. **Cannon, C.E. (1984).** Movements of lorikeets with an artificially supplemented diet. *Australian Wildlife Research*, 11, 173-179.
10. **Chace, J.F. & Walsh, J.J. (2006).** Urban effects on native avifauna: a review. *Landscape Urban Plan.* 74, 46-69.

11. **Corkeron, P.J. (1990).** *Aspects of the behavioural ecology of inshore dolphins Tursiops truncatus and Sousa chinensis in Moreton Bay, Australia.* In Leatherwood S., Reeves, R. R. Editors. The bottlenose dolphin. San Diego, CA: Academic Press.
12. **Croft, D.B. & Leiper, N. (2001).** *Assessment of Opportunities for Overseas Tourism Based on Wild Kangaroos, Wildlife Tourism Research Report No. 17.,* Gold Coast, Queensland: CRC for Sustainable Tourism.
13. **Crome, F. H. J. & Moore, L.A. (1990).** Cassowaries in northeastern queensland: report of a survey and a review and assessment of their status and conservation and management Needs. *Australian Wildlife Research*, 17, 369-85.
14. **Çanakçıoğlu H. & Mol T. (1996).** *Yaban Hayatı Bilgisi*, İstanbul Üniversitesi Yayın no:3948, Fakülte Yayın No:440.
15. **Deis, R. (1986).** Is bird feeding a no-no? *Defenders*, 54, 17-18.
16. **Doenier, P.B., DelGiudice, G.D. & Riggs, M.R. (1997).** Effects of winter supplemental feeding on browse consumption by white-tailed deer. *Wildl. Soc. Bull*, 25, 235-243.
17. **Dubosin, S. & Fraser D. (2013).** A Framework to Evaluate Wildlife Feeding in Research, *Wildlife Management, Tourism and Recreation. Animals* 2013, 3, 978-994.
18. **Duffus, D.A. & Dearden, P. (1990).** Non-consumptive wildlife oriented recreation: a conceptual framework. *Biological Conservation*, 53, 213-231.
19. **Flinchum, G.B. (1997).** *Management of waterfowl.* In: Altman, R., Clubb, S., Dorrestein, G., Queensberry, K. editors, Avian Medicine and Surgery. WB Saunders Company, Toronto, pp. 831-848.
20. **Gauthier, D.A. (1993).** *Sustainable development, tourism an wildlife.* In: Nelson, J. G., Butler, R. W., Wall G., editors. Tourism and sustainable development: monitoring, planning and managing, Heritage Resources Centre joint Publication No. 1. Ont., Canada: University of Waterloo.
21. **Gill, R.B. (2002).** *Build and experience and they will come: managing the biology of wildlife viewing for benefits to people and wildlife.* In Manfredro , J. editor. Wildlife Viewing: A Management Handbook Oregon State University Press. pp. 218-251.
22. **Higginbottom, K. (2004).** *Wildlife Tourism Impacts, Management and Planning Sustainable Tourism.* Common Ground Publishing, 302 p.
23. **Hockett, K.S. (2000).** *The effectiveness of two interpretations on reducing deer feeding behavior by park visitors.* Master's thesis. Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg.
24. **Howard, P. & Jones, D.N. (2004).** *A qualitative study of wildlife feeding in south-east Queensland.* In Lunney, D., Burgin, S. Editors. Urban Wildlife: more than meets the eye, Zoological Society of New South Wales, Mosman pp 55 – 62.
25. **Jones, C.G., Heck, W., Lewis, R.E., Mungroo, Y., Slade, G. & Cade, T. (1995).** The restoration of the Mauritius Kestrel Falco punctatus population. *Ibis*, 137(1), 173-180.
26. **Jones, D. (2011).** An appetite for connection: why we need to understand the effect and value of feeding wild birds. *Emu- Austral Ornithology*, 111(2), 1-7.
27. **Jones, D.N. & Reynolds, S.J. (2008).** Feeding birds in our towns and cities: a global research opportunity. *J. Avian Biol.* 39, 265-271.
28. **Jones, D.N. & Howard, P. (2001).** Feeding wildlife-An indecent obsession. *Wildlife Aust.*, 38, 18-20.
29. **Kandır, E.H. (2017).** Yaban hayvanlarında kış yemlemesi yapalım mı? *Göller Bölgesi Aylık Hakemli Ekonomi ve Kültür Dergisi* 56, 25-30.
30. **Knight, R.L. & Temple, S.A. (1995).** *Origin of wildlife responses to recreationists.* In Knight R. L., Gutzwiller, K. J. editors. *Wildlife and Recreationists: Coexistence Through Management and Research*, Washington, DC Island Press. pp. 81-91.
31. **Kofron, C.P. (1999).** Attacks to humans and domestic animals by the Southern Cassowary (Casuaris casuaris johnsonii) in Queensland, Australia. *London Zoological Journal*, 249, 375-381.
32. **MacRae, D. (1997).** The ultimate roadside diner. *Wildlife Conservation*, 101(1), 72.
33. **Marion, J.L., Dvorak, R.G. & Manning, R.E. (2008).** Wildlife feeding in parks: methods for monitoring the effectiveness of educational interventions and wildlife food attraction behaviors. *Human Dimensions of Wildlife*, 13, 429–442.
34. **Milazzo, M., Badalamenti, T., Fernandez, V. & Chemello, R. (2005).** Effects of fish feeding by snorkellers on the density and size distribution of fishes in a Mediterranean marine protected area. *Marine Biology*, 146, 1213-1222.
35. **Murray, M.H., Becker, D.J., Hall, R.J. & Hernandez, S.M. (2016).** Wildlife health and supplemental feeding: A review and management recommendations. *Biological Conservation*, 204, 163-174.
36. **Newsome, D., Dowling, R. & Moore, S. (2005).** *Wildlife Tourism.* Channel View Publications, Clevedon.

37. Newsome, D. & Roger, K. (2008). To feed or not to feed: a contentious issue in wildlife tourism. Too close for comfort: contentious issues in human-wildlife encounters. *Royal Zoological Society*, 34, 255-270.
38. O'Leary, R. & Jones, D. N. (2006). The use of supplementary foods by Australian magpies *Gymnorhina tibicen*: Implications for wildlife feeding in suburban environments. *Austral Ecology*, 31, 208-216.
39. Orams, M.B. (2002). Feeding wildlife as a tourism attraction: a review of issues and impacts. *Tourism Management*, 23, 281-293.
40. Orams, M.B. (1995). Development and management of a wild dolphin feeding program at Tangalooma, Australia. *Aquatic Mammals*, 21, 39-51.
41. Orams, M.B. & Deakin, R.B. (1997). Report on the healing of a large wound in a bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*). In: Hindell, M., Kemper, C. editors, Marine mammal research in the southern hemisphere Vol. 1: Status, ecology and medicine. Chipping, Norton: Surrey, Beatty and Sons.
42. Orams, M.B., Hill, G.J.E. & Baglioni, A.J. (1996). "Pushy" behavior in a wild dolphin feeding program at Tangalooma, Australia. *Marine Mammal Science*, 12, 107-117.
43. Özkazanç N.K. & Özay, E. (2019). Göçmen kuşları tehdit eden faktörler. *Bartın University International Journal of Natural and Applied Sciences*, 2(1), 77-89.
44. Page, B.D. & Underwood, H.B., (2006). Comparing protein and energy status of winter-fed white-tailed deer. *Wildl. Soc. Bull.*, 34, 716-724.
45. Parsons, H., Major, R.E. & French, K. (2006). Species interactions and habitat associations of birds inhabiting urban areas of Sydney, Australia. *Austral. Ecol.* 31, 217-227.
46. Perkins J.R. (1991). *Supplemental feeding*. Texas Parks and Wildlife Department Fisheries & Wildlife Division. Contribution of Federal Aid Project W-129-M.
47. Petterson, R.T. (2000). *Feeder Birds*. Peterson Field Guide to Feeder Birds of Eastern North America. Houghton Mifflin Publisher, New York.
48. Raman, T.R.S., Menon, R.K.G. & Sukumar, R. (1996). Ecology and management of chital and blackbuck in Guindy National Park, Madras. *Journal of the Bombay Natural History Society*, 93(1), 178-192.
49. Robb, G.N., McDonald, R.A., Chamberlain, D.E. & Bearhop, S. (2008). Food for thought: supplementary feeding as a driver of ecological change in avian populations. *Front. Ecol. Environ.* 6, 476-484.
50. Robinson, R.M., Ray, A.C., Reagor, J.C. & Holland, L.A. (1982). Waterfowl mortality caused by aflatoxicosis in Texas. *J. Wildl. Dis.*, 18, 311-313.
51. Roe, D., Leader-Williams, N. & Dalal-Clayton, D. (1997). *Take Only Photographs, Leave Only Footprints: The Environmental Impacts of Wildlife Tourism*. Environmental Planning Group, International Institute for Environment and Development. London.
52. Roosendaal B. (1973). Wildlife nutrition and feeding. *Anim. Nutr. Consultants*, 11, 1-15.
53. Rowan, A.N. & Beck, A.M. (1994). The health benefits of human-animal interaction. *Anthrozoos*, 7(2), 85-89.
54. Skira, I., Smith, S. (1991). *Feeding wildlife in national parks. Proceedings of the fifth Australian seminar on national parks and wildlife*, Tasmania, Australia.
55. Sorensena, A., Van Beesta, F.M. & Brooka, R.K. (2014). Impacts of wildlife baiting and supplemental feeding on infectious disease transmission risk: A synthesis of knowledge. *Preventive Veterinary Medicine*, 113, 356-363.
56. St Leger, L. (2003). Health and nature—new challenges for health promotion. *Health Promot. Int.* 18, 173-175.
57. Steyaert, S.M.J.G., Kindberg, J., Jerina, K., Krofel, M., Stergar, M., Swenson, J.E. & Zedrosser, A. (2014). Behavioral correlates of supplementary feeding of wildlife: Can general conclusions be drawn? *Basic and Applied Ecology* 15, 669-676.
58. Thompson, J., Shirreffs, L., McPhail, I. (2003). Dingoes on fraser island—tourism dream or management nightmare. *Human Dimensions of Wildlife*, 8, 37-47.
59. Totton, S.C., Tinline, R.R., Rosatte, R.C. & Bigler, L.L. (2002). Contact rates of raccoons (*Procyon lotor*) at a communal feeding site in rural eastern Ontario. *Journal of Wildlife Diseases*, 38(2), 313-319.
60. URL 1 2023, <https://www.tarimorman.gov.tr/DKMP/Menu/19/Yaban-Hayati-Istatistikleri>.
61. Ward, J.M. & Kennedy, P.L. (1996). Effects of supplemental food on size and survival of juvenile Northern Goshawks. *The Auk*, 113, 200-208.
62. Wilbur, S.R., Carrier, W.D. & Borneman, J.C. (1974). Supplementary feeding program for California condors. *Journal of Wildlife Management*, 38, 343-346.
63. Wilcoxon, T.E., Horn, D.J., Hogan, B.M., Hubble, C.N., Huber, S.J., Flamm, J., Knott, M., Lundstrom, L., Salik, F., Wassenhove, S.J. & Wrobel, E.R. (2015). Effects of bird-feeding activities on the health of wild birds. *Conserv. Physiol.* 3, 1-13.

64. **Wilkins N., Brown R.D. &Steinbach D.W. (1999).** *Reducing Risks To Wildlife From Corn Contaminated With Aflatoxins.* Department of Wildlife and Fisheries, Texas A&M University, Annual Report (1997–1998), College Station.
65. **Williamson S. J. (2000).** *Feeding wildlife—just say no!*. Wildlife Management Institute, Washington, DC.
66. **Wilson, B. (1994).** *Review of Dolphin Management at Monkey Mia. Perth,* Western Australia: Unpublished report to Department of Conservation and Land Management.
67. **Wilson, W.H. (2001).** The effects of supplementary feeding on wintering black-capped chickadees (*Parus atricapilla*) in central Maine: population and individual responses. *The Wilson Bulletin*, 113, 65-72.

STADYUMLARIN KENTTEKİ SOSYAL YAPILANMASININ TÜRKİYE AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Ece Bülbül^{1*}, Ruşen Yamaçlı²

¹Eskişehir Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, ESKİŞEHİR

²Eskişehir Teknik Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Mimarlık Bölümü, ESKİŞEHİR

Öz

Küresel iklim değişikliğine olumsuz anlamda etki eden sektörlerden biri inşaatır. Enerji, su, ham madde gibi kaynakların büyük miktardaki kullanımı inşaat sırasında olmaktadır. Sera gazlarının %38'ine inşaat sektörü neden olmaktadır. On beş günde bir oynanan futbol maçı ve Avrupa Futbol Şampiyonası, FIFA Dünya Kupası, Olimpiyatlar gibi kısa süreli spor organizasyonları için inşa edilen stadyumların inşaatı sırasında harcanan enerji ve kaynakların yanı sıra maliyetler de yüksek olmaktadır. Buna karşılık stadyumların yıl içerisindeki kullanımı kaynak tüketimi ile doğru orantıda olmamaktadır. Bu çalışmada yurt dışındaki stadyumlardan futbol dışında da kullanılacak şekilde tasarlanan örnekler üzerinden ülkemizdeki mevcut durum değerlendirilmiştir. Bu amaçla nüfusu en fazla olan illerin kent merkezlerinden İstanbul'dan Vodafone Park, Ankara'dan Ankara Stadyumu, İzmir'den Gürsel Aksel Stadyumu seçilmiş olup stadyumların kullanım olanakları ve kentlinin stadyumla etkileşimi incelenmiştir. Bu inceleme sonucunda; ülkemizdeki stadyumların kentli ile yeterli oranda etkileşim halinde olmadığı ortaya konulmuş olup, bu etkileşimi arttırmak amacıyla teknolojiye de yararlanılarak farklı etkinliklerin düzenlenmesine elverişli çok amaçlı kullanımı olan stadyumların tasarlanması ve gerekli fonksiyonların düzenlenmesi için ilke ve çözüm önerileri ortaya konmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Küresel iklim değişikliği, stadyum, çok amaçlı kullanım

THE EVALUATION OF THE SOCIAL STRUCTURE OF STADIUMS IN THE CITY IN TERMS OF TÜRKİYE

Extended Abstract

One of the sectors that negatively affect global climate change is construction. A large amount of resources such as energy, water, raw materials are used during construction. The construction industry causes 38% of greenhouse gases. In addition to the energy and resources spent during the construction of stadiums built for football matches played every fortnight and for short-term sports organizations such as the European Football Championship, FIFA World Cup and Olympics, costs are also high. On the other hand, the use of stadiums during the year is not directly proportional to the resource consumption. Due to the UEFA and FIFA criteria that it must meet, stadiums turn into gigantic structures with their field dimensions and usage areas. The construction and operation of structures of such a large scale cannot be economically, environmentally and socially sustainable; at the same time, the absence of use outside of football matches or sports organizations makes the stadiums idle. In order for these idle stadiums to get rid of the "white elephant" status, functions other than football should be added to the stadiums while they are still in the design stage and the stadiums should be made to live with the citizens for most of 365 days. In this study, the current situation in our country has been evaluated through examples from stadiums abroad that are designed to be used outside of football. For this purpose, Vodafone Park in Istanbul, Ankara Stadium in Ankara, Gürsel Aksel Stadium in Izmir, which are among the city centers of the cities with the highest population, were selected and the usage possibilities of the stadiums and the interaction of the citizens with the stadium were examined. As a result of this review; it has been revealed that the stadiums in our country do not interact with the citizens at a sufficient level, and in order to increase this interaction, principles and solutions are presented for the design of multi-purpose stadiums suitable for the organization of different activities and the arrangement of the necessary functions by making use of technology.

Key Words: Global climate change, stadium, multipurpose use

*Sorumlu Yazar (Corresponding Author):

Ece BÜLBÜL; Eskişehir Technical University, Graduate
Education Institute, Department of Architecture, Eskişehir, Türkiye.

Geliş (Received) : 18.05.2023

Kabul (Accepted) : 19.06.2023

Basım (Published) : 31.07.2023

1. Giriş

İnşaat; enerji, çevre, iklim değişikliği ile ilişkilidir. İnşaat sektörü, dünya çapındaki tüketimin yaklaşık %30-40'ını oluşturan başlıca enerji tüketicisidir. İnşaat ve yıkım için gerekli olan enerji de dikkate alındığında inşaat sektörünün küresel talebinin, toplam enerji kullanımının yaklaşık %50'sinin olduğu tahmin edilmektedir. İnşaat sektörü, dünya çapındaki hammadde kaynaklarının büyük bir kısmının kullanımından sorumludur. Yapı bileşenlerinin ve ürünlerinin üretimi, yılda neredeyse üç milyar ton hammadde gerektirir ve bu, küresel yıllık malzeme kullanımının %40-50'sine eşittir. Buna paralel olarak, inşaat; küresel içme suyunun %12'sini ve küresel kereste ürünlerinin neredeyse %70'ini tüketmekten sorumludur. Buna ek olarak, hava kirleticilerinin neredeyse %20-25'inden, halokarbonun yaklaşık %70'inden ve siyah karbon emisyonlarının neredeyse %25-33'ünden, içme suyu kirliliğinin %40'ından ve son olarak da çöp sahası atıklarının %50'sinden sorumludur. İnşaat sektörü sera gazlarının neredeyse %38'ini salımlamaktadır (Santamouris, 2016). İnşaatta kullanılacak olan enerji ve kaynaklar elde edilirken çevreye vermiş olduğu zarar göz önünde bulundurulduğunda özellikle kısa süreli kullanım amacıyla inşa edilen yapılara başka fonksiyonlar eklenerek çok amaçlı hale getirilmesi ve kullanım süresinin artırılması önem arz etmektedir.

Stadyumlar, bugüne gelindiğinde yalnızca spor organizasyonlarının gerçekleştirildiği yapılar olarak görülüp, gösteri sistemleri olarak kabul görmeye başlamıştır; fakat stadyum, her dönem spordan daha farklı anlamları da barındırmaktadır (Bulgurcuoğlu vd., 2018). Özellikle futbol maçları için inşa edilen stadyumlarda ortalama iki haftada bir maç oynanmaktadır (URL-1, 2019). Stadyumlar, kamuya açık diğer yapılar gibi halkın istediği zaman kullanacağı yapılar değildir. Bunun nedeni, yalnızca organizasyonlara katılım için alınan biletlerle stadyumlara girişin sağlanmasıdır (URL-2, 2015). Yılın 8-9 ayında yalnızca on beş günde bir kullanılmak için inşa edilen futbol stadyumları, ekonomik olmadığı gibi kamusal yapı ve alan kullanımı olarak da avantajlı olmamaktadır (Aksu, 2010). Futbol maçı haricindeki zamanlarda boş kalan stadyumların, yılın her günü yaşayacak şekilde tasarlanması stadyumların inşası, işletilmesi ve bakımı için harcanan enerjiyi ve ekonomiyi daha verimli kılacaktır. Ayrıca stadyumlar yalnızca futbol maçları için kullanılan sembolik bir yapı olmaktan çıkarak kentlilerin sosyal yaşam alanları haline dönüşmeye başlayacaktır.

Literatür araştırmaları sonucunda, ana inşaat nedeni futbol olan stadyumların ve spor organizasyonu için inşa edilen stadyumların çok amaçlı kullanılarak kentli ile etkileşimini arttırdığına dair yayınlar olduğu tespit edilmiştir (Aksu, 2010; Köseoğlu & Arslan, 2015; Yalçınkaya & Sofuoğlu, 2022; Coleman, 2010; Kramer, 2008; Macek, 2022; Mendez, 2010; Fischer, 2013; Mohamed & Abu Elfadle, 2013; Kurumak, 2019; Kara & Gür, 2021; Atalı & Sertbaş, 2014; Timmers, 2013). Bu çalışmada ülkemizde nüfusun en fazla olduğu 3 kentimizdeki kentlilerin yoğun olarak bulunacağı kent merkezlerinden stadyumlar seçilmiştir. İstanbul'dan Vodafone Park, Ankara'dan Ankara Stadyumu, İzmir'den Gürsel Aksel Stadyumu seçilmiş olup bu stadyumların futbol maçları haricinde kullanım olanakları değerlendirilerek ülkemiz adına stadyumlarımızın etkinliğini artırmak adına önerilerde bulunulması hedeflenmiştir.

2. Çok Amaçlı Olarak Kullanılan Stadyumların Kullanım Şekilleri

Kentlerde futbol maçlarının yapılması için inşa edilen stadyumların maçtan maça kullanılması; Avrupa Futbol Şampiyonası, FIFA Dünya Kupası ve Olimpiyatlar gibi spor organizasyonları için kullanılacak olan stadyumların organizasyon sürecinde ve sonrasında kullanımının kısıtlı olması bu yapıların atıl olarak kalmasına neden olmaktadır. İlk yatırım maliyeti çok yüksek olup daha sonrasında kullanım imkânı olmayan stadyumlar ekonomik, çevresel ve sosyal olarak bulunduğu kente ciddi anlamda etkide bulunarak "Beyaz Fil" durumu yaratmaktadır. Bu nedenle belirli amaç için inşa edilen stadyumların henüz tasarım aşamasındayken çok amaçlı kullanılacak şekilde tasarlanması, kullanım alternatiflerini artırarak kentlinin stadyum ile etkileşimini sağlayacaktır. Stadyumlarda futbol maçları haricinde çok amaçlı kullanımı sağlayacak konserler, gösteriler, kutlamalar, toplantılar, fuarlar, sergiler, çeşitli spor etkinlikleri, konferanslar, sanatsal faaliyetler, spor müsabakaları, dini ve kültürel organizasyonlar gibi faaliyetlere geçmişten günümüze kadarki süreçte rastlamak mümkündür. Bu faaliyetlerin gerçekleştirildiği stadyumlar bu bölümde örnekler üzerinden ele alınmıştır.

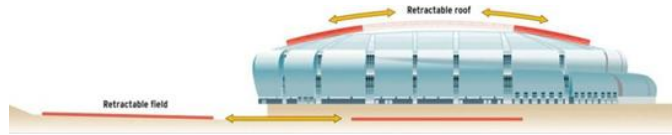
2.1. Phoenix Üniversitesi Stadyumu

2003 yılında Peter Esminan tarafından Arizona'da tasarlanmış olup, 2006'da tamamlanmıştır. Yalnızca Super Bowl - yıllık NFL şampiyonası - dâhil olmak üzere Amerikan futbolu etkinlikleri gibi etkinliklere ev sahipliği yapmak için tasarlanmamış, aynı zamanda bir büyük konferans ve özel etkinlikler mekânıdır. Bunun nedeni, bir açılır kapanır tavan (Şekil-1, Şekil-2) ve bir açılır kapanır alan (Şekil-2) sunmasıdır. Bu 365 günlük tasarım

kriteri, yıl boyunca futbol dışı etkinliklere ev sahipliği yaparak gelir fırsatlarını iyileştirmek ve etkinlik planlama esnekliğini optimize etmek için getirilmiştir. Ayrıca, 63.000 daimi koltuk, özel etkinlikler için 73.000'e genişletilebilmektedir. Geri çekilebilir çatı, tüm oyun alanını ortaya çıkarmak için geri çekilen iki adet yarı saydam kumaş kaplı uzay çerçeve panelinden yapılmıştır, yaklaşık 78,3 m'ye 43,3 m'dir. 8 adet elektrik kablo tamburu 7.5 beygir gücünde emniyet frenleri ile beslenen motor kullanılarak geri çekilmektedir. 25 ft./dak hızla 11 dakikada geri çekilmektedir. Stadyumun doğal çim sahası, bir saat içinde stadyumun dışına çıkmakta, büyüme ve bakım için yılın büyük bir bölümünde burada kalmaktadır. İçerideki kalıcı beton zemin, ticari gösteriler ve konserler için maksimum esneklik sağlamak amacıyla yerleşik bir servis ızgarasına sahiptir (Mohamed & Abu Elfadle, 2013).



Şekil 1. Phoenix Üniversitesi Stadyumu'nun açılır-kapanır çatısı (Mohamed & Abu Elfadle, 2013).

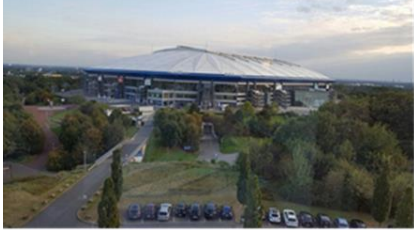



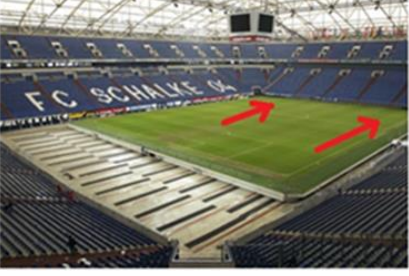




Şekil 2. Phoenix Üniversitesi Stadyumu'nun hareketli çatı ve döşemesi (Mohamed & Abu Elfadle, 2013).


2.2. Veltins Arena

Avrupa'nın en çağdaş stadyumlarından biridir. Stadyumun üstü; 560 ton ağırlığındaki, yarı saydam, teflon kaplı, fiberglas kinetik sistemli çatı sayesinde hava durumuna göre 30 dakikada açılıp kapatılabilmektedir. Çatının hareketli olması stadyumda futbol dışında da etkinlikler yapılmasını sağlamaktadır (URL-3, 2023). Veltins Arena, 2024 Avrupa Futbol Şampiyonası'nın oynanacağı stadyumlardan biridir. Tablo-1'de Veltins Arena'nın mekân kullanım şekilleri gösterilmiştir.

Tablo 1. Veltins Arena'nın mekân kullanım şekilleri.

YAPI	Adı	Veltins Arena	 Veltins Arena görünüşü (URL-4, 2016).
	Yapım Yeri	Gelsenkirchen, Almanya	
	Açılış Yılı	2001 (URL-3, 2023)	
	Mimarı	Hentrich, Petschnigg (URL-3, 2023)	
	Müteahhit	-	
	Kapasite	53.951 (tümü koltuklu) 61.482 (terasla)(URL-3, 2023)	
KULLANIMLAR	Futbol Maçı	Schalke 04'ün Bundesliga maçlarını yaptığı stadyumdur (URL-3, 2023).	 Veltins Arena'da futbol (URL-5, 2019).

<p>Konser</p>	<p>4 saatte kızak sistemiyle stadyum dışına çıkarılan saha zemini, güneş ışığı ve rüzgârı daha kolay almakta ve çim zeminin, futbol dışındaki etkinliklerde hasar alması önlenmektedir (URL-3, 2023).</p> <p>Futbol dışındaki etkinliklerin meydana gelmesi amacıyla kayar zemin, sabit zeminin 1,5 metre üstünde bulunmaktadır (URL-6, 2023).</p>	 <p>Hareketli saha zemini (URL-7, 2013).</p>  <p>Veltins Arena'da konser (URL-8, 2022).</p>
<p>Konferans</p>	<p>15 ya da 1.500 kişi için olsun, Veltins Arena'da tüm konferanslar için alanlar bulunmaktadır (URL-9, 2023).</p>	 <p>Veltins Arena'da konferans (URL-9, 2023).</p>
<p>Biatlon</p>	<p>Biatlon etkinliği 20 senedir Veltins Arena'da devam etmektedir (URL-10, 2023).</p>	 <p>Veltins Arena'da biatlon (URL-11,2019).</p>  <p>Veltins Arena'da biatlon (URL-12, 2019).</p>

	Noel Partisi	Veltins Arena’da Noel Partisi kutlamaları için gerekli organizasyonlar yapılmaktadır (URL-13, 2023).	 <p>Veltins Arena’da Noel (URL-13, 2023).</p>
	Ticaret Fuarı	11.000 m ² ’nin üzerindeki bir alanda farklı fuar çeşitleri düzenlenmektedir (URL-14, 2023).	 <p>Veltins Arena’da fuar (URL-14, 2023).</p>
Diğer Kullanımlar	Amerikan futbolu, hentbol, binicilik gösterileri, buz hokeyi ve salon atletizm yarışmaları, opera, festival, iş toplantıları (URL-6, 2023) Doğum günü, vaftiz partisi, düğün, mezuniyet partisi (URL-15, 2023)		

2.3. Stadyum 974

Katar’da düzenlenen FIFA 2022 Dünya Kupası için Fenwick Iribarren Architects tarafından tasarlanan Stadyum 974, birçoğu inşaat malzemelerini taşıyan renkli nakliye konteynerleri ve modüler çelikten meydana gelmektedir (Şekil-3). Stadyumun dış cephesini oluşturan çelik konteynerlerin bir kısmında merdiven, imtiyaz standları ve banyo bulunmaktadır (URL-16, 2021).



Şekil 3. Konteynerden inşa edilen Stadyum 974 (URL-16, 2021).

Stadyum 974’te Katar’ın denizcilik ve ticaret mirasından esinlenilmiş olup, Dünya Kupası’ndaki ilk sökülebilir yapı olma özelliğini taşımaktadır. İngiliz-İspanyol ortaklığıyla inşaatı gerçekleştirilen iki katlı stadyumun ismindeki 974 sayısı, Katar’ın uluslararası arama kodu ve inşaatındaki konteynerlerin sayısından ileri gelmektedir (URL-17, 2022).

Türkiye ve Suriye’deki deprem sahalarında kullanılmak amacıyla, 2022 Dünya Kupası’nda stadyum yapımında ve taraftar konaklamasında kullanılan ve sayıları 10 bini bulan konteynerlerin 350 adetlik ilk bölümü Katar tarafından 12 Şubat 2023 tarihinde Türkiye’ye gönderilmiştir. Bu konteynerlerin barınma ve tuvalet ihtiyacını sağlaması planlanmıştır (URL-18, 2023).

2.4. Münih Olimpiyat Stadı

Frei Otto ve Gunther Behnisch tarafından yapılan Münih Olimpiyat Stadı (Şekil-4) tasarımında, stadyumun programları ve yapısı çevredeki Olimpiyat Parkı’na yayılarak ziyaretçiler için birleşik, açık bir deneyim yaratmaktadır. Büyük bir stadyum inşa etmek ve onu diğer etkinliklerden ve mekânlardan izole etmek yerine parkın içinde, stadyumun bir tarafı tamamen açık bırakılarak seyircilerin serbestçe gelip gitmesi sağlanmıştır. Ayrıca, stadyum programı ana yapının etrafına dağılmış ve hem stadyumun kalabalığına hem de parktaki diğer insanlara hizmet vermesine olanak sağlanmıştır (Fischer, 2013).



Şekil 4. Münih Olimpiyat Stadı (Fischer, 2013).

3. Materyal ve Metot

İstanbul, Ankara, İzmir’de 2000 yılından sonra inşa edilen, insanların yoğun olarak yaşadıkları kent merkezinden 1’er örnek üzerinden bu stadyumların kent ve kentli ile etkileşimi incelenmiştir. İstanbul’dan Vodafone Park (açılış:2016), Ankara’dan Ankara Stadyumu (planlanan açılış: 2024) ve İzmir’den Gürsel Aksel Stadyumu (açılış: 2020) seçilmiştir. Seçilen bu stadyumların kent ve kentli ile etkileşimi içlerindeki fonksiyonları açısından ele alınmıştır.







4. Bulgular


4.1. Vodafone Park

Beşiktaş JK’nın yeni stadı Vodafone Park’ın, yalnızca maç günlerinde değil, yılın her gününde kullanılması planlanmıştır (URL-19, 2023). Tablo-2’de Vodafone Park’ın mekân kullanım şekilleri gösterilmiştir.

Tablo 2. Vodafone Park’ın mekân kullanım şekilleri.

YAPI	Adı	Vodafone Park	 Vodafone Park görünüş (URL-21, 2023).
	Yapım Yeri	İstanbul, Türkiye	
	Açılış Yılı	2016 (URL-19, 2023)	
	Mimarı	Bünyamin Derman, Metin Demir (URL-20, 2023)	
	Müteahhit	Beşiktaş İnşaat A.Ş. (URL-20, 2023)	
	Kapasite	42.590 (URL-20, 2023)	
KULLANIMLAR	Konser	Shakira, 11 Temmuz 2018 (50.000 kişi); Edis, 24 Aralık 2020 (YouTube üzerinden online); Mor ve Ötesi, 28 Mayıs 2022 (30.000+ kişi) tarihinde konser vermiştir (URL-20, 2023).	 Vodafone Park’ta konser (URL-22, 2018).
	Defile	Stadyumun otoparkında İstanbul Moda Akademisi öğrencileri defile gerçekleştirmiştir (URL-23, 2019).	 Vodafone Park’ta defile (URL-23, 2019).


Etkinlik, toplantı ve davet	Uluslararası etkinlikler, basın toplantıları, sayıları 150'yi bulan, sahaya bakan localarda toplantılar gerçekleştirilmekte olup; boğaza bakan teras ve denize bakan kapalı mekânda da toplantı ve davetler düzenlenmektedir (URL-24, 2023).	 <p>Vodafone Park'ta davet (URL-24, 2023).</p>
Restoran	Whitepepper, Vodafone Park'ta yer alan; barlar, farklı mutfaklar ve grup toplantıları için özel alana sahip, gündüz ve gece hizmet vermek üzere tasarlanmış lüks bir restorandır (URL-25, 2019).	 <p>Vodafone Park'ta restoran (URL-25, 2019).</p>
Müze	İki katlı, 1650 m ² 'lik Beşiktaş JK Müzesi'ne stadyumun 19 Mayıs Kapısı'ndan erişim sağlanmakta olup, Türkiye'nin en büyük spor müzesidir (URL-26, 2020).	 <p>Beşiktaş JK Müzesi (URL-26, 2020).</p>
Düğün	Vodafone Park'ın merkezi konumu, düğün organizasyonları için iyi bir seçenektir (URL-24, 2023).	 <p>Vodafone Park'ta düğün (URL-27, 2023).</p>
Vodafone Mobil Merkezi	Vodafone Park'ın isim sponsoru olan Vodafone'un stadyum içinde Mobil Merkezi bulunmaktadır.	 <p>Vodafone Mobil Merkezi (URL-28, 2023).</p>
Fuar	14 Ekim 2019 tarihinde Türkiye Mühendislik Kariyer Fuarı gerçekleştirilmiştir (URL-29, 2019).	 <p>Vodafone Park'ta fuar (URL-29, 2019).</p>

	Beşiktaş Mağazası	Beşiktaş takımına ait ürünlerin satıldığı mağaza Vodafone Park içerisinde hizmet vermektedir.	
			Beşiktaş Mağazası (URL-30, 2021).

4.2. Ankara Stadyumu

Tablo-3'te Ankara Stadyumu'nun planlanan mekân kullanım şekilleri gösterilmiştir.


Tablo 3. Ankara Stadyumu'nun planlanan mekân kullanım şekilleri.

YAPI	Adı	Ankara Stadyumu	
	Yapım Yeri	Ankara, Türkiye	
	Açılış Yılı	2024 (planlanan) (URL-31, 2023)	
	Mimarı	Bahadır Kul (URL-32, 2018)	
	Müteahhit	Yıldızlar ve ASL İnşaat ortaklığı (URL-33, 2022)	
	Kapasite	55.000 (URL-32, 2018)	
KULLANIMLAR	Mağazalar (URL-32, 2018)	Dans salonu (URL-32, 2018)	
	Muay thai salonu (URL-32, 2018)	Karate salonu (URL-32, 2018)	
	Okçuluk salonu (URL-32, 2018)	Tekvando salonu (URL-32, 2018)	
	Eskrim salonu (URL-32, 2018)	Kick boks salonu (URL-32, 2018)	
	Masa tenisi salonu (URL-32, 2018)	Boks salonu (URL-32, 2018)	
	Atıcılık salonu (URL-32, 2018)	Müze (URL-32, 2018)	
	Judo salonu (URL-32, 2018)	Güreş salonu (URL-32, 2018)	

4.3. Gürsel Aksel Stadyumu

Tablo-4'te Gürsel Aksel Stadyumu'nun mekân kullanım şekilleri gösterilmiştir.

Tablo 4. Gürsel Aksel Stadyumu'nun mekân kullanım şekilleri.

YAPI	Adı	Gürsel Aksel Stadyumu	
	Yapım Yeri	İzmir, Türkiye	
	Açılış Yılı	2020 (URL-34, 2021)	
	Mimarı	Bünyamin Derman (URL-34, 2021)	
	Müteahhit	Rönesans Holding (URL- 35, 2023)	
	Kapasite	20.040(oturarak), 25.000(ayakta) (URL-35, 2023)	
			Gürsel Aksel Stadyumu görünüş (URL-36, 2023).

KULLANIMLAR		
	Ofis (URL-34, 2021).	Çatıda yürüyüş parkuru (URL- 37, 2021).
	Çocuk eğlence merkezleri (URL-34, 2021)	Yeme- içme alanları (URL-34, 2021)
	Spor müzesi (URL-34, 2021)	Sergi alanları (URL-34, 2021)

Gürsel Aksel Stadyumu (Konak/İzmir), Göztepe Kulübü'nün eski stadyum alanına inşa edilmiş olup, UEFA ve Türkiye Futbol Federasyonu kriterlerine uygun olarak, günümüzün ve kentin ihtiyaçlarına hitap edecek şekilde, konutların yoğun olarak bulunduğu bir konumda, çok amaçlı inşa edilmiştir. Stadyumun, on beş günde bir kullanılan bir stadyum olmaktan çıkarılıp, günün her saatinde kentliyle iletişim halinde olması hedeflenmiştir. Futbol sahası, bilindik stadyum sahalarının aksine zeminden 670 cm üstte tasarlanmıştır; böylece zemin kata kentli ile etkileşimi artıracak işlevler yerleştirilmiştir. Ana caddeden stadyuma doğru olan cephede, stadyumun ön kısmında ofis işlevli tasarlanan yapının zemin ile iletişimi kesilerek stadyumun zemin katı ve meydan arasındaki bağ koparılmamış, açık alandan maksimum derece faydalanılması amaçlanmıştır (URL-34, 2021).

5. Tartışma

Tablo-5'te Vodafone Park, Ankara Stadyumu ve Gürsel Aksel Stadyumu'nun stadyum kullanım biçimleri karşılaştırılmıştır.

Tablo 5. İncelenen stadyumların mekân kullanım şekillerinin karşılaştırılması.

Stadyumlar	Vodafone Park	Ankara Stadyumu	Gürsel Aksel Stadyumu
Yapım Yeri	İstanbul	Ankara	İzmir
Kentteki Konumu	Kent merkezi	Kent merkezi	Kent merkezi
Açılış Yılı	2016	2024 (planlanan)	2020
Kullanım Şekilleri	Futbol maçı, konser, defile, etkinlik, toplantı, davet, restoran, müze, düğün, mağaza, fuar	Futbol maçı, mağaza, müze, çeşitli spor branşlarında salonlar, dans salonu	Futbol maçı, ofis, yürüyüş parkuru, çocuk eğlence merkezleri, yeme-içme alanları, müze, sergi alanları

Her üç stadyum da Türkiye'deki büyük şehir statüsündeki illerde ve insanların yoğun olarak bulunduğu kent merkezinde yer almaktadır. Bu stadyumların inşa edilmesindeki temel neden futbol maçı olup, futbol maçlarının oynanma zaman aralıkları dikkate alındığında başka fonksiyonlar da tasarıma eklenmiştir. Ankara Stadyumu henüz inşa aşamasında olduğundan tasarımındaki fonksiyonların kullanımı ile ilgili veriler olamasa da, özellikle Vodafone Park'taki belirtilen kullanım şekillerinin aktif olarak uygulandığına dair bilgilere ulaşılabilmektedir. Gürsel Aksel Stadyumu'nun sahasının zemin seviyesinden daha üst kotta tasarlanıp, zemin kotunun meydanla ilişki kuracak mekânlara ayrılması sayesinde stadyumla kentlinin etkileşimi artmaktadır. İncelenen bu üç stadyumdaki çok amaçlı tasarlanma düşüncesi, tasarıma eklenen farklı fonksiyonların aktif kullanımı sağlandığı takdirde gelecek yıllarda etkisini daha fazla hissedeceğimiz küresel iklim değişikliğinin olumsuz etkisini azaltma anlamında olumlu katkıda bulunabilecektir.

Küresel iklim değişikliği son yıllarda etkisini daha fazla hissettirmektedir. İklim değişikliğine ciddi anlamda olumsuz etkide bulunan sektörlerden biri inşaatlardır. İnşaatlar için harcanan enerji, malzeme gibi kaynakların üretilmesi ve kullanılması sırasında çevreye zararları olmaktadır. Durum böyle olunca her bir yapının inşa edilmeden önce çevresel, sosyal ve ekonomik sürdürülebilirlik anlamında doğru tasarım kriterleriyle projelendirilmiş olması gerekir. Bu noktada özellikle on beş günde bir kullanımı olan, futbol amaçlı inşa edilen stadyumların daha çok kullanım sağlayabilmesi amacıyla farklı fonksiyonlar tasarıma eklenmelidir.

Bazı stadyumlar konserler, doğa sporları ve sergiler gibi etkinliklere ev sahipliği yaparken, bu büyük binalar genellikle yılın önemli bir bölümünde boş durmaktadır. Bu süre zarfında halkın mekânı kullanması yasaktır. Profesyonel ve kolej stadyumlarının çoğu, bir siteye ve alana hâkim olan ve çevredeki topluluktan ayrı duran devasa binalardır, bu da stadyum ile halk arasında bir kopukluk yaratmaktadır. Bu duruma örnek San Diego, CA'daki Qualcomm Stadyumu'dur. Bu stadyum şehir merkezinin dışında yer almakta ve yüzlerce dönümlük otoparklarla çevrilidir. Bu iki özellik, halktan izole edilmiş tesisler oluşturmakta ve olay olmayan dönemlerde topluma hiçbir fayda sağlamamaktadır (Fischer, 2013). Stadyumların fonksiyonel olmasının yanı sıra erişilebilir olması da önemli hususlardandır. Özellikle kent merkezinin dışında inşa edilen stadyumun kentli ile etkileşim kurabilmesi için altyapı ve ulaşımın düşünülp tasarlanmış olması gerekmektedir.

İnsanları stadyumlara çeken olaylar yıl boyunca sadece birkaç kez meydana gelmekte ve geri kalan zamanlarda halkın erişemeyeceği devasa, cansız bir bina bırakmaktadır. Bununla birlikte, stadyum ve çevresindeki alan, alternatif, kamusal ve özel kullanımlara izin verecek şekilde yeniden tasarlanabilirse, insanlar tesisi etkinliklerin olmadığı günlerde kullanılabilir, bu da topluluk için dinamik, heyecan verici ve faydalı bir ortam yaratır. Konferanslar, iş toplantıları, düğünler, resepsiyonlar, bağış toplama etkinlikleri ve partiler gibi çeşitli etkinlikler bu alanlarda başarılı bir şekilde gerçekleştirilecek programlardır. Üstelik, stadyumun inşasından önce doğru bir şekilde planlanıp tasarlanırsa, lüks sünitler ve basın alanları, daha büyük etkinlikler için kullanılmadığında otel odaları veya ofisler gibi alternatif programlara dönüştürülebilir. Office dA tarafından tasarlanan profesyonel bir kadın futbol stadyumu ve oteli önerisi olan Thunder Stadium, bu açık ve karma kullanım fikirlerini göstermektedir. Stadyumun basın tribünü ve sünitleri, hem etkinlik hem de etkinlik olmayan günlerde kullanılabilir şekilde bir otelle entegre edilerek stadyumun kullanımı artırılmıştır (Fischer, 2013). Genel olarak futbol amaçlı inşa edilen stadyumlar maçtan maça kullanım imkânı bulmakta ve diğer zamanlarda atıl bırakılmaktadır. Özellikle yapılar olan stadyumların inşaatında harcanan kaynakların ve maliyetin hakkını verebilmek adına henüz daha tasarım aşamasındayken stadyumları kentlinin zaman geçireceği rekreasyon alanları olacak şekilde tasarlamak stadyumların yılın her günü yaşayan bir yapıya dönüşmesini sağlayacaktır.

Stadyumlar özellikle spor etkinliklerine ev sahipliği yapmak için tasarlanmıştır. Bu stadyumlar yılda 20 defaya kadar spor etkinlikleri için işgal edilmektedir. Yıl boyunca sadece az sayıda etkinliğe ev sahipliği yapmak için mega yapı binaları inşa etmek yerine, stadyumun fonlarını artırmak için bu yapılar çok amaçlı tasarlanarak diğer etkinliklere ev sahipliği yapılabilir. Mimarideki dönüştürülebilir sistemler, bunu yapma yeteneği verebilir. Bu sistemler, stadyumun işlevinin kongre veya konser salonuna dönüşmesini sağlayabilir (Mohamed & Abu Elfadle, 2013). Stadyumlarda; futbol maçları haricinde başka etkinliklerin yapılması amacıyla çatının açılıp kapanmasını ve saha zemininin hareket etmesini sağlayacak kinetik sistemli yapı teknolojileri kullanılması bu yapılardan verim alınmasını sağlayacaktır. Bir stadyumu dönüştürülebilir teknolojilerin yanı sıra demonte edilebilir şekilde tasarlamak farklı mekân ve işlevde kullanıma özgürlük tanyacaktır. Bu da stadyumları, belirli bir organizasyon ya da sadece futbol maçı amacıyla inşa edilmekten kurtararak yılın her günü kentli ile etkileşim kuran yapılara dönüştürecektir. Ayrıca, yeni bir yapı inşa etmek için harcanan enerji ve kaynak tüketiminin önüne geçilerek küresel iklim değişikliğine neden olan olumsuzlukları azaltacaktır.

Bu çalışma kapsamında incelenmiş olan Vodafone Park'ın sistem odalarındaki, yüksek kalitedeki enerji ve soğutma sistemleri ve benzerlerine göre yıllık yaklaşık 2 milyon kWh enerji tasarrufu sağlayan bir altyapı kullanımı, yıl bazında yaklaşık olarak 1.100 ton sera gazı emisyonunu engellemektedir. Bu miktar; 1000 konutun yıllık toplam elektrik harcamasına ve 740 konutun yıllık elektrik harcaması sonucunda meydana gelen sera gazı miktarına eşittir (URL-38, 2017). İncelenen stadyumlardan Ankara Stadyumu inşaat aşamasında olup Gürsel Aksel Stadyumu'nda da sürdürülebilirliğe dair herhangi bir veriye ulaşılamamıştır. Tüm bu durumlar değerlendirildiğinde stadyum gibi mega yapıların inşaatı sürecinde ve sonrasında kente çevresel ve ekonomik olarak negatif etkileri bulunabileceğinden inşaatı kaçınılmaz olan bu yapılar sosyal anlamda kentlilere pozitif anlamda etkileri olacak şekilde tasarlanmalıdır.

6. Sonuç

Stadyumlar; Türkiye'nin en fazla nüfusuna sahip olan İstanbul, Ankara ve İzmir illerinden seçilmiş olup, kent ve kentlilerin yoğun şekilde etkileşimde bulunabileceği kent merkezlerindeki stadyumlar inceleme kapsamına alınmıştır. İstanbul'dan Vodafone Park, Ankara'dan Ankara Stadyumu, İzmir'den ise Gürsel Aksel Stadyumu örnek olarak incelenmiştir.

İstanbul'daki Vodafone Park Beşiktaş ilçesinde yer almakta olup kentlilerin her açıdan kolay ulaşım sağlayabileceği bir konumda bulunmaktadır. Türkiye'deki stadyumların genelinde olduğu gibi Vodafone Park da

futbol maçları kullanımı için inşa edilmiş olmasının yanı sıra konser ve defilelerin de düzenlenmesine imkân sağlayabilecek tasarıma sahiptir. Ayrıca; restoran, Beşiktaş JK Müzesi, Beşiktaş Mağazası ve Vodafone Mobil Merkezi de stadyumda hizmet veren birimlerdir. Bu işlevlerinin yanı sıra stadyumda fuar, toplantı, davet, düğün gibi etkinlikler düzenlenmektedir.

Ankara Stadyumu alternatif ulaşım imkânına sahip bir konumda bulunmakta olup, yıkılan 19 Mayıs Stadyumu'nun yerine inşası başlanmış ve 2024 yılında açılması planlanmaktadır. Ankara Stadyumu'nun tasarımında yıkılan 19 Mayıs Stadyumu'nda olduğu gibi futbol haricinde spor birimleri bulunmaktadır. Stadyumda muay thai salonu, okçuluk salonu, eskrim salonu, masa tenisi salonu, atıcılık salonu, judo salonu, güreş salonu, dans salonu, karate salonu, tekvando salonu, kick boks salonu, boks salonu bulunmaktadır. Ayrıca, mağazalar ve müze olacak şekilde tasarlanmıştır.

İzmir'deki Gürsel Aksel Stadyumu kentlilerin stadyumla yoğun şekilde etkileşimde bulunabileceği Konak ilçesinde yer almaktadır. Stadyum alanı çevresinde yoğun şekilde konut yerleşimi bulunması nedeniyle kullanım sıklığını artırmak amacıyla çok amaçlı şekilde tasarlanmıştır. Stadyumda futbol maçları haricinde çocuk eğlence merkezleri, yeme-içme alanları, spor müzesi, sergi alanları ve ofis kullanımları mevcuttur. Sadece iç mekân kullanımlarıyla değil stadyumun çatısına düzenlenmiş olan yürüme parkurları ile de kentliye sosyal imkânlar sağlanmaya çalışılmıştır.

Yurt dışındaki ve spor organizasyonlarında kullanılmak için inşa edilmiş stadyum örnekleri incelendiğinde ülkemizdeki stadyum örneklerinin sürdürülebilirlik ve futbol harici kullanımlar açısından gerilerde kaldığı gözlenmektedir. Özellikle etkisini son yıllarda daha çok hissetmeye başladığımız küresel iklim değişikliğiyle birlikte on beş günde bir kullanılan yapıların sürdürülebilirliğinden bahsetmek ne yazık ki mümkün olamamaktadır.

Sosyalleşmeye imkân sağlayan durumların olması, taraftarların stadyumlara gelmelerinde etken olmaktadır (Köseoğlu & Arslan, 2015). Bu çalışma kapsamında incelenmiş olan Vodafone Park, Ankara Stadyumu ve Gürsel Aksel Stadyumu'na futbol maçı harici günlerde de kullanılmak amacıyla bazı birimler eklenmeye çalışılsa da kentlilerin dâhil olması için yeterli olamamaktadır. Hatta ülkemizdeki stadyum yapıları, sadece futbol maçlarını izlemeye gidenlerin maçtan maça kullanım imkânı bulabildiği yapılardan öteye geçememektedir. Bunun yanında, stadyum yapılarıyla etkileşime geçmemiş birçok kentlinin gözünde stadyumlar devasa heykeller olarak algılanmaktan öteye geçememektedir.

Stadyumlar, ölçeği ve işlevleriyle kenti fiziksel, sosyal, kültürel anlamda etkilemektedir. Mimari imgeleri kent peyzajının üstünde önemli güçler sağlarken, mekânsal anlamda kentsel ve kamusal içeriklerinin olması stadyumları kentin önemli yapıları haline getirmektedir. Stadyumların uluslararası etkinliklere de ev sahipliği yapması, ülkenin önem verdiği yönlerini ve mimarisini göstermesi açısından önemli yapılarıdır (Köseoğlu & Arslan, 2015). Özellikle son yıllarda kentlerdeki yapılaşma oranlarının artmasıyla birlikte kentlilerin nefes alabilecekleri, vakit geçirebilecekleri sosyal yaşam alanları azalış göstermektedir. Bu noktada, stadyumlar gibi içerisinde çok fazla işlevi barındırma potansiyeli olan yapıların tasarımları önem kazanmaktadır. Stadyumları sadece belirli günlerde maç oynanan yapılar olmaktan çıkarıp kentlinin sporun yanı sıra sanatsal ve kültürel etkinliklerde bulunacağı rekreasyon alanlarına dönüştürmek stadyumlardan daha fazla yararlanılmasını sağlayacaktır.

Bu makalede; on beş günde bir yapılan futbol karşılaşmalarına ayrılmış stadyumların futbol maçları haricinde de kullanılacak şekilde tasarlanmasına değinilerek, stadyumların hem kentliye daha çok hitap edecek yapılar olmasının hem de sürdürülebilir yapı tasarımının önemi ve gerekliliği ortaya konmuştur.

Kaynaklar

1. **Aksu, A. (2010).** Kent ve stadyum. *Antalya Stadyumunu İstiyor Paneli*, Antalya, Türkiye. Antalya İnş. Müh. Odası.
2. **Atalı, L. & Sertbaş, K. (2014).** Spor tesisleri ve alanlarının deprem sonrası afet hizmetlerine yönelik kullanımı. *Megaron*, 9(1), 14-18.
3. **Bulgurcuoğlu, A., Küçük, V., Kepoğlu, A., Yorulmazlar, M.M. & Özçalı, Ü. (2018).** The effect of physical characteristics of stadium on satisfaction levels of football spectators' age groups. *European Journal of Physical Education and Sport Science*, 4(11), 103-116.

4. **Coleman, D. (2010).** *The modern stadium as an urban epicenter.* Master's Thesis, Cincinnati University, Cincinnati, ABD.
5. **Fischer, D.G. (2013).** *The multi-use stadium: a proposal for the integrated, multi-use programmatic expansion of Nippert Stadium and the University of Cincinnati.* Master's Thesis, Cincinnati University, Cincinnati, ABD.
6. **Kara, S. & Gür, M. (2021).** Timsah Arena/Bursa Büyükşehir Belediye Stadyumu'na planlama kararları ve kullanıcı memnuniyeti çerçevesinden bir bakış. *International Journal of Science, Technology and Design*, 2(2), 107-140.
7. **Köseoğlu, E. & Arslan, N. (2015).** Spor etkinliklerinin mekânın kullanımını değiştirme gücü: Beşiktaş İnönü Stadyumu ve çevresi. *Mimar.ist*, 52, 74-80.
8. **Kramer, K. (2008).** *United stadium: envisioning a truly urban stadium.* Master's Thesis, Virginia Polytechnic Institute and State University, Virginia, ABD.
9. **Kurumak, M. (2019).** *Stadyum tasarımında ulusal/uluslararası standartlara göre seyirci mekânlarının analizi; Konya Büyükşehir Stadyumu örneği.* Master's Thesis, Necmettin Erbakan University, Konya, Türkiye.
10. **Macek, A.J. (2022).** *Stadium survival: adapting stadium sites to urban centers.* Master's Thesis, Maryland University, College Park, ABD.
11. **Mendez, S. (2010).** *Mega-event stadiums as vehicles for urban transformation: an argument for integration.* Master's Thesis, Massachusetts Institute of Technology, Massachusetts, ABD.
12. **Mohamed, M.A.A. & Abu Elfadle, H.E. (2013).** Transformable architecture, a key to improve stadiums & sports buildings. *HBRC*, 1-12.
13. **Santamouris, M. (2016).** Innovating to zero the building sector in Europe: Minimising the energy consumption, eradication of the energy poverty and mitigating the local climate change. *Solar Energy*, 128, 61-94.
14. **Timmers, J.J. (2013).** *Technical feasibility of a demountable floating body for a demountable stadium.* Master's Thesis, Delft Technical University, Delft, Hollanda.
15. **URL-1, 2019,** <https://www.iklimhaber.org/gunes-icin-omuz-omuz/>.
16. **URL-2, 2015,** <https://www.altinsehiradana.com/Makale/kentsel-donusumun-yeni-rant-alani-olarak-antik-yunanlilardan-gunumuze-stadyumlar/845/>.
17. **URL-3, 2023,** <https://tr.wikipedia.org/wiki/Veltins-Arena>.
18. **URL-4, 2016,** https://www.tripadvisor.com.tr/Attraction_Review-g187376-d877784-Reviews-Veltins_Arena-Gelsenkirchen_North_Rhine_Westphalia.html#/media-af/877784/218490481:p/?albumid=-160&type=0&category=-160.
19. **URL-5, 2019,** https://www.tripadvisor.com.tr/Attraction_Review-g187376-d877784-Reviews-Veltins_Arena-Gelsenkirchen_North_Rhine_Westphalia.html#/media-af/877784/386035828:p/?albumid=-160&type=0&category=-160.
20. **URL-6, 2023,** http://www.yapi.com.tr/haberler/gelsenkirschen-schalke-arena-veltins-arena_95339.html.
21. **URL-7, 2013,** <https://forum.donanimhaber.com/veltins-arena--72725313-3#&gid=1&pid=32a5762cc66ff669d94ec21bf2255494-72730010>.
22. **URL-8, 2022,** https://www.tripadvisor.com.tr/Attraction_Review-g187376-d877784-Reviews-Veltins_Arena-Gelsenkirchen_North_Rhine_Westphalia.html#/media-af/877784/639517540:p/?albumid=-160&type=0&category=-160.
23. **URL-9, 2023,** <https://veltins-arena.de/business/firmenevents/tagungen/>.
24. **URL-10, 2023,** <https://veltins-arena.de/events/biathlon-auf-schalke/>.
25. **URL-11, 2019,** https://www.tripadvisor.com.tr/Attraction_Review-g187376-d877784-Reviews-Veltins_Arena-Gelsenkirchen_North_Rhine_Westphalia.html#/media-af/877784/370085367:p/?albumid=-160&type=0&category=-160.
26. **URL-12, 2019,** https://www.tripadvisor.com.tr/Attraction_Review-g187376-d877784-Reviews-Veltins_Arena-Gelsenkirchen_North_Rhine_Westphalia.html#/media-af/877784/367820703:p/?albumid=-160&type=0&category=-160.
27. **URL-13, 2023,** <https://veltins-arena.de/business/firmenevents/weihnachtsfeier/>.
28. **URL-14, 2023,** <https://veltins-arena.de/business/messen/>.
29. **URL-15, 2023,** <https://veltins-arena.de/business/firmenevents/>.

30. URL-16, 2021, <https://www.arkitera.com/haber/katarda-nakliye-konteynerlerinden-olusan-demonte-stadyumun-yapimi-tamamlandi/>.
31. URL-17, 2022, https://www.ntv.com.tr/sporskor/katar-konteynerden-yapilan-stat-974u-tunusa-hediye ediyor, loPdCjf7_EyYH6pxVyQYiQ.
32. URL-18, 2023, <https://www.gzt.com/zpor/katar-dunya-kupasindaki-konteynerleri-turkiyeye-gonderiyor-3712148>.
33. URL-19, 2023, https://bjk.com.tr/en/vodafone_arena/.
34. URL-20, 2023, https://tr.wikipedia.org/wiki/Vodafone_Park.
35. URL-21, 2023, <https://www.arkiv.com.tr/proje/vodafone-arena/6880>.
36. URL-22, 2018, <https://www.sporx.com/futbol/ekstra/vodafone-park-shakira-konserine-hazirSXGLQ34987SXQ#sira7>.
37. URL-23, 2019, <https://www.diyaloggazetesi.com/magazin/istanbul-moda-akademisi-ogrencileri-dev-bir-defile-organizasyonuna-h71100.html>.
38. URL-24, 2023, <https://www.divan.com.tr/toplanti-davet/divan-vodafone-park-etkinlik-alanlari>.
39. URL-25, 2019, <http://www.netmimarlik.com/projeler/divan-besiktas-vodafone-arena>.
40. URL-26, 2020, <https://vodafonepark.com.tr/besiktas-jk-muzesi.html>.
41. URL-27, 2023, <https://dugunbuketi.com/fiyati/divan-vodafone-park-davet-besiktas-istanbul#&gid=1&pid=19>.
42. URL-28, 2023, <https://www.ledeca.com/tr/vodafone-canopy-led-ekran-projesi-r369>.
43. URL- 29, 2019, http://www.kyyd.org.tr/file/2019/09/TUMKAF19_dijital.pdf.
44. URL-30, 2021, <https://www.google.com/maps/place/Vodafone+Park/@41.0393954,28.9941087,3a,75y,90t/data=!3m8!1e2!3m6!1sAF1QipOnmIS86xYLtltcuK9Huen2XVy-LPVf0iucyXq3!2e10!3e12!6shhttps:%2F%2Fh5.googleusercontent.com%2Fp%2FAF1QipOnmIS86xYLtltcuK9Huen2XVy-LPVf0iucyXq3%3Dw203-h114-k-no!7i4608!8i2592!4m7!3m6!1s0x14cab776f9715eeb:0x2cef984e492e1bd8!8m2!3d41.0393341!4d28.9945182!10e5!16s%2Fg%2F12qbgrijq1>.
45. URL-31, 2023, <https://www.anadolugazete.com.tr/spor/baskan-koca-yeni-19-mayis-stadi-insaat-alanini-gezdi-109086h.htm>.
46. URL-32, 2018, <http://bkaarchitecture.com/projects-item/ankara-stadium/>.
47. URL-33, 2022, <https://www.milligazete.com.tr/haber/11198357/ihale-yine-tanidiga-gitti-ankarada-45000-kisilik-stadi-onlar-yapacak>.
48. URL-34, 2021, <https://www.raf.com.tr/goztepe-gursel-aksel-stadyumu/>.
49. URL-35, 2023, https://tr.wikipedia.org/wiki/G%C3%BCrsel_Aksel_Stadyumu.
50. URL- 36, 2023, <https://www.goztepe.org.tr/Kulup/Gursel-Aksel-Spor-Ve-Saglikli-Yasam-Merkezi#image-gallery-4>.
51. URL-37, 2021, <https://www.arkitera.com/proje/goztepe-gursel-aksel-stadyumu/>.
52. URL-38, 2017, <https://www.aa.com.tr/tr/sirkethaberleri/bilisim/vodafone-surdurulebilirlikte-55-milyon-lira-tasarruf/635848>.
53. Yalçınkaya, Ş. & Sofuoğlu, Ü. (2022). Yok olan spor yapılarının ardından kentte yıkma eylemi ve bellek: Trabzon örneği. *Planlama*, 32(1), 143-161.

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE VISUAL IMAGES OF TRADITIONAL MOSQUES OVER MODERN MOSQUES

Esma Kişmiroğlu¹, Serhat Anıktar²

¹ Institute of Postgraduate Education, Istanbul Sabahattin Zaim University, Istanbul Turkey

² Department of Architecture, Istanbul Sabahattin Zaim University, Istanbul Turkey

Abstract

Every civilization produces places that match the life model in its own content. In this context, Islamic Civilization has also built mosques as temples within its own structure. The formation and development of mosque architecture has taken shape by adding some visual images to its architecture with the principles of Islamic Civilization. These images are almost identified with mosque architecture and have been interpreted and included in mosques built all over the world. With the influence of developments in the construction industry and modern architecture, different searches have occurred in mosque architecture. While some of the mosques built in this way are a repetition or a bad imitation of the traditional, some have been transformed to avoid this repetition and have become foreign architectures that are incompatible with the civilization they belong to. Both situations have negative effects on the mosque architecture and led to the reproduction of them of kitsch designs. This study was carried out to read the architecture of the mosques produced with the interpretation of traditional mosque architecture, rather than repetition in different geographies of the world, and in order to question whether they meet the expectation of mosque architecture. In this context, a survey technique was applied to a population of 100 people, 32% of whom were architects and 96% were Muslims. The data obtained from the survey results were analyzed and evaluated in the SPSS program. Thus, the place and importance of the architectural images of traditional mosques in mosque architecture, the existence of these images in modern mosques, and the meanings of traditional-modern lines in mosques have been examined. It is thought that this study, which was prepared by using a questionnaire about 22 modern mosques selected from different geographies of the world, will contribute to the development of mosque architecture without repetition and losing its identity.

Key words: Mosque, traditional mosque, modern mosque, visual perception

1. Introduction

When considering Islamic architecture, undoubtedly the first building group that comes to mind is mosques. Just like the cathedrals of Medieval Europe, the shopping malls and skyscrapers of Modernity, Islamic Civilization has been identified with mosque structures. The fact that mosques were built in places that dominate the topography and silhouette in Islamic cities or in areas that are valued by the society of that civilization is due to the fact that mosques are the symbolic structure of Islamic Civilization (Ökten, 2012). Both the fact that it was built with complexes that functionally center the daily actions of individuals belonging to the concept of Islamic civilization, and the fact that it formally reflects the values of civilization, is one of the proofs that this building group is the symbolic structure of Islamic civilization.

Mosques have developed by successfully reflecting the values of the civilization of which they are a symbol. In this context, it is possible to read the values of the concept of Islamic civilization in all visual images of mosque architecture. The embodiment of these visual images in the architecture of the mosque, their formation, has always been due to the presence of these principles behind it. Thus, every mosque built regardless of climate and geography, all over the world, contains certain architectural images. With these images from the exterior to the interior, it is understood whether a building is a mosque or not. Therefore, besides their functions, these architectural images add identity to mosque architecture with their formation and even their positioning in the city.

*Sorumlu Yazar (Corresponding Author):

Esma Kişmiroğlu; Department of Architecture, Istanbul Sabahattin Zaim University, Istanbul Turkey

Geliş (Received) : 21.02.2023

Kabul (Accepted) : 11.07.2023

Basım (Published) : 31.07.2023

In to envision of Islamic Civilization, which includes the concept of “presence” as a whole, although its main function is worship, mosques are positioned at the center of social complexes that take place in life and include functions such as health, education, social and trade. These complexes, on the other hand, were located in the center of the city and formed a kind of meeting places. However, the lifestyle that has changed over time has also changed the growth factors of cities, and in parallel, the location of mosques in the city has also turned into compared to the past. The mosques of the cities that have been transformed over time have inevitably begun to change.

The technology that has developed from the past to the present has also affected the construction industry, in addition to the ease of construction, opportunities such as an increased range of materials have also been acted on the shape of buildings. In this way, new searches have occurred in the formation of the structural elements of mosque architecture. According to Cansever's (2005) evaluation of mosque architecture in Turkey, when the modernist Turkish architecture of the Republic excluded mosque architecture, mosque architecture emerged spontaneously based on this need in society. However, when this anonymous production in the modernist era was not applied according to norms of the Islamic civilization conception as in the past, an architecture emerged that turned into “kitch” production. Thus, the mission of conveying the meaning of mosque architecture has been reduced to schemas and loaded into the form patterns of the past. With this reverse sensitivity, while the relationship with the past was brought to the fore, a false continuity was created by reducing it to certain patterns. On the other hand, in Turkey and in the world, apart from such a repetition architecture, modern mosques are also being built for the purpose of making original mosques. Since making a building that is the product of a 1400-year-old civilization will not be independent of that civilization, some formations are made in order to preserve the identity of the building. While doing this, the fine line of not imitating while avoiding repetition should be preserved. Because, when the original architecture in the past period is built again in the same way despite the developing conditions and situations, users will experience boredom and dissatisfaction. In this study, it was examined whether modern mosques created with an approach rather than a repetition contain imitations and whether they contain inconsistencies due to an element belonging to a different civilization that it has.

In this study, examples of contemporary mosque architecture created within the scope of modern architecture were research and examined in the context of images (mihrab, minaret, dome etc.) of traditional mosque architecture. By choosing examples from contemporary mosques built around the world and examining their visual images, the similarities and differences with traditional mosques were revealed by the users. For this purpose, in the study, user opinions were taken using the survey technique and visual effect of contemporary mosques were viewed.

With the search for forms in modern mosque architecture, mosques have begun to be built in forms that are very different from the traditional line. However, these forms sometimes prevent the perception of mosques in the buildings. Yet, experiences are used in the perception of every work of art like mosques. In the dictionary of psychology, perception is defined as a subjective experience, while it is stated that it can change depending on a person's experiences, beliefs, needs, internal and external factors affecting attention. In the formation of the mosque perception, in addition to personal memory and experiences, social memory created by cultural accumulation is also effective. In this context, it is important to comparatively read the traditional mosque images in people's memory over modern mosques and to analyze how close modern mosques can be to the mosque image in people's memory through a survey study. Care was taken to include people of all ages, genders, educational backgrounds and professions in the survey. It is thought that this study will create a data in new mosque designs.

2. Literature Review

2.1. The Process of Development of Mosque Architecture

The most important function of mosques in Islamic civilization is to be places where prayer is performed collectively (Burckhardt, 2009). While prayer is one of the most important worships in Islamic sources, the criteria for the place of worship are not found in the Qur'an, the main source of Islam. However, according to the practices of the Prophet Muhammad (pbuh), the other main source of Islam, and the fact that the prophet built and used his Message, members of Islamic civilization shaped the mosques they built. In this respect, based on Hz. Muhammad's (pbuh) Masjid, one can talk about a development in mosque architecture. This development was reflected in the architectural images both inside and outside the mosque. In addition

to the obligatory elements required by the actions performed in the use of places of worship, mosques were created in Islamic civilization with forms reflecting civilization.

The mosques built within the body of Islamic Civilization were built by the Prophet of Islam and developed with the reference of Masjid an-Nabawi, which he personally participated in the construction. In Arabic, the word "Nabawi" means "belonging to the prophet" and "Masjid an-Nabawi" means the Prophet's Mosque (Salimi, 2013). Just like the life of the Prophet, which is the second main source of Islamic resources, his mosque was the first starting point of the later mosques, and moreover, it was the biggest source.

Considering the importance of performing the prayer in the first line (in the row) in Islam, it is thought that the rectangular plan of the sanctuary is preferred in order to make room for those who want to perform their prayers in the first place, regardless of race or rank. Thus, in Muslim mosques, in contrast to the longitudinally located surfaces of Christian basilicas, a plan has been formed that will be from the depth to the height that will allow you to keep the first lines crowded (Stierlin, 2008). Masjid an-Nabawi (Fig.1) was built from date palm logs with a plan that developed as longitudinally as possible, and the upper part of the sanctuary was covered with palm branches to provide shade (Ateş, 1994).

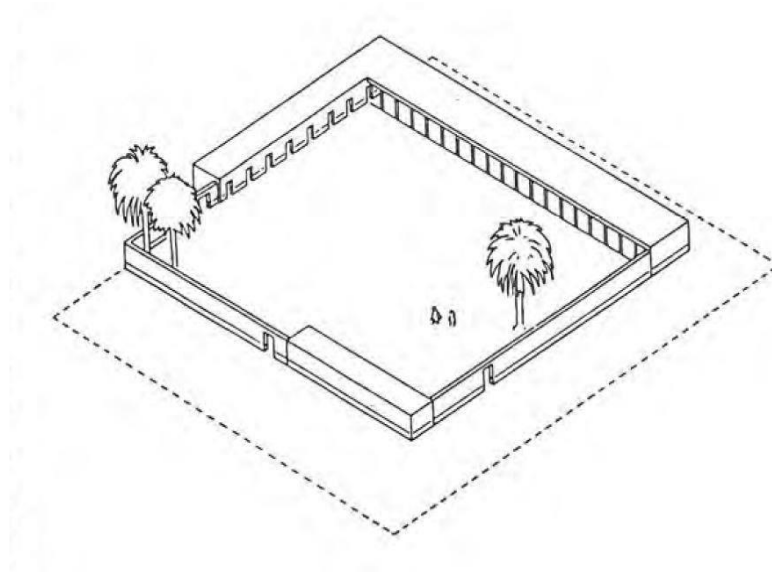


Fig. 1. The First Status of Masjid an-Nabawi (Hillenbrand, 2013)

The rooms of the wives of the Prophet of Islam (pbuh) were located in the southeastern part of the courtyard of the Masjid an-Nabawi, and the suffa, which belonged to the poor Muslims who made science, was located in the southern side (Dündar, 2018). By turning the qibla from Masjid al-Aqsa towards the Kaaba, the Harim section was taken from north to south, and the suffa section from south to North (Ateş, 1994). In addition, there was a well in the middle of the courtyard of the Prophet's Mosque for Muslims to perform ablution and meet their water needs when necessary (Dündar, 2018).

A place called "Mi'zene-Minaret" was built for Bilal Habashi, who was in charge of reciting the Azan at the back of the Masjid an-Nabawi (Fatih, 2011). This section was made as a high place so that the sound of the Azan could reach more places, and it was used as a place where all muezzins read the Azan.

In the interior architecture of the Masjid an-Nabawi, a symbolically placed stone on the qibla wall and the palm stump on which the Prophet leaned while reciting the sermon draw attention. As the congregation grew over time, a stepped platform was built in order to establish eye contact with the congregation, and the Prophet went to this platform and preached (Akbulut, 2017).

Masjid an-Nabawi, beyond its mere function of worship, had an importance such as being a center of education, gathering and meeting. After the Prophet (pbuh), the mosque in question was enlarged during the Caliph Omar period and continued to be the place where decisions about the state were taken and consultations were held (Akbulut, 2017).

The need to build mosques all over the world arose in the Islamic geography that grew with the conquests. Mosque constructions, which started in the Arab geography in the first place, always carried traces of the main formations of Masjid an-Nabawi. These traces are seen in Damascus Umayyad Mosque, Qibla Masjid, Cordoba Mosque, Samara Ulu Mosque, Kufe Mosque, Ibn Tolun Mosque, Cairo El Azhar Mosque and El Hakim Mosques, which were built in different geographies in different periods and accepted as a touchstone in the development of mosques by architectural historians. The plans of these mosques are shaped by their rectangular courtyards surrounded by porticoes, and the courtyards' harem with mihrab and minbar in the direction of the Qibla. In later periods, similar lines are found in all the great mosques in Anatolia. In addition, complexes have been formed with the spatial planning of the Masjid an-Nabawi, which includes functions such as education, social, management, and gathering (Fig. 2). The mosque architecture, which is in constant development with the inspiration taken from the Masjid an-Nabawi, has created certain architectural images over time and has determined the identity of the mosque architecture with these images.



Fig. 2. The Present Status of Masjid an-Nabawi (URL-1, 2022)

2.2. Visual Images of Traditional Mosques

All the visual arts of the mosque are nothing more than a plastic expression of the main goal of the Islamic faith; in this context, all the arts of Islam take people to the mosque and the mosque to worship (Garaudy, 2019). Mosques, which are the symbolic structures of Islamic Civilization, have developed with their monumental architecture and visual images included in the interior and exterior space according to the use of the Prophet's Mosque. While the exterior contains images such as a courtyard, ablution fountain, and minaret, sections such as the latecomers' portico, mihrab, and minbar have been added in the interior. The mosque architecture, which has been shaped in a monumental framework as the symbolic structure of Islam in the all Islamic geography, has developed by adding these visual images to the mosque typology. In this context, it is possible to see different interpretations of the same visual images in different Islamic geographies. In fact, the presence of Muslims in a city is noticed from mosques, and mosques by having visual images such as domes and minarets. Today, minarets are included in the formation of mosque architecture due to their symbolic meaning and value rather than their functional features.

Mihrab: The direction of the Muslim community in prayers is towards the Kaaba, which is accepted as the first mosque of the world in the Islamic Civilization Conception. In this way, all mosques are oriented towards the Kaaba, and there is a 'mihrab' section in their interiors that points this direction. This section has passed into the mosque architecture of Islamic Civilization as a niche on the qibla walls of mosques for the imam to stand while leading the prayer (Hasol, 2008). Islamic architecture applied the mihrab element for the first time in the renovation made in Masjid an-Nabawi. Muhammad (pbuh) led the prayer- for the purpose

of honoring – was carried outwards and reflected on the form of the structure, creating a niche for the mihrab (Grabar, 1987). After that, a mihrab was added to every mosque built as a sign of worship in this mosque, as the Prophet Muhammad worship. Different mihrab examples from different geographies are shown in figure 3.



Fig. 3. (Left) Sultan Hassan Mosque / Egypt (URL-2, 2022), (Middle) Great Mosque of Cordoba / Spain (URL-3, 2022), (Right) Esrefoglu Mosque / Konya (Tugba Yeşil)

Minbar: The minbar, located just to the right of the mihrab in the mosque, is the high part where the sermon is read on Friday and Eid prayers (Sülün, 2020). The minbar, has taken its place in Islamic mosques by being inspired by the Masjid an-Nabawi, just like the mihrab, and by interpreting the step-chair tradition that the prophet used while addressing the believers (Burckhardt, 2009). In the minbar shaped according to this interpretation, the orator does not go up to the top step of the minbar. Because the highest step contains a symbolic meaning left to the personal spirituality of the Prophet Muhammad (phub) (Duman, 2015). Different minbar examples from different geographies are shown in figure 4.



Fig. 4. (Left) Bezmialem Valide Sultan Mosque / Istanbul (URL-4, 2022), (Right) Kılıç Ali Pasa Mosque / Istanbul (Esmâ Kışmıroğlu)

Minaret: Muslims show great significance to the worship of prayer, which is of great importance in the conception of Islamic Civilization. In this condition, the prayer times performed at certain times are important and ‘minaret’ is added to mosques as an addition venue to inform of these times and to call Muslims to prayer with the congregation. Minarets, which are structures such as tall towers next to mosques, visually affect the city skyline with their shapes, while they also show the Islamic presence in the city audibly by reading the five times azan in a day. Different minaret examples from different geographies are shown in figure 5.



Fig. 5. (Left) Üç Şerefeli Mosque/ Edirne (URL-5, 2022), (Middle) Hasan II Mosque / Morocco (URL-6, 2022), (Right) The Umayyad Mosque / Damascus (URL-7, 2022)

Dome: The building cover, which is shaped like a sphere cap, hemisphere or a globular cupola; It is the cover formed by the rotation of an arch around the vertical descending from the apex of its arc (Hasol, 2008). When domes, which are classified separately according to their geometric shapes, load-bearing properties and materials (Altın, 2010) are used as symbolic images in the history of architecture, it is seen that the perception of the dome in the exterior is often not reflected in the interior. However, it is seen that the perception of the dome in Ottoman buildings dominates the interior as well as the exterior (Kuban, 2007).

The dome cover, which allows the congregation to gather in a single volume in mosques (Ülken, 1948) which are the symbolic structures of Islam, also contributed to the development of central planning in mosque architecture. The central plan type is important in shaping mosques as "spiritual (unmediated) architecture", the symbolic structure of Islam, which rejects all kinds of intermediation between "ALLAH" (God) and human (Garaudy, 2019). Different domed mosques examples from different geographies are shown in figure 6.



Fig. 6. (Left) The Dome of the Rock / Jerusalem¹ (Yasir Gürbüz), (Middle) New Mosque and Nuru Osmaniye Mosque / Istanbul (Cansever, 2005), (Right) Sheikh Lotf Allah Mosque / Iran (URL-8, 2022)

For domes used with different interpretations in different geographies, Necipoğlu; In his study on the Sinan Mosques of the Ottoman Empire, he gave the dome size as an "adab code". Accordingly, the largest dome diameters above 20 meters are available in mosques in Istanbul and Edirne built by members of the Ottoman dynasty (Necipoğlu, 2013).

Courtyard: The courtyard, which is defined as a closed, open-top area in the middle of a structure or group of structures (Hasol, 2008) existed before the minbar and mihrab images were fully developed in Masjid an-Nabawi, the starting point of mosque architecture. Hz. Muhammad's house, covered with an adobe wall, opened into a courtyard that was located the Masjid an-Nabawi (Cansever, 2005).

Courtyards, which are used as a kind of preparation place in mosques, are semi-open areas where prayers are also held when the crowded congregation during Friday and Eid prayers cannot fit into the interior of the mosque (Duyşak, 2000). In addition, the fountain places where ablution is taken, which is an application

¹ The Dome of the Rock, although referred to as a "place of visit" in some sources, is also referred to as a mosque in terms of function as Friday prayers are held inside.

belonging to the preparation stage for prayer, are mostly located in the courtyards. Different courtyard mosques examples from different geographies are shown in figure 7.



Fig. 7. (Left) Selimiye Mosque / Edirne (URL-5, 2022), (Right) Ahmad İbn Tulun Mosque / Egypt (Hattstein & Delius, 2004).

Latecomers Portico: It is the part between the courtyard and the entrance door of the mosque that is roofed in but can open on the sides. The latecomers portico, which is used with a portico in traditional mosque architecture, also has the function of protecting those who are late for prayer or those who go outside during peak times of the mosque, from adverse outdoor conditions. Latecomers portico examples from different geographies are shown in figure 8.

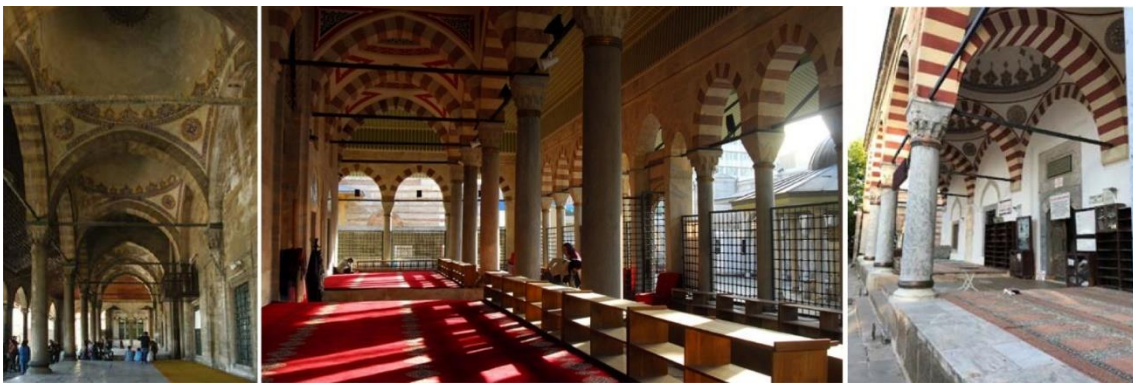


Fig. 8. (Left) Üsküdar Mihrimah Sultan Mosque / İstanbul (Cansever, 2005), (Middle) Eskişehir Kurşunlu Mosque / Eskişehir (Esmâ Kışmıroğlu), (Right) Kılıç Ali Paşa Mosque (URL-10, 2022)

3. Methods

Due to their symbolic significance within civilizations, mosques possess architectural visual images that reflect the values of Islamic civilization. While these visual images, as described in the previous section, may exhibit variations based on regional interpretations, they can be observed in mosques worldwide.

Just as the interpretation of these images varies due to cultural differences in different regions, changes in living conditions over time have also resulted in specific formal differences in mosque architecture. Specifically, the influence of modernity on a global scale, impacting people's capabilities and lifestyles, has led to changes in mosques, similar to other structures. These changes, stemming from new aspirations and gradually deviating from traditional norms, have occasionally given rise to entirely different forms and shapes in mosques. At times, these new forms adhere to a specific style, while at other times they venture outside established conventions. This situation can impede the accurate interpretation of the building and cast doubt on its identity.

The objective of this study is to examine the evolving mosque architecture influenced by modern architectural trends. This examination will be conducted through the analysis of visual images that reflect the historical and cultural context of the mosques. An attempt has been made to analyze these crucial visual images, which contribute to the identity of mosques, based on their presence or absence in mosques and their

perceptibility. This analysis was carried out through a survey involving 100 individuals residing in Turkey, where examples of mosques exist both before and after the influence of modernity. The choice of 100 participants was important to obtain more clear data for comparison, interpretation, and a representative understanding of the findings.

The questionnaire includes questions that will reveal how the newly formed mosque architecture is read from the eyes of the users through the formation of 22 different mosques, shown in Tables 1 and 2. In this regard, it has been tried to reveal whether the traditional mosque architecture includes traditional images and the effects on the user, through the mosque samples selected with a participant ratio of 32% architects/interior architects.

The questionnaire consists of three parts. In the first section, users were inquired to specify the demographic information and the three concepts that come to mind when it comes to mosque architecture. In the section where there are visual questions, there are questions about 22 examples of mosques (Table 1- 2) built in the world under the influence of modern architecture in the last century. By sharing several images belonging to each mosque, the first series of questions was made up on the readability of architectural images in traditional mosque architecture on the existing mosque. The other visual question series is based on adjective trilogies. Thus, the participants were provided to evaluated with a trilogy of positive, negative, neutral adjectives on the architecture of each mosque. For the survey, examples of mosques, in which an effort to bring an interpretation to the traditional, by avoiding the repetition of Traditional Mosque architecture, under the influence of modern architecture, were chosen.

Table 1. The list of Mosques Numbered 1-12, Presented in the Survey with the Numbering Method























 1-TBMM Mosque 1989/Turkey (Behruz Çinici)	 2-Sancaklar Mosque 2013/Turkey (Emre Arolat)	
 3-Derinkuyu Mosque 1989/Turkey (Hakkı Atamulu)	 4-Cologne Central Mosque 2017/Germany (Paul Böhm)	 5-Kınaltıda Mosque 1964/Turkey (Turhan Uyaroğlu, Başar Acarlı)
 6-Buttim Mosque 1996/Turkey (Şahin Koçak, Erdal Sorgucu)	 7-Mohammad Rasul-Allah Mosque 2016/Iranian (Paya Payrang Architectural Group)	 8-Şakirin Mosque 2009/Turkey (Hüseyin Tayla)
 9-Marmara University Faculty of Theology Mosque 2015/Turkey (İlmi Şenalp)	 10-AI-Irsyad Mosque 2010 / Indonesia (Urbane)	
 11-Akçakoca Central Mosque 2004/Turkey (Ergün Subaşı)	 12-Ljubljana Mosque 2020/Slovenia (Bevk Perovič Arhitekti)	

Table 2. The list of Mosques Numbered 13-22, Presented in the Survey with the Numbering Method

 <p>13-Yaşamkent Mosque 2015/Turkey (A Architectural Design)</p>	 <p>14-Mogan Lake Mosque 2006/Turkey (Hilmi Güner)</p>
 <p>15-AI-İkhlâs (Honeycomb) Mosque 2020/Indonesia (Andyrahman Architect)</p>	 <p>16-Abdul Rahman Daing Mosque 2019/Malaysia (Razin Architects)</p>
 <p>17-AI-Ansar Mosque 2015/Singapore (ONG&ONG Pte Ltd)</p>	 <p>18-Hikma Mosque 2018/Niger (Atelier Masomi, Studio Chahar)</p>
 <p>19-Punchbowl Mosque 2017/Australia (Candalepas Associates)</p>	 <p>20-Qasr Al Hosn:AI Musallah Mosque 2019/ United Arab Emirates(CEBRA)</p>
 <p>21-Amir Shakib Arslan Mosque 2016/Lebanon (LEFT Architects)</p>	 <p>22-AI-Islah Mosque 2015/Singapore (Formwerkz Architects)</p>

There are comparative questions in the last part of the questionnaire. Accordingly, among the 22 mosques in the list, the participants preferred the architecture of mosques that they liked the most and not like. In the last part, the participants preferred the mosques that they found closest and farthest to the traditional mosque. Thus, the visual effects of the most liked or disliked mosques will be questioned through their relations with traditional mosques.

The demographic findings of the questionnaire applied to 100 people within the scope of the study are given in Table 3. While 59% of these 100 people are between the ages of 26-40, 64% are women and 36% are men. 89% of the participants have undergraduate and postgraduate education, and 32% of them are architects and interior architects (Table 3).

Table 3. Findings of the Questions Regarding the Demographic Structure of the Survey

Education	Percent	Profession	Percent	Age	Percent	Religion	Percent
Primary School	1%	Official	4%	0-18	1%	Muslim	96%
High School	7%	Worker	5%	19-25	16%	Deist	2%
Associate Degree	3%	Retiree	5%	26-40	59%	Ateist	1%
Bachelors Degree	55%	Self Employment	6%	41-60	20%	Other	1%
Post-Graduate	34%	Academician	7%	61-up	4%		
		Student	7%				
		Architect	32%				
		Other	34%				
				Gender	Percent		
				Female	64%		
				Male	36%		

The participants were asked "What are the 3 concepts that first come to mind when you think of mosque architecture?" in the question of 64% minaret, 58% dome, 12% minbar, 11% mihrab and 11% courtyard answers were taken. These concepts are the most compatible concepts with the mosque architecture for the participants. The participants mostly listed the concepts related to the interior and exterior architectural images of mosques, and the minaret element was preferred more than the dome. Apart from architectural images, abstract concepts such as 5% peace, 4% Decency, 3% spirituality, 1% spirituality are also among the answers to this question. In addition, the answers of 7% of the participants to Architect Sinan, 4% Ottoman, 3% Sultanahmet Mosque, 2% Suleymaniye Mosque and 1% Selimiye Mosque were also observed as an indicator of the tendency of the mosque image to traditional mosques.

The answers of the participants in the questionnaire were analyzed in the SPSS program. The fact that the number of participants was 100 people caused the frequency and percentage ratio values in the SPSS program to be equal. Accordingly, the findings about the presence of architectural images in the preferred mosque samples in the visual questions section of the survey are shown in Table 4. According to the findings in Table 4, the most perceived architectural images of the mosques in the survey were the minaret, mihrab, minbar/lectern, dome, courtyard and finally the latecomers' portico, respectively. This situation also shows that as an architectural element, architects also use the minaret the most among the images belonging to traditional mosques.

4. Findings

According to the survey results, some of the visual images present in traditional mosque architecture are absent in some mosques. In these mosques, there are some that have visual images asked in the survey but cannot be perceived by the participants, and there are also mosques where the architect does not use this visual element. Thus, while the traditional visual images in question are not present in some mosques, some of the existing ones cannot be read. For example, according to the survey results, the minaret element is not perceived in the TBMM, Sancaklar, Punchbowl, Qasr Al Hosn and Al Musallah Mosques. Whereas, the minaret element was not used in the TBMM Mosque and Punchbowl mosques, while the formations of the minaret were used in the Sancaklar, Qasr Al Hosn and Al Musallah Mosques. However, mosques have had difficulties in reflecting the images of traditional mosques in the modern line they dominate. The same is true for the mihrab. The mihrab was not made as a niche only in the mosque numbered 19. But according to the results of the survey 1, 2, 10, 15, 18, 20, 21, 22 the mihrab niches that exist in numbered mosques are not perceived by the participants. Again, it was thought that this situation was caused by the fact that the mihrab element, which settled in the minds with a traditional image within the modern concept that dominates mosques, was not presented with the correct interpretation (Table 4).

Looking at the findings on the existence of architectural images it is seen that mosques number of 8 and 9 contain all the traditional images of mosque architecture and are perceived successfully.

Table 4. Statistical Data on the Architectural Images of Mosque Samples

Mosque	Dome		Minaret		Latecomers's Portico		Courtyard		Mihrab		Minbar	
	Frequency	Mean	Frequency	Mean	Frequency	Mean	Frequency	Mean	Frequency	Mean	Frequency	Mean
1	50	1.50	6	1.94	46	1.54	79	1.21	39	1.61	44	1.56
2	13	1.87	39	1.61	25	1.75	26	1.74	42	1.58	55	1.45
3	7	1.93	85	1.15	27	1.73	22	1.78	82	1.18	83	1.17
4	88	1.12	84	1.16	47	1.53	19	1.81	90	1.10	92	1.08
5	44	1.56	82	1.18	22	1.78	11	1.89	85	1.15	83	1.17
6	41	1.59	67	1.33	74	1.26	55	1.45	83	1.17	86	1.14
7	84	1.16	69	1.31	36	1.64	26	1.74	71	1.29	39	1.61
8	98	1.02	94	1.06	78	1.22	90	1.10	81	1.19	85	1.15
9	100	0.00	97	1.03	77	1.23	80	1.20	95	1.05	94	1.06
10	8	1.92	85	1.15	10	1.09	26	1.74	23	1.77	21	1.19
11	76	1.24	96	1.04	57	1.43	40	1.60	90	1.10	91	1.09
12	34	1.66	94	1.06	35	1.65	47	1.53	58	1.42	57	1.43
13	79	1.21	80	1.02	35	1.65	30	1.70	73	1.27	68	1.32
14	8	1.92	54	1.46	31	1.69	26	1.74	76	1.24	71	1.29
15	4	1.96	50	1.05	14	1.86	10	1.90	25	1.75	11	1.89
16	10	1.90	55	1.45	57	1.43	54	1.46	58	1.42	38	1.62
17	78	1.22	71	1.29	33	1.67	22	1.78	76	1.24	33	1.67
18	32	1.68	64	1.36	34	1.66	47	1.53	39	1.61	33	1.67
19	77	1.23	11	1.89	39	1.61	56	1.44	21	1.79	14	1.86
20	15	1.85	28	1.72	13	1.87	15	1.85	18	1.82	8	1.92
21	19	1.81	53	1.47	40	1.06	50	1.50	42	1.58	19	1.81
22	36	1.64	51	1.49	48	1.52	46	1.54	31	1.69	18	1.82

In Table 4, besides the frequency value showing the frequency of finding the architectural element, average values are also given. According to this, values below the mean of 1.5 were painted. These values show the mosques that are believed to have the architectural element asked in the survey. Accordingly, the most frequently used architectural images in mosques were the minaret, mihrab, dome, courtyard, and latecomers' portico. While mosques 8 and 9 contain all architectural images, mosque number 20 does not contain any traditional images. In addition, at least four of the selected architectural images were read in the mosques numbered 4,6,11,13,16. But only one of the selected architectural images was read in the mosques 1,2,15,18, 21 and 22.

In the second question series of the visual part of the questionnaire, which is the adjective scoring part, the participants were asked to score the preferred mosque samples according to the opposite adjective triad of positive, neutral and negative adjectives. The findings of this section are indicated in Table 5 by giving frequency values. The questionnaire was created by giving the participants 1 point for positive adjectives, 2 points for neutral adjectives, and 3 points for negative ones. Values where the frequency value is above 50 show above 50% and are expressed by coloring in the table. Accordingly, positive adjective pairs over 50 are colored blue, and negative adjective pairs over 50 are colored orange. In this context, when the table is examined, it is seen that the mosques numbered 4 and 9 have passed the 50% threshold in all positive adjectives. The frequency values of the positive adjectives belonging to the mosque number of 4 are higher than the mosque number 9. After the mosque number 4 and 9, the mosques with the most positive adjectives are the 8 and 11 mosques, followed by the 12 and 13 mosques. Mosques in which the most negative adjectives are preferred are mosque number 20, followed by mosque number 2. In mosque number 20, 11 of 14 adjective indexes were evaluated negatively, and in mosque number 2, 4 of them were evaluated negatively (Table 5).

Table 5. Frequency Values of the Classification of Mosque Samples According to Adjective Sequences

Adjectives	Frequencies Values																					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Magnificent	18	30	15	78	6	16	17	62	72	15	62	35	28	6	15	38	17	35	24	22	12	29
Neither	51	24	49	17	40	54	43	31	26	28	28	37	60	17	40	47	53	30	55	36	33	42
Plain	31	46	36	5	54	30	40	7	2	47	10	28	12	77	45	15	30	35	21	42	55	29
Spacious	39	21	19	88	10	30	15	74	85	24	63	60	52	38	12	46	27	25	29	14	30	24
Neither	39	23	51	11	40	51	41	19	14	37	29	27	38	37	48	40	53	41	41	33	44	39
Gloomy	22	56	30	1	50	19	44	7	1	39	8	13	10	25	40	14	20	34	30	53	26	37
Inviting	29	26	22	79	12	21	32	48	72	13	55	28	35	21	13	32	11	38	24	22	28	14
Neither	41	35	51	17	63	55	43	41	24	36	29	49	50	38	36	51	61	37	35	30	47	46
Repulsive	30	39	27	4	25	24	25	11	4	51	16	23	15	41	51	17	28	25	41	48	25	40
Transparent	22	16	14	82	6	25	15	60	69	13	52	51	50	22	11	36	16	18	12	7	22	18
Neither	46	24	50	15	48	55	46	33	29	37	34	32	40	43	46	41	55	34	44	27	46	43
Covered	32	60	36	3	46	20	39	7	2	50	14	17	10	35	43	23	29	48	44	66	32	39
Collective	24	20	21	64	16	26	19	45	64	17	46	33	25	16	15	26	20	33	27	13	31	16
Neither	50	37	45	29	58	46	52	42	24	36	37	37	52	38	44	50	53	35	40	28	42	50
Individual	26	43	34	7	26	28	29	13	12	47	17	30	23	46	41	24	27	32	33	59	27	34
Easily Detectable	23	19	42	71	38	45	35	72	78	13	58	34	43	31	16	32	27	33	21	13	19	17
Neither	39	28	34	25	39	37	37	20	20	27	26	42	45	40	34	40	47	37	33	20	45	36
Complicated	38	53	24	4	23	18	28	8	2	60	16	24	12	29	50	28	26	30	46	67	36	47
Aesthetic	40	42	24	72	18	20	36	41	66	20	41	30	28	28	14	29	14	46	19	30	33	14
Neither	39	33	37	21	48	46	39	41	28	32	33	38	51	29	35	48	51	27	39	17	36	34
Shapeless	21	25	39	7	34	34	25	8	6	48	26	32	21	43	51	23	35	27	42	53	31	52
Moderate	27	20	23	60	15	20	28	41	59	17	39	23	27	24	16	27	21	37	13	17	25	15
Neither	43	40	50	34	55	48	50	46	38	32	43	46	51	37	41	50	53	37	51	32	49	40
Strict	30	40	27	4	30	32	22	13	3	51	18	31	22	39	43	23	26	26	36	51	26	45
Enough	35	34	24	59	17	30	26	57	62	20	46	31	27	25	18	31	20	36	22	20	19	22
Neither	42	30	43	35	50	47	52	35	37	31	38	43	58	33	31	46	50	34	33	28	55	40
Insufficient	23	36	33	6	33	23	22	8	1	49	16	26	15	42	51	23	30	30	45	52	26	38
Soft	21	12	19	57	11	15	16	44	51	11	28	19	18	21	12	19	16	20	10	14	24	14
Neither	46	45	43	34	48	46	52	47	41	33	44	48	56	36	39	53	52	43	49	28	49	38
Hard	33	43	38	9	41	39	32	9	8	56	28	33	26	43	49	28	32	37	41	58	27	48
Bright	41	9	17	88	10	32	20	76	81	23	69	66	61	37	24	39	23	25	20	11	38	31
Neither	41	26	51	10	47	50	44	19	18	41	23	22	28	36	48	39	55	43	41	26	37	42
Dark	18	65	32	2	43	18	36	5	1	36	8	12	11	27	28	22	22	32	39	63	25	27
Peaceful	32	24	22	60	13	23	20	44	65	18	34	32	40	28	10	24	16	37	17	16	28	19
Neither	42	34	54	36	59	56	59	43	33	40	54	48	47	46	53	60	60	30	50	30	46	45
Uneasy	26	42	24	4	28	21	21	13	2	42	12	20	13	26	37	16	24	33	33	54	26	36
Elegant	36	32	25	65	15	18	29	31	57	18	31	33	27	29	11	28	15	40	18	23	30	14
Neither	44	40	46	27	58	55	45	51	38	35	44	40	53	37	43	53	55	32	41	23	43	43
Rough	20	28	29	8	27	27	26	18	5	47	25	27	20	34	46	19	30	28	41	54	27	43
Compatible	36	32	25	60	18	26	26	44	59	17	37	25	27	26	10	23	20	41	22	22	31	18
Neither	43	36	41	31	56	52	49	38	39	34	41	47	52	36	41	45	51	30	41	32	40	40
Discordant	21	32	34	9	26	22	25	18	2	49	22	28	21	38	49	32	29	29	37	46	29	42

According to the comparison questions, which is the last part of the survey, the participants made a ranking among 22 mosques according to certain criteria. The frequency values of the three most liked and least liked mosque ranking results, which are the first two questions of this section, are indicated in figure 9. The frequency values of the mosques with the most likes are shown in blue, and those with the least likes in orange. According to this, the most admired mosque is the 4th mosque with 29 frequency values, then the

9th mosque with 17 frequency values, and the third place is the 18th mosque with 11 frequency values. The participants in the survey indicated that mosque number of 4 is a successful modern interpretation of the traditional mosque image and that it has a curvilinear form as the reason for choosing the mosque number 4. The reason for choosing the mosque number 9 as the second most admired mosque was stated as the overlap between the traditional mosque image and modern architecture, the mosque's traditional mosque architecture, easy perception, spacious and ostentatiousness, being suitable for mosque culture, and being suitable for classical mosque architecture. The mosque number 18, which is in the third place in the ranking of the most admired, was preferred because of its success in harmony with its surroundings, the use of natural materials, its plain appearance, its arousing curiosity, and an up-to-date solution without ignoring local and traditional.

According to figure 9, the number of 3, 5, 6, 13, 17, 19 mosques were not classified as the most liked mosque by any user.

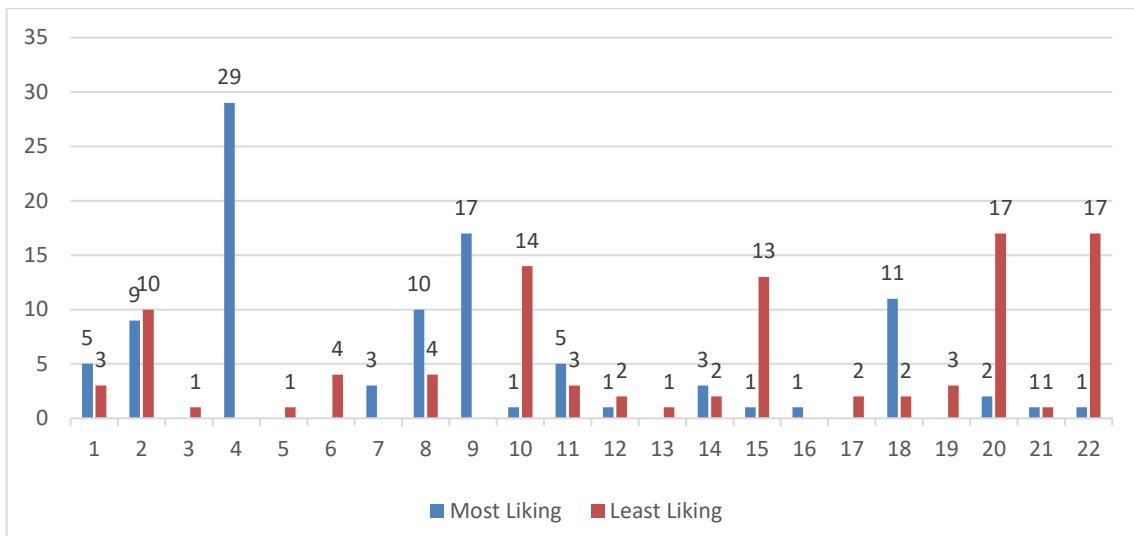


Fig. 9. The Frequency Values of the Most Liked and Most Disliked Mosque Findings

In the ranking of the most disliked mosques, the mosques numbered 20 and 22 are in the first place with a frequency value of 17. These mosques are followed by mosque number 10 with 14 frequency values and mosque number 15 with 13 frequency values. The reasons why the 20 and 22 mosques were most disliked were given as being far from the perception of a mosque and being cold, meaningless, resembling an apartment or shopping mall, being gloomy, disturbing, incompatible and formless. The most repeated one among these reasons was that it was far from the image of a mosque. The fact that it is likened to other structures is proof that it is far from mosque architecture. Mosques numbered 4,7,9, 16 are not included in the most disliked mosque classification by any user.

The last questions of the survey are on the proximity and distance of 22 mosques to the traditional mosque perception, and the ratios of the findings of these questions are given in figure 10-11. According to the findings of the question asking the ranking of the first three mosques closest to the traditional mosque, the mosques 8, 9, 4 and 11 were the most preferred mosques in the ranking of the first three mosques. As the first mosque closest to the traditional, 42% of the participants preferred mosque number 8, 24% preferred mosque 9, and 22% preferred mosque number 4. After of these three mosques, the rate of preference is 3.2 and 1. 88% of the participants chose mosques 8, 9 and 4 in their most traditional ranking. Mosques 5, 6, 10, 12, 10, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 22 are not included in the order of tradition. When we look at the second most traditional mosque preferences of the participants, 8,9 and 4 mosques are seen with a rate of 86%. In the third mosque preference closest to the traditional, 85% of the participants in total prefer 8,9,4, 11 numbers.

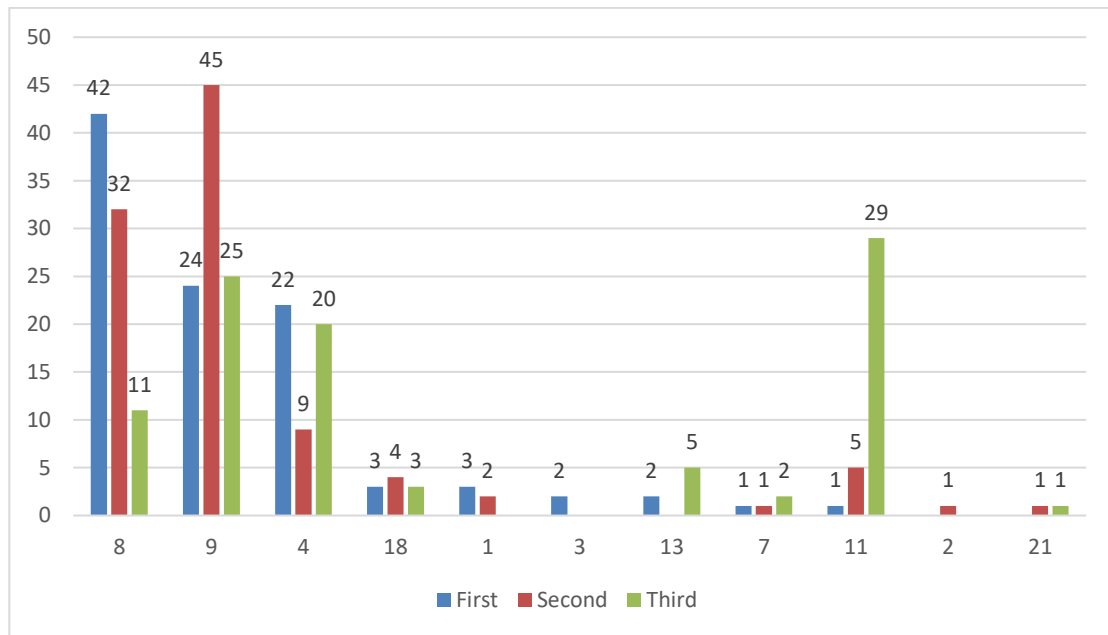


Fig.10. Percentiles of the Ranking of the 3 Mosques Closest to the Traditional Mosque

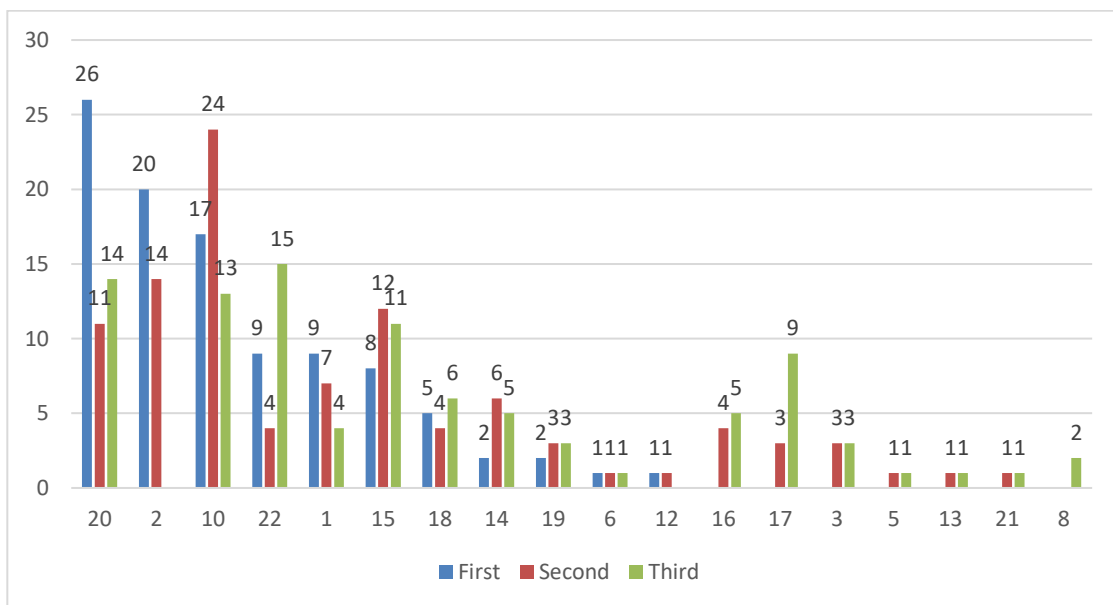


Fig. 11. Percentiles of the Ranking of the 3 Mosques Farthest from the Traditional Mosque

Findings related to the question of ordering the three mosques farthest from tradition are given in Graph 3. According to this, 26% of the participants put mosque number 20, 20% mosque number 2, and 17% mosque number 10 as the most distant mosque from the traditional. These three mosques have never been included in the three most traditional mosque rankings. Mosques numbered 3,4,5,7,8,9,11,13,16,17, 21 are not included in the order of being far from traditional.

In the findings of the questions about traditionality in the survey, it was seen that the mosques preferred closest to the traditional were never included in the order of being away from traditionalism. Likewise, it has been observed that the mosques, which are placed in the order of being the most distant from the traditional, are not included in the order of being traditional at all. While the mosques numbered 4, 9, 11 are preferred as the most traditional mosques at high rates, they are not included in the ranking of the mosques farthest from traditionalism.

5. Conclusion

The fact that 32% of the survey participants consist of architects and interior designers is also an indication that a third of the participants are designers.

In order to see the effect of personal memory and experiences on the formation of mosque perception, the concepts of mosque architecture were first asked in the survey. 64% of the participants ranked the minaret and 58% ranked the dome as the first concept that comes to mind in mosque architecture. In this manner, it has been seen that the concept that is most identified with the mosque architecture is the minaret, and that the preferred modern mosques also contain the most perception of the minaret. It has been observed that the minaret is one of the indispensable images of mosque architecture.

According to the results of the survey, when evaluated according to the adjectives, it was seen that the most liked mosques were the ones in which the most positive adjectives were preferred. As a result of the consistency of the survey answers, it was seen that mosque No. 4 was ranked first in terms of both likes and positive adjectives. It has also been observed that being the closest to traditional mosques is not the most effective concept at the level of appreciation. Because it is not the mosque number 8 in the first place in proximity to the traditional mosque, but the mosques 9 and 4, which are just below it in the ranking, are the most admired mosques. In this context, according to the survey results, the efforts of modern mosques regarding the development of mosque architecture were considered valuable, but it was seen that it was preferable that the traditional image of the mosque within certain norms remained within the limits of protection. It is clear that these protected norms will be provided with forms that can reflect the values of the Islamic Civilization concept behind traditional mosques, beyond a one-to-one repetition of the traditional ones. For it has been seen that the most admired mosques not only contain traditional architectural images, but also interpret the traditional in a modern way.

This study reveals the predicaments of modern mosques in the process they are in. It is a valuable effort to make studies that reject the repetition of traditional mosques and include mosque architecture in a development process. However, since mosques are symbolic structures of a civilization, when the values belonging to the Islamic Civilization to which they belong, are built by ignoring, formations that are far from the perception of mosque architecture emerge. In order to prevent this, the visual images, which are the identity of the mosque architecture, should be interpreted and included in the architecture without repetition. This interpretation should be within a certain discipline and should be built on the values behind mosque architecture and the forms that will reflect them in order to reach an effective result. In this context, the article also revealed the necessity of studying the values behind the formation of Islamic Civilization.

References

1. Akbulut, N. (2017). Türkiye’de Çağdaş Cami Mimarisi Tasarımında Yenilikçi Yaklaşımlar. C. 93, Sayı I, İstanbul Aydın Üniversitesi.
2. Altın, M. (2010). Pantheon’dan Günümüze Kubbelerin Gelişimi. *Yalın Yayıncılık*.
3. Ateş, İ. (1994). Mescid-i Nebevî’nin Yapıldığı Günden Bu Yana Geçirdiği Genişletme Girişimleri. *Vakıflar Dergisi*, 14(975-19-0900-7), 6.
4. Burckhardt, T. (2009). İslam Sanatı Dil ve Anlam. *Klasik Yayınları*.
5. Cansever, T. (2005). Mimar Sinan. *Klasik Yayınları*.
6. Duman, S. (2015). Doğu-Batı Ayırımında Aslında Mimarlık, Şehircilik ve Sanat... *Kaknüs Yayınları*.
7. Dünder, A. (2018). Uluslararası Cami Sempozyumu (Sosyo-Kültürel Açıdan) BİLDİRİLER KİTABI I. CİLT. İçinde F. Karaman (Ed.), Fonksiyonu ve Mimari Unsurlarıyla Mescid-i Nebevî’nin İslam Sanatı ve Kültüründeki Yeri ve Önemi. *İnönü Üniversitesi Yayınları*, No:39(8-9).
8. Duysak, N. (2000). 20. Yüzyıl Türkiye’sinde Cami Tasarımı ve Geleneksel Cami. İstanbul Teknik Üniversitesi.
9. Fatih, K. (2011). Peygamberimiz Hz. Muhammed’in Müezzinleri. *Ankara Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi*, 52(2), 291–310.
10. Gaudy, R. (2019). İslâm’ın Aynası Camiler. *Timaş Yayınları*.
11. Grabar, O. (1987). The Formation of Islamic Art. *Yale University Press*.
12. Hasol, D. (2008). Ansiklopedik Mimarlık Sözlüğü. *Yapı Endüstri Merkezi Yayınları*.

13. **Hattstein, M., & Delius, P. (2004).** *Islam Art and Architecture. Könemann Press.*
14. **Hillenbrand, R. (2013).** *İslamic Art and Architecture. Thames & Hudson Press.*
15. **Kuban, D. (2007).** *Osmanlı Mimarisi (G. İpek (ed.)). Yapı Endüstri Merkezi Yayınları.*
16. **Necipoglu, G. (2013).** *Sinan Çağı Osmanlı İmparatorluğu'nda Mimarî Kültür. İstanbul Bilgi Üniversitesi Yayınları.*
17. **Ökten, S. (2012).** *1 Ulusal Cami Mimarisi Sempozyumu "Gelenekten Geleceğe Cami Mimarisinde Çağdaş Tasarım ve Teknolojiler". Cami Üzerine Güncel Düşünceler, 143-147.*
18. **Salimi, A. (2013).** *İslam Ülkelerinde Çağdaş Cami Mimarisi Sorunsalı. Yakındoğu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.*
19. **Stierlin, H. (2008).** *İmanın ve İktidarın Hizmetinde İslam Mimarisi (Ç. A. Berkay (ed.); 2. baskı). Yapı Kredi Yayınları.*
20. **Sülün, M. (2020).** *Kur'an'dan San'ata. Diyanet İşleri Başkanlığı Yayınları.*
21. **URL-1 (2022).** "Mescid-i Nebevi" <https://okuryazarim.com/mescid-i-nebevi/> (Accessed: 05 Feb 2022)
22. **URL-2 (2022).** "Discover İslamic Art: Madrasa and Mosque of Sultan Hasan" https://islamicart.museumwnf.org/database_item.php?id=monument;isl;eg;mon01;16;en&cp (Accessed: 04 May 2022)
23. **URL-3 (2022).** "Avrupa'nın Göbeğinde Bir Doğu İncisi: Kurtuba Camii" <https://wannart.com/icerik/19698-avrupanin-gobeginde-bir-dogu-incisi-kurtuba-camii> (Accessed: 04 May 2022)
24. **URL-4 (2022).** "Bezmi Alem Valide Sultan Camii Fotoğrafları" <http://mtgahlatt42.blogspot.com/2014/06/bezmi-alem-valide-sultan-camii.html> (Accessed: 04 May 2022)
25. **URL-5 (2022).** "Üç Şerefeli Cami – Edirne" <https://www.kulturportali.gov.tr/turkiye/edirne/gezilecekyer/uc-serefeli-cami> (Accessed: 27 Apr 2022)
26. **URL-6 (2022).** "Okyanusun kıyısında, dünyanın en büyük ikinci camisi: II. Hasan Camii" <https://www.gzt.com/arkitekt/okyanusun-kiyisinda-dunyanin-en-buyuk-ikinci-camisi-ii-hasan-camii-3561255> (Accessed: 24 Apr 2022)
27. **URL-7 (2022).** "Jami' al-Umawi al-Kabir (Damascus)" https://www.archnet.org/sites/31?media_content_id=131780 (Accessed:04 May 2022)
28. **URL-8 (2022).** "Mosquée du Cheikh Lutfallah / Masjid-i Sadr / Sheikh Lotf Allah Mosque - Ispahan" http://www.albert-videt.eu/photographie/carnet-de-route/iran_10-2006/mosquee-cheikh-lutfallah_masjed-e-sheikh-lotf-o-llah_masjid-i-sadr_ispahan_00.php (Accessed: 04 May 2022)
29. **URL-10 (2022).** "Kılıç Ali Paşa Camii" https://www.mustafacambaz.com/details.php?image_id=32178 (Accessed: 04 May 2022)
30. **Ülken, H. Z. (1948).** *İslam Sanatı. İTÜ Mimarlık Fakültesi Yayınları.*

KENT SİMGESİ KÜLTÜR MERKEZLERİNİN GÖRSEL ALGI ANALİZİ

Özlem Kahraman*, Serhat Anıktar¹

¹ İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, 34307, İSTANBUL

Öz

Görsel algı; bireyin kültürel birikimi, yaşam stili ve hayat tecrübesinin yanında çevredeki uyaranlara bağlı olarak şekillenmektedir. Çevrede görünen her şey görsel algıyı biçimini etkilemekte ve her bireyin gördüğü şeyden yaptığı çıkarımlar farklı olmaktadır. Mimarlık görselliğin ön planda olduğu disiplinlerden biridir. Dolayısıyla görsel algı yönetiminin özenle yapılması gerekmektedir. Özellikle de kültür merkezleri gibi kamuya mal olmuş, kent içinde kültürel, sosyal ve mimari açıdan odak noktası sayılabilecek yapıların tasarımında görsel algı kriterleri gözetilmelidir. Ana motivasyon da bu bağlamdan ortaya çıkmıştır. Çalışmanın konusu; kültür merkezlerinin görsel algısının incelenmesidir. Amaç ise kültür merkezinin algılanabilirliğinde hangi görsel algı biçiminin daha etkin olduğunu belirleyebilmek, kültür merkezlerinin görsel algısı üzerinden bu yapıların kentle kurduğu bağı; simgeleme ve aidiyet bağlamında irdelemek, yeni yapılacak tasarımlarda kullanıcılar tarafından benimsenen ve kenti simgeleyecek unsurların belirlenmesine katkıda bulunmaktır. Bu amaç doğrultusunda öncelikle bir literatür taraması yapılmıştır. Görsel algıyı etkileyen faktörler ve kültür merkezlerinin tasarım kriterleri belirlenmiş, kent içindeki simgeselliği tartışılmıştır. Daha sonra çeşitli meslek ve yaş grubundan 100 kişinin katıldığı bir anket çalışması yapılmıştır. Katılımcılara, belirlenen 10 adet kültür merkezinin görsel algılanabilirliği ve kent içindeki simgeselliği bağlamında hazırlanan sorular yöneltilmiştir. Anket sonucunda ise görsel algı faktörlerinden en öne çıkan unsurun biçim olduğu, algılanabilirlik ve simgesellik noktasında başarılı bulunan yapıların dinamik ve yenilikçi olarak nitelendirildiğine ulaşılmıştır. Ayrıca algılanabilirliğin önemli fakat simgesel değer taşıma anlamında tek başına yeterli olmadığı sonuçları elde edilmiştir. Elde edilen verilerin yeni tasarımlara katkı sunacağı ve yol gösterici olacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Kültür merkezi, görsel algı, simgesellik

VISUAL PERCEPTION ANALYSIS OF CULTUREL CENTERS AS URBAN SYMBOLS

Extended Abstract

Visual perception is shaped not only by an individual's cultural background, lifestyle, and life experiences but also by the stimuli present in their environment. Everything visible in the surroundings influences how visual perception is formed, and each individual draws different inferences from what they see. Architecture is one of the disciplines where visibility plays a prominent role. Therefore, careful management of visual perception is crucial, especially in the design of structures that have become public assets, such as cultural centers, which can be considered focal points in terms of culture, social life, and architecture within a city. The main motivation for this study stems from this context. The subject of the research is to examine the visual perception of cultural centers. The aim is to determine which form of visual perception is more effective in enhancing the visibility of cultural centers, to analyze the connection between these structures and the city through their visual perception in terms of symbolism and belonging, and to contribute to identifying elements that are embraced by users and represent the city in future designs. In pursuit of this goal, a literature review was conducted. The factors influencing visual perception and the design criteria of cultural centers were identified, and their symbolism within the city was discussed. Subsequently, a survey was conducted with the participation of 100 individuals from various professions and age groups. Participants were asked questions regarding the visual perceptibility and symbolism of ten predetermined cultural centers within the city. The survey results revealed that the most prominent factor influencing visual perception was form, and structures that were successful in terms of visibility and symbolism were described as dynamic and innovative. Furthermore, it was concluded that while visibility is significant, it is not sufficient on its own in terms of carrying symbolic value. The data obtained is believed to contribute to new designs and serve as a guiding resource.

*Sorumlu Yazar (Corresponding Author):

Özlem KAHRAMAN; İstanbul Sabahattin Zaim University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Architecture 34307, İstanbul-Türkiye.

Geliş (Received) : 26.02.2023

Kabul (Accepted) : 26.07.2023

Basım (Published) : 31.07.2023

Key Words: Cultural center, visual perception, symbolism

1. Giriş

Kent onu üreten toplumun kültürünü, yaşam biçimini, gelenek ve göreneklerini bünyesinde barındıran kolektif bir üründür. Kent içerisinde gözle görülür, elle tutulur somut öğeler olarak yapılar ise, bu manevi oluşumun mimarlık disiplini içerisinde dışa yansımış şeklidir (Ganiç, 2016). Kültür merkezleri de bu yapı grubunun bir parçası ve kent sakinlerinin kültürel, sosyal ve entelektüel birikimine katkı sağlayan etkinliklerin yapıldığı bir aktivite mekânıdır. Dolayısıyla kültür merkezleri kentin cazibe merkezlerinden, odak noktalarından biridir. Bu noktada kültür merkezi tasarımında ‘ odak noktası’ olma işlevini destekleyici ve öne çıkarıcı uygulamalar yapılmalıdır. Görsel algı yönetiminin başarılı bir şekilde yürütülmesi bu işin başında gelmektedir.

Mimarlık görselle doğrudan ilişkili bir disiplin olduğundan mimari tasarımda görsel algı faktörlerinin tasarımın bir girdisi olarak kabul edilmesi gerekmektedir. Görsel algı, her bireyde farklılık gösteren ve değişim içeren iki boyutlu bir olgudur. İlk boyut fiziksel, yani çevredeki uyarlardan gelen sinyallerdir. İkincisi ise sinyallerin ulaştığı bireyde nasıl bir algı oluşacağını belirleyen sosyal boyuttur. Burada bireyin hayat tarzının ve kültürel birikiminin önemi büyüktür (Asar, 2013).

Bu çalışmanın konusu, kültür merkezlerinin kent içindeki simgeselliğinin görsel algı faktörleri üzerinden değerlendirilmesidir. Amaç ise kültür merkezlerinin kentle kurduğu ilişkide görsel algı faktörlerinin ne derece etkili olduğunu ve kenti simgeleme noktasında nasıl bir katkı sağladığını irdelemektir. Yöntem olarak öncelikle literatür taraması yapılmış, daha sonra 100 katılımcının dâhil olduğu bir anket çalışması yapılmıştır. Ankette belirlenen 10 adet kültür merkezinin görsel algılanabilirliği ve kent içindeki simgeselliğinin değerlendirilmesi istenmiştir. Anket sonucunda elde edilen veriler değerlendirilmiş ve yapılan çıkarımlar sonuç bölümünde açıklanmıştır.

2. Mimarlıkta Görsel Algıyı Etkileyen Faktörler

Görsel algı, çevredeki fiziksel uyaranlar ve sosyal faktörlere bağlı olarak gelişen karmaşık bir olgudur (Aydınlı, 1986). Görsel algının oluşumunda etkili olan fiziksel uyaranlar, dikkati doğrudan çekmek üzere bilinçli şekilde kurgulanan, çevreden bireye gönderilen sinyallerdir. Sosyal faktörler ise bireyin öz benliği ile ilgili bir unsurdur (Ergüneş, 2019). Bireyin algılayış biçimi herhangi bir olayı, durumu, mekânı vb. değerlendirme ve buna karşılık olarak sergileyeceği davranışı etkilemektedir. Her bireyin yaşam tarzı, düşünce yapısı, kültürel birikimi ya da öncelik sıralaması bir diğerinden farklıdır. Bu da algılama biçiminde farklılıkların oluşmasına yol açmaktadır. Örneğin iki birey bir mekâna girdiğinde biri duvarda en sevdiği rengin olduğunu fark ederken, diğeri sıkça karşılaşılmayan tasarıma sahip bir koltağı fark edebilmektedir (Göler, 2009).

Mimarlık görselle iç içe geçmiş bir disiplindir. Dolayısıyla tasarımlarda görsel algı anlamında pek çok farklı düzenlemenin yapılabilmesine imkân tanımaktadır. Kullanıcı memnuniyetine erişecek tasarımların yapılabilmesi için mekân elemanları tercihlerinde renk, biçim, malzeme, doku gibi değişkenlere dikkat edilmesi gerekmektedir. Duyusal ve algısal etkinliğin iyi yönetilebilmesi buna bağlıdır (Aytem, 2005).

Renk görsel algı oluşumunda en etkili faktörlerden biridir. Çünkü görsel ve duyuşsal yolla tecrübe edilen tüm varlıkların bir rengi bulunmaktadır. Bu da rengin her an karşı karşıya kaldığımız önemli bir görsel algı enstrümanı olduğunu kanıtlamaktadır. TDK güncel sözlüğünde yapılan tanımlamaya göre renk ‘cisimler tarafından yansıtılan ışığın gözde oluşturduğu duyum’ şeklinde ifade edilmektedir (URL-1, 2023). Mimari tasarım noktasında ise renk; binanın ya da mekânın karakterini ve tasarımını öne çıkarmak, vurgulanmak istenen bölümün belirginleşmesini sağlamak gibi görevleri üstlenmektedir (Aytem, 2005). Fakat bunu en doğru şekilde yapabilmek için rengin özelliklerini bilmek ve mekânla ilişkisini iyi kurmak gerekmektedir. Rengin tür, değer ve doymuşluk olarak üç niteliği vardır. Tür; rengin kırmızı, mavi, sarı gibi hangi renk olduğunu belirtmekte ve dalga boyuna göre rengin türü değişiklik göstermektedir. Günlük yaşamda ton olarak adlandırılan değer; rengin ışığı yansıtma derecesini, açık ya da koyu oluşunu belirtmektedir. Doymuşluk ise rengin canlılık ve parlaklık derecesini belirtmektedir. Rengin içindeki grilik miktarının artıp azalmasıyla doymuşluk değeri değişmektedir (Alici & Paktaş, 2020). Renkler türüne, değerine ve doymuşluğuna göre farklı algılar oluşturabilmektedir. Örneğin sıcak renklerle tasarlanmış bir iç mekânda daha yakın bir algı oluşacağından iç mekân daha küçük hissedilebilirken, tavanda soğuk ve açık renklerin kullanılması kat yüksekliğinin daha fazla algılanmasını sağlayabilmektedir. Ayrıca yapılan çalışmalarda renklerin insan psikolojisinde oluşturduğu etki düşünüldüğünde mekânın işlevine göre renk tercihinde bulunulması gerekmektedir (Telliöğlü & Satıcı, 2022).

Görsel algıyı etkileyen diğer önemli faktörler; malzeme ve dokudur. Mekâna ait yüzeylerin ve kullanılacak tefriş elemanlarının var olabilmesi için gereken niteliklerden biri malzemedir. Malzemeler üretiminde izlenen çeşitli yöntemlerle doğal ve yapay ürünler elde edilebilmekte ve mekânın farklı noktalarında kullanılabilir. Malzeme söz konusu olduğunda doku da hemen peşinden gelmektedir. Dolayısıyla doku malzemeden ayrı düşünülemez. Mimaride cam, taş, ahşap, ayna, beton oldukça fazla kullanılan malzeme türleridir. Mekânda veya cephede verilmek istenen hisse, dokuya göre yapılan malzeme seçimiyle kullanıcıda algısal olarak sıcak ya da soğuk bir etki oluşmaktadır. Örneğin ahşap yüzeyler sıcak bir etki bırakırken, taş gibi sert yüzeyler soğuk bir etki yaratmaktadır (Çetinkaya, 2015).

Görsel algıda bir diğer önemli etken ise mimari bütünün ana öğelerinden biri olan biçimdir. Biçim bir nesnenin, bir mekânın sınırlarını ve genel şeklini belirten kavramdır. Çevremizde gördüğümüz tüm nesnelere geometrik, eğrisel olmak üzere birçok forma sahiptir. Biçimin oluşumunda etkili faktörler ise nokta, çizgi, düzlem ve hacimdir. Noktalar çizgileri, çizgiler düzlemleri, düzlemler de hacimleri oluşturarak biçim elde edilmiştir. Biçim, aynı renkte olduğu gibi insan psikolojisinde bir takım etkiler oluşturmaktadır (Aytem, 2005). Örneğin kare, dikdörtgen gibi köşeli formların güçlü ve dinamik bir etki yarattığı, daire gibi eğrisel formların dinlendirici etki bıraktığı bilinmektedir. Mimari tasarımda bu ve bunun gibi unsurlar dikkate alınması, görsel algı yönetimi açısından başarılı bir çalışma yürütülmesi adına önemlidir.

3. Kültür Merkezi Tasarımı ve Kent Dokusuyla İlişkisi

Nüfusun artması, şehirlerin büyümesi ve buna bağlı olarak farklı kültür ve yaşayış tarzına sahip insanların bir arada yaşadığı, refah seviyesinin yükseldiği büyük şehirlerin meydana gelişiyle, şehir sakinlerinin sosyal ve kültürel paylaşımında bulunabileceği mekânlara ihtiyaç duyulmuştur. (Sütlüoğlu, 2007). Böylece kültür merkezleri ortaya çıkmış ve günümüzde de sayısı oldukça artmıştır. Kültür Turizm Bakanlığı Kültür Merkezleri Daire Başkanlığı tarafından yapılan kültür merkezi tanımı “ Milli kültürün tanıtılması çerçevesinde, toplantılar, sergiler, kurslar, gösteriler, yarışmalar, sesli ve görüntülü programlar düzenlemek; okuma alışkanlığını ve fikir faaliyetlerini geliştirici çalışmalar yapmak, hologram ve yerel etnografya galerileri açmak ve bu amaçla özel ve tüzel kişiliği haiz kurum ve kuruluşlarla ulusal ve uluslararası düzeyde işbirliği yapmak üzere tasarlanmış üstyapılardır.” şeklindedir (URL-2, 2023). Kısaca kültür merkezi; şehir sakinlerinin kültürel ve sosyal ihtiyaçlarını karşılayabilecekleri etkinliklerin gerçekleştirildiği ve bu faaliyetlerin daha nitelikli ve yaygın biçimde aktarılabilmesi için mekânlardır.

Kültür merkezleri bir anda ortaya çıkmamıştır. Yunan tiyatrosundan başlayan kümülatif bir birikimin sonucunda oluşmuştur. Ülkemizde ise Osmanlı klasik döneminde külliyeler vasıtasıyla gerçekleştirilen kültür faaliyetleri tanzimatın getirdiği batılılaşma etkisiyle tiyatrolarda da sürdürülmeye başlanmıştır. Cumhuriyet dönemine geldiğimizde bu görevi tiyatroların yanı sıra halkevleri ile halk eğitim merkezleri üstlenmiş ve şimdiki anlamda işleyen kültür merkezlerinin temelleri atılmıştır (Özkan, 1998).

Kültür merkezlerinin inşa sürecinde belli kriterler bulunmaktadır. Bunlardan ilki merkezin yapılacağı yerleşim yerinin nüfus bağlamındaki büyüklüğüdür. 3194 sayılı imar kanununda belirtildiği üzere sosyal ve kültürel tesis alanı tahsis edilebilmesi için belli standartların sağlanmış olması gerekmektedir (URL-3, 2018). (Tablo1) Diğer önemli hususlar ise, yerleşim merkezinin ekonomik durumu, yöre halkının kültür düzeyi, yaşayış biçimleridir. Bu etkenler gözeticilerle yapılacak araştırmalar sonucunda o bölge için merkezin içeriği noktasında daha doğru kararlar verilebilmektedir (Sütlüoğlu, 2007).

Tablo 1. 3194 sayılı imar kanunu standartlar tablosuna göre kişi başına düşen sosyal/kültürel tesis alanı (URL-2, 2023)

Nüfus	0-75.000	75.001-150.000	150.001-500.000	500.001+
Sosyal ve Kültürel Tesis Alanı	0,75m ² /kişi	1,00m ² /kişi	1,25m ² /kişi	1,50m ² /kişi

Kültür merkezinin ihtiyaç programı; eğitim bölümü, gösterilerin düzenlendiği bölüm, sanatçı bölümü, yönetim bölümü, sosyal bölümler ve teknik bölümler olarak altı temel bölüm oluşmaktadır. Eğitim bölümünde merkezin büyüklüğüne bağlı olarak değişen metrekarede kütüphane, folklor ve müzik stüdyoları, çeşitli el sanatlarının öğretildiği atölyeler ve bunlara yardımcı mekanlar bulunurken, gösteri mekanlarında ise fuaye, sinema odası, opera, bale, tiyatro, konser gibi faaliyetlerin yürütüleceği büyük salonlar ile konferans ve seminerlerin düzenleneceği küçük salonlar bulunmaktadır. Sanatçı bölümünde etkinlikler için gelen sanatçı ve konuşmacıların gereksinimlerine yönelik odalar bulunmaktadır. Yönetim bölümünde kültür merkezinin işleyişinden sorumlu

yöneticilerin odaları bulunurken, teknik birimlerde ise havalandırma, ısıtma, tamir- onarım gibi alt yapı ile ilgili işlerin yürütüleceği mekanlar bulunmaktadır. Son olarak kültür merkezine gelen misafirlerin vakit geçireceği, etkinlik aralarında dinlenebilecekleri kafeterya, kafe ve bunlara hizmet sağlayan mutfak bölümü bulunmaktadır (Özkan, 1998)(URL-2, 2023).

Kültür merkezi tasarımında birçok işlev bir arada kurgulandığından tek işlevli yapılara göre daha karmaşık ve çok unsurlu bir süreç ortaya çıkmaktadır. Bu da kullanıcı konfor ve ihtiyacının karşılanması açısından mekân organizasyon ağının kısa, net ve en fonksiyonel şekilde planlamasını gerektirmektedir. Mekân organizasyonun biçimlenişinde kullanıcı gereksinimleri kadar merkezin yapılacağı arazinin durumu, çevresiyle ilişkisi, yerel iklim verileri, erişilebilirlik durumu vb. faktörlerde oldukça etkilidir (Sütlüoğlu, 2007). Tüm bu kriterler değerlendirilip; dolaşım ağının bir doğru boyunca olduğu lineer, sirkülasyon sisteminin bir noktadan başlayıp bir noktada toplandığı ışımsal, sirkülasyonun birbirine dik iki aksta şekillendiği kafes, açılı ve tekrar yönünden birbirine bağlı olmayan fakat yine kesişimlerden meydana gelen şebeke ya da kopuk sirkülasyon parçalarından oluşan moleküler sistemlerden uygun olan seçilerek sirkülasyon ağı biçimlendirilmelidir (Bayram, 2016).









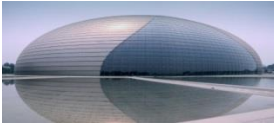

Kamusal mekânlar kent dokusu ile kültürünün, hem takdim hem de tarif edilebildiği biricik mekânlardır. Kentin mimari oluşumunda önemli bir yere sahip bu mekânlar, kentleri şekillendirirken bir yandan da kent sakininin algısını biçimlendirmektedir (Gümüş, 2018). Kent içinde var olan en önemli kamusal mekânlardan biri olan kültür merkezleri de kentin silüet ve dokusunun oluşumunda etkili olmaktadır. Konumu ve tasarımı itibarıyla çevresine kimlik kazandıran kültür merkezleri, yapı kent ilişkisini tanımlamanın yanında simgesel değer taşımakta, bulunduğu yerleşim yeri için odak noktası haline gelmektedir. Öyle ki, mimari açıdan farklı biçim ve dizaynlara sahip kültür merkezi tasarımları hayli sık karşılaşılan ve simgesellik durumu destekleyici argümanlardır. Buradan yola çıkarak görsel anlamda cazibeye sahip yapıların kentin tanınırlığını ve marka değerini yükselttiği söylenebilmektedir (Polat, 2020). Öyle Örneğin Azerbaycan'ın başkenti Bakü'de bulunan Haydar Aliyev Kültür Merkezi tasarımı itibarıyla kentin simgelerinden biri olmuştur. Tasarımın ana çıkış noktası, Azerbaycan ve İslam kültüründen beslenmektedir. Bu noktada kültür merkezinin o bölgenin kültüründen izler taşıması kent ile kurduğu bağı gözler önüne sermektedir ve çokça değerlidir. Yine Paris'ten Centre Pompidou örnek verilebilir. 1977 yılında inşa edilen yapı kültür merkezi tasarımına farklı bir soluk getirmiştir. Aynı zamanda tasarım motivasyonunun 'her şey için bir makine' oluşu mimari açıdan olduğu kadar zihniyet olarak da farklı bir eser olduğu göstermektedir (Bayram, 2016). Kültür merkezleri mimari tasarımın sağladığı simgeleme durumunun yanı sıra aynı zamanda yapılan etkinlikler sayesinde kültürel cazibe merkezine dönüşmektedir. Bu sebeple kültür merkezleri birçok noktada kent yaşamına ve dokusuna katkı sağlayan, kentle birlikte düşünülmesi gereken merkezler olarak görülmelidir.

4. Materyal ve Yöntem

Anket çalışmasının konusu; kültür merkezlerinin görsel algısının incelenmesidir. Amaç ise kültür merkezlerinin görsel algısı üzerinden bu yapıların kentle kurduğu bağı simgeleme ve aidiyet bağlamında irdelemek, yeni yapılacak tasarımlarda kullanıcılar tarafından benimsenen ve kenti simgeleyecek unsurların belirlenmesine katkıda bulunmak ve yol gösterici olmaktır.

Anket çalışması iki bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde katılımcıların yaşı, cinsiyeti, eğitim durumu ve mesleği gibi demografik bilgileri içeren sorular sorulmuştur. Bu bağlamda 100 kişinin katıldığı ankette katılımcıların %51'i 18-24, %14'ü 25-34, %17'si 35-44 ve %18' 45 ve üstü yaş aralığındadır. %64'ünü kadınların, %36'sını erkeklerin oluşturduğu katılımcı profilinin %66'sı üniversite mezunu, %19'u yüksek lisans/doktora, %15'i lise mezundur. Katılımcıların %30'unu mimarlar oluştururken, %70'ini diğer meslek gruplarına mensup bireyler oluşturmaktadır. Çalışma kapsamında analizi yapılacak olan kültür merkezleri belirlenirken, dünyanın çeşitli ülkelerinden seçilmiş ikonik yapılar olmasına, çeşitli mimari üsluplara ve tasarımlara sahip olmasına dikkat edilmiştir. Belirlenen merkezlere ise tablo 2'de yer verilmiştir.

Tablo 2. Anket üzerinden analizi yapılan kültür merkezleri

 (URL-4, 2023)	Cidade das Artes Brezilya/Rio de Jenerio	 (URL-9, 2022)	Kunsthhaus Graz Avusturya/Graz
 (URL-5, 2023)	Casa de Música Portekiz/Porto	 (URL-10, 2022)	Centre Pompidou Fransa/Paris
 (URL-6, 2022)	Haydar Aliyev Kültür Merkezi Azerbaycan/Bakü	 (URL-11, 2023)	Atatürk Kültür Merkezi Türkiye/İstanbul
 (URL-7, 2022)	Sidney Opera Binası Avustralya/Sidney	 (URL-12, 2022)	Berlin Flarmoni Binası Almanya/Berlin
 (URL-8, 2022)	Pekin Ulusal Sahne Sanatları Merkezi Çin/Pekin	 (URL-13, 2022)	Valencia Opera Binası İspanya/Valencia

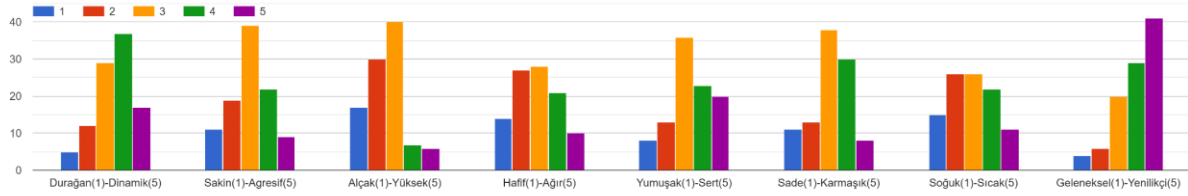
Anket çalışmasının ikinci bölümünde ise seçilen 10 adet kültür merkezinin her biri için kenti simgeleme derecesi, kent dokusu içinde konumuna uygunluk ve algılanabilirlik bağlamında sıfat çiftleri üzerinden sorular yöneltilmiştir. Belirlenen sıfat çiftleri; durağan-dinamik, sakin-agresif, alçak-yüksek, hafif-ağır, yumuşak-sert, sade-karmaşık, soğuk-sıcak, geleneksel-yenilikçi şeklindedir. İkinci bölümdeki tüm sorular 1 ile 5 arasında bir değerlendirilmenin yapıldığı çoktan seçmeli olacak şekilde hazırlanmıştır. Anket soruları oluşturulurken kolay anlaşılabilir ve yönlendirmeden uzak ifadeler kullanılmıştır. Anket sonuçları MC excell programında düzenlenip, sınıflandırılmıştır. Daha sonra eldeki veriler ile grafikler oluşturulmuştur. Oluşturulan grafikler üzerinden sonuçlar yorumlanmıştır.

4.1. Anket Bulguları

Bu bölümde seçilmiş 10 adet kültür merkezinin, görsel algı faktörleri üzerinden gerçekleştirilen anket çalışması sonucunda elde edilen bulgular aktarılmıştır. Daha açıklayıcı ve anlaşılır olabilmesi adına ise sonuçlar grafikler ile birlikte verilmiştir.

Cidade das Artes: Sıfat çiftleri üzerinden yapılan değerlendirmede genellikle ortalama değerlerin çıktığı görülürken, geleneksel-yenilikçi karşılaştırmasında %41 oranla yenilikçiliğin ve %37 ile dinamizmin ağır bastığı görülmektedir. Katılımcıların yapıda ilk dikkatini çeken ise %75 gibi büyük bir oranla biçim faktörü olmuştur. Anket sonucunda kent içindeki konumuna uygun ölçekte bulunan yapının algılanabilirliği ve kenti simgeleme durumunun katılımcı nazarında ortalama düzeyde kaldığı görülmektedir.

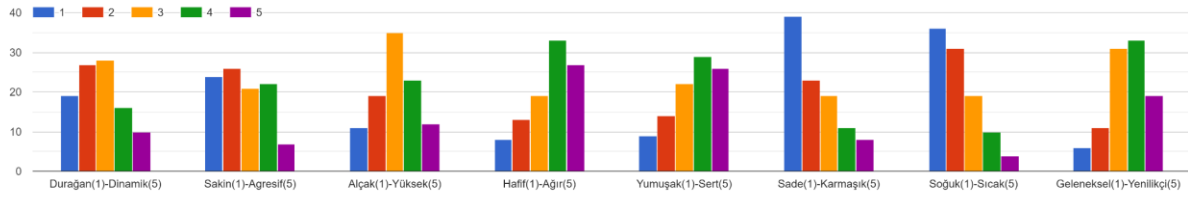
Yapıyı sıfat çiftleri üzerinden değerlendiriniz



Şekil 1. Cidade das Artes Kültür Merkezi'nin sıfat çifti değerlendirme grafiği

Casa de Musica: Sıfat çiftleri üzerinden yapılan değerlendirmede yapı sade ve soğuk bulunmuştur. Hareketlilik bağlamında durağana yakın orta ve yükseklik bağlamında da orta düzeyde bulunmuştur. Yenilikçiliğe yakın bulunan yapının sakin olduğu yönünde cevap verenlerin sayısı çoğunluğu oluştursa da diğer seçenekler ile dengeli bir dağılım olduğundan yapının agresif olduğunu düşünen katılımcı sayısı azımsanmayacak kadar çoktur. %68 oranla yapıda ilk dikkat çeken unsur biçim olurken, bunu %17 ile renk takip etmektedir. Yapı kent içindeki konumuna uygun ve algılanabilir bulunmasına karşın kenti simgeleme noktasında oldukça başarısız bulunmuştur.

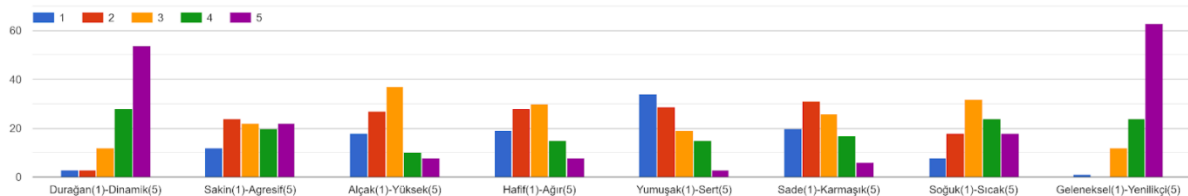
Yapıyı sıfat çiftleri üzerinden değerlendiriniz



Şekil 2. Casa de Musica Kültür Merkezi'nin sıfat çifti değerlendirme grafiği

Haydar Aliyev Kültür Merkezi: Sıfat çiftleri üzerinden yapılan değerlendirmede son derece yenilikçi ve dinamik bulunan yapı, daha çok yumuşak hatlara sahip ve sade bulunmuştur. Alçak-yüksek, hafif-ağır, soğuk-sıcak kıyasında ise çoğunlukla ortalama cevaplar verilmiştir. Sakin-agresif değerlendirmesinde yapının sakin olduğunu düşünen kadar agresif olduğunu düşünen katılımcılar vardır. Bu açıdan net bir cevap elde edilememiştir. Bu yapıda da ilk dikkat çeken %83 ile biçim faktörü olmuştur. Ardından %10 ile doku faktörü gelmektedir. Yapının kenti simgeleme durumu, ölçüğe uygunluk ve algılanma sorularında oldukça yüksek yüzdeleri olumlu sonuçlar alınmıştır.

Yapıyı sıfat çiftleri üzerinden değerlendiriniz

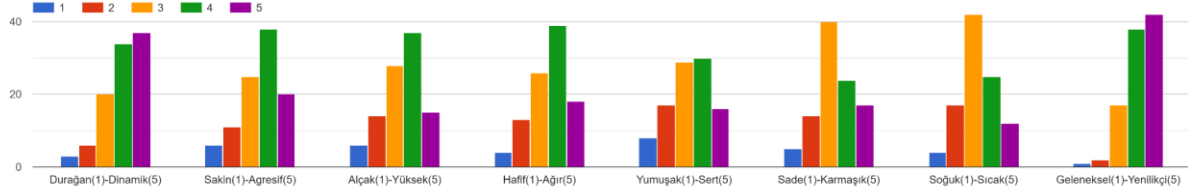


Şekil 3. Haydar Aliyev Kültür Merkezi'nin sıfat çifti değerlendirme grafiği

Sidney Opera Binası: Sıfat çiftleri üzerinden yapılan değerlendirmede yapı fazlaca dinamik ve yenilikçi bulunmuştur. Genel olarak ise agresif, yüksek ve ağır olduğu görüşü baskın gelmiştir. Sade-karmaşık, soğuk-sıcak kıyasında ortalama cevaplar verilmiş, baskın bir seçenek öne çıkmamıştır. Sıfat çiftleri değerlendirmesinde son

olarak katılımcıların çoğunluğu yapının sert hatlara hâkim olduğunu düşünse de ortalama cevap verenlerin sayısı da oldukça yüksektir. İlk dikkat çeken unsur %81 ile biçim olurken bunu %11 ile malzeme takip etmektedir. Simgesellik, algılanabilirlik ve ölçek uygunluğu oranları ise dikkat çekici biçimde yüksektir. Hatta şimdiye kadar incelenenler arasında bu üç kriter açısından en öne çıkan yapı örneğidir.

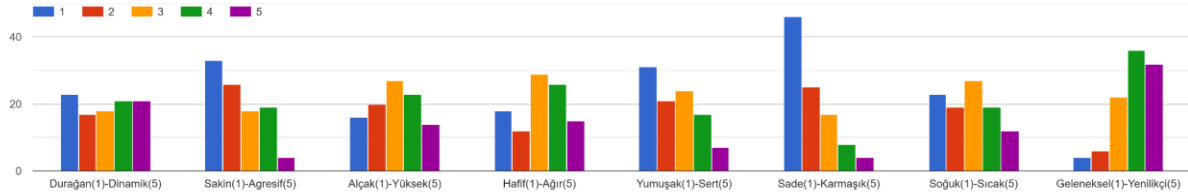
Yapıyı sıfat çiftleri üzerinden değerlendiriniz



Şekil 4. Sidney Opera Binası'nın sıfat çifti değerlendirme grafiği

Pekin Ulusal Sahne Sanatları Merkezi: Sıfat çiftleri üzerinden yapılan değerlendirmede durağan-dinamik karşılaştırmasında verilen yanıtlar birbirine çok yakın olduğundan net bir çıkarımda bulunulamamıştır. Yapının sakın durağan olduğunu düşünenler kadar dinamik olduğunu düşünen katılımcı sayısı bir hayli fazladır. Bununla birlikte alçak-yüksek, hafif-ağır, soğuk-sıcak kıyasında ortalama cevaplar verilmiştir. Yenilikçiliğe yakın olduğu düşünülen yapıda yumuşaklığın, sadeliğin ve sakinliğin öne çıktığı görülmektedir. Ulusal Sahne Sanatları Merkezi'nde dikkat çekici ilk unsurun %56 oranla biçim olduğu, bunu %26 ile malzemenin takip ettiği sonucuna ulaşılmıştır. Algılanabilirlik noktasında katılımcılardan tam not alan yapı, kent içindeki konumuna uygun ölçekte olması ve kenti simgelemesi anlamında ortalama düzeyde kalmıştır.

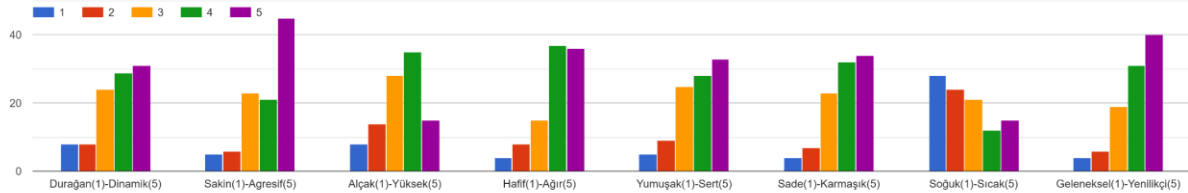
Yapıyı sıfat çiftleri üzerinden değerlendiriniz



Şekil 5. Pekin Ulusal Sahne Sanatları Merkezi'nin sıfat çifti değerlendirme grafiği

Kunsthhaus Graz: Yapı dinamik, agresif, yüksek, ağır, sert, yenilikçi, karmaşık ve soğuk bulunmuştur. Bu noktada şimdiye kadar yapılan değerlendirmelerden farklı olarak en net cevapların verildiği ve büyük çoğunluğun aynı paydada bulunduğu tek yapıdır. Bu yapıda ilk dikkat çeken görsel algı ögesi ise %77 ile biçimdir. Ardından %8 ile malzeme ve renk gelmektedir. Algılanabilirlik ve kent içindeki konumuna uygun ölçekte olması bakımından ortamın üstünde şeklinde değerlendirilen yapı simgesellik anlamında büyük oranda başarısız bulunmuştur.

Yapıyı sıfat çiftleri üzerinden değerlendiriniz

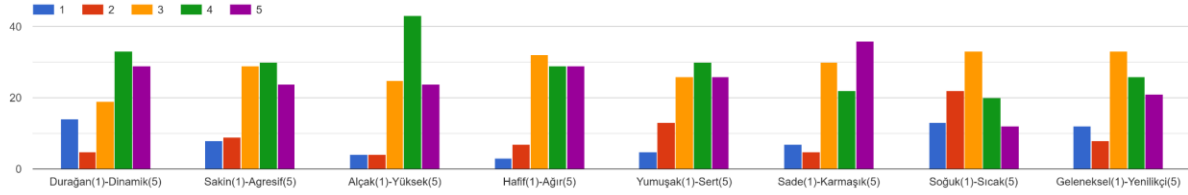


Şekil 6. Kunsthhaus Graz Kültür Merkezi'nin sıfat çifti değerlendirme grafiği

Pompidou Kültür Merkezi: Sıfat çiftleri üzerinden yapılan değerlendirmede yapı dinamik, yüksek ve agresif olarak algılanmıştır. Yapı hafif- ağır kıyasında çoğunluk tarafından ortalama düzeyde bulunmuş fakat ağır ve çok ağır seçeneklerini yapanların sayısı da küçümsenmeyecek kadar fazladır. Yüksek oranda karmaşık bulunan yapıda

serte yakın bir algı olduğu görülmektedir. Soğuk-sıcak, geleneksel-yenilikçi karşılaştırmasında ise ortalama olarak değerlendirilmiştir. Burada diğerlerinden farklı olarak ilk dikkat çeken unsur %45 ile renktir. İkinci sırada ise %26'şar oranla biçim ve malzeme gelmektedir. Ölçek uygunluğu ortalama bulunan yapının, algılanabilirliği ve simgeselliği ortanın üstünde seyretmektedir.

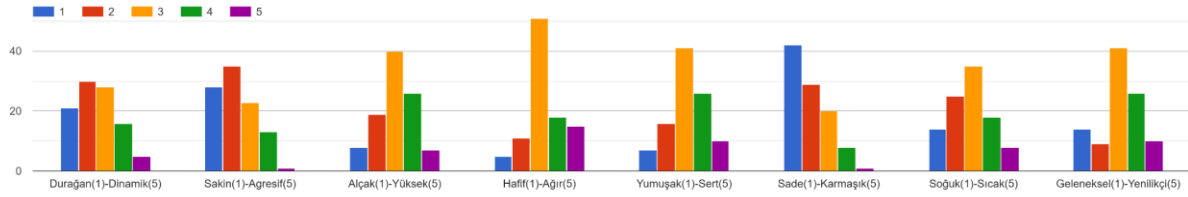
Yapıyı sıfat çiftleri üzerinden değerlendiriniz



Şekil 7. Pompidou Kültür Merkezi'nin sıfat çifti değerlendirme grafiği

Atatürk Kültür Merkezi: Sıfat çiftleri üzerinden yapılan değerlendirmede alçak-yüksek, yumuşak-sert, hafif-ağır, geleneksel-yenilikçi kıyaslarında baskın bir özellik ortaya çıkmamaktadır. Oldukça sade bulunan yapı aynı zamanda durağan ve sakin şeklinde değerlendirilmiştir. %45 ile biçim faktörü yine ilk dikkati çeken unsur olurken, %24 ile bunu malzeme takip etmektedir. Kent içindeki konumuna uygun ölçekte olma ve algılanma açısından orta üstü iken simgesellik olarak ise ortalama düzeyde kalmıştır.

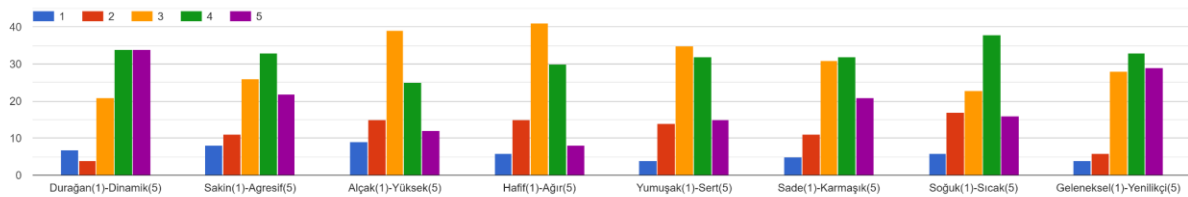
Yapıyı sıfat çiftleri üzerinden değerlendiriniz



Şekil 8. Atatürk Kültür Merkezi'nin sıfat çifti değerlendirme grafiği

Berlin Flarmoni Binası: Yapı dinamik, agresif, sıcak, karmaşık ve yenilikçi olarak yorumlanmıştır. Alçak-yüksek, hafif-ağır, yumuşak-sert kıyasında ise öne çıkan baskın bir sıfat bulunamamıştır. Bu yapıda dikkat çeken ilk unsur Pompidou Kültür Merkezinde olduğu renk olmuştur, ardından ise biçim gelmektedir. Simgeleme, algılanabilirlik ve konumuna uygun ölçekte olma noktasında ise orta üstü seviyede başarılı bulunmuştur.

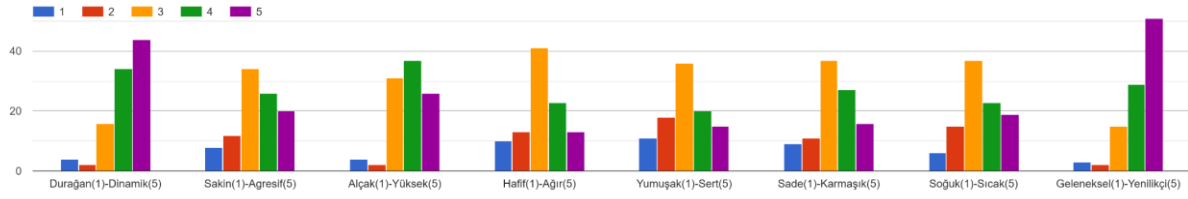
Yapıyı sıfat çiftleri üzerinden değerlendiriniz



Şekil 9. Berlin Flarmoni Binası'nın sıfat çifti değerlendirme grafiği

Valencia Opera Binası: Yüksek, dinamik ve yenilikçi bulunan yapının, diğer sıfat çifti değerlendirmelerinde öne çıkan bir özelliği bulunmamaktadır. Yapıya bakıldığında ilk dikkat çeken unsur biçim olurken, ardından malzeme gelmektedir. Algılanabilirlik açısından oldukça başarılı bulunan yapı kent içindeki konumuna uygun ölçekte bulunmuştur. Fakat simgesellik için aynı başarı söz konusu değildir. Katılımcılar tarafından ortalama düzeyde bulunmuştur.

Yapıyı sıfat çiftleri üzerinden değerlendirdiniz



Şekil 10. Valencia Opera Binası'nın sıfat çifti değerlendirme grafiği

5. Sonuç ve Öneriler

Kültür merkezleri gerek tasarımı gerek konumu ve gerekse kültürel aktivitelerin odağı olması sayesinde kent için önemli bir unsurdur. Bu yapılar çevresi için bir referans noktası olmakta ve simgesel bir değer taşımaktadır. Fakat tüm kültür merkezleri için aynı şeyi söylemek mümkün değildir. Mimari tasarım aşamasında görsel algıyı etkileyen biçim, renk, malzeme/doku gibi unsurlara dikkat edilmelidir. Bu faktörlerin kullanıcılar üzerinde oluşturduğu fiziksel ve duyuşsal algı boyutu göz önünde bulundurulmalıdır. Kullanıcılarda oluşan algısal boyutu araştırmak üzere yapılan anket kapsamında sonuçlar değerlendirildiğinde aşağıdaki çıkarımlar yapılmıştır;

- Ankette değerlendirilen kültür merkezlerinin 8'inde **biçim faktörü öne çıkarken**, Berlin Flarmoni Binası ve Pompidou Kültür Merkezi'nde ise renk faktörü öne çıkmaktadır. Bu merkezlerde rengin öne çıkmasının sebebi diğer merkezler göre daha yalın biçimlerin hâkim olmasıdır. **Fakat rengin öne çıktığı merkezlerde ikinci sırada dikkati çeken unsur yine biçim olmuştur.**
- Yapılar içinde en algılanabilir olanlar sırasıyla; Sidney Opera Binası, Haydar Aliyev Kültür Merkezi ve Valencia Opera Binasıdır. Bu merkezlerin ortak özellikleri biçim faktörünün oldukça yüksek olmasıdır. **Bu noktada görsel algılama sürecinde biçimin önemli bir yer tuttuğu gözlemlenebilmektedir.** Sıfat çiftleri üzerinden yapılan değerlendirmede üç merkez de katılımcılar açısından **yenilikçi ve dinamik** olarak yorumlanmıştır.
- **Çalışma kapsamında seçilen yapılar genel anlamda orta ve yüksek düzeyde algılanabilir bulunmuştur.** Ancak nispeten daha az algılanan merkez ise Cidade das Artes olmuştur. Zaten sıfat çiftleri üzerinden yapılan değerlendirmede çoğunlukla ortalama cevaplar verilmiş, iyi ya da kötü anlamda öne çıkan bir özellik göze çarpmamaktadır.
- Merkezlerin kent içindeki konumuna uygun ölçekte olması değerlendirildiğinde orta ve yüksek arasında çeşitli cevaplar verilmiştir. Sidney Opera Binası en yüksek oranı alırken, Casa de Musica ve Atatürk Kültür Merkezi diğerlerine göre daha az uygun bulunmuştur.
- Kültür merkezinin kenti simgeleme durumu sorgulandığında ilk üç sırada Sidney Opera Binası, Haydar Aliyev Kültür Merkezi ve Berlin Flarmoni Binası gelmektedir. **Bu noktada Sidney Opera Binası ve Haydar Aliyev Kültür Merkezinin algılanabilirlik anlamında da ilk sıralarda gelmesi kenti simgeleme ve algılanabilirlik arasında bir ilişki olduğunu göstermektedir.** Aynı zamanda bu üç yapı için **dinamik ve yenilikçi olmaları ortak özellikleridir.**
- Kenti simgeleme açısından en başarısız bulunan merkezler ise Casa de Musica, Kunsthau Graz ve Pekin Ulusal Sahne Sanatları Merkezi olmuştur. Bu merkezlerin **ortak özellikleri soğuk** olarak algılanmalarıdır ve tasarım açısından pek beğenilmemeleridir. **Algılanma açısından değerlendirildiğinde ise diğer yapıların çok da gerisinde kalmamakta, hemen hemen birbirine yakındır.**

Anket değerlendirmesi sonucunda kültür merkezi tasarımında biçim faktörünün oldukça önemli olduğu yenilikçi ve dinamik tasarımların kenti simgeleme açısından öne çıktığı görülmektedir. Algılanabilirliğin önemli fakat tek belirleyici unsur olmadığı, kültür merkezinin kullanıcı ve çevre sakinlerinin beğenisini kazanacak, sıcak bir algı uyandıracak şekilde tasarlanması gerektiğine ulaşılmıştır. Kültür merkezlerinin hem eğitim, kültür, sanat gibi alanlarda üstlendiği işlevsel özellikler hem de mimari anlamda yaptığı katkı ile kentin vazgeçilmez unsurlarından biri olduğu görülmekle birlikte bu çalışmanın yeni planlanacak kültür merkezlerinde kent için simgesel ve algısal değerin yüksek olduğu tasarımların ortaya çıkmasına katkıda bulunulacağı düşünülmektedir.

Kaynaklar

1. **Alici, N. & Paktaş, M.G. (2020).** İç Mekânda Renk Algısı ve Psikolojiye Etkileri . *Modular Journal*, 3(1) , 89-105.
2. **Asar, H. (2013).** *Mimari Mekan Okumasında Algısal Deneyim Analizinin Bir Yöntem Yardımıyla İrdelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir, Türkiye.
3. **Aydın, S. (1986).** *Mekansal Değerlendirmede Algısal Yargılara Dayalı Bir Model*. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye.
4. **Aytem, N.M. (2005).** *Mimari Mekanda Renk, Form ve Doku Değişkenlerinin Algılanması*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye.
5. **Bayram, Ç. (2016).** *Kültür Merkezlerinin Sosyal Etkileşim Alanlarının Mekansal Dizim Yöntemi ile İrdelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye.
6. **Çetinkaya, Ç. (2015).** *Yeniden İşlevlendirilen Endüstriyel Mekanların Görsel Algı Değerlendirmesi: İzmir Havagazi Fabrikası*. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, İzmir, Türkiye.
7. **Ergüneş, F. (2019).** *Mimari Biçimlerin Görsel Algıya Etkisi; Konya'daki Otel Örneklerinin İncelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya, Türkiye.
8. **Ganiç, K. (2016).** *Kentsel Yapıtlar Üzerinden Bir Mekansal Bellek Okuması: Atatürk Kültür Merkezi(AKM)*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye.
9. **Göler, S. (2009).** *Biçim, Renk, Malzeme, Doku ve Işığın Mekan Algısına Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, İstanbul, Türkiye.
10. **Gümüş, İ. (2018).** *Kıyı Kentlerindeki İkonik Kültür Sanat Yapılarının Tasarım Kriterleri Üzerine Bir Değerlendirme*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye.
11. **Özkan, M. (1998).** *Kültür Merkezlerinde Mekan Organizasyonu Faktörleri*. Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi, Edirne, Türkiye.
12. **Polat, E. (2020).** *Son Dönem Kültür Sanat Yapılarının İkonik Değerleri Işığında Kengo Kuma ve Odunpazarı Modern Müzenin Değerlendirmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Fatih Sultan Mehmet Vakıf Üniversitesi, İstanbul, Türkiye.
13. **Sütlüoğlu, M.Ş. (2007).** *Kültür Merkezlerinde Mekan Ölçeğinde Malzeme Analizi: Büyük Salon Örneği*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye.
14. **Tellioğlu, S. & Satıcı, B. (2022).** İç Mekanda Uygulanan Renk Tercihinin Mekan Algısına Etkisi. *Teknoloji ve Uygulamalı Bilimler Dergisi*, 4(2) , 87-95.
15. **URL-1, (2023).** <https://sozluk.gov.tr/>
16. **URL-2, (2023).** <https://yigm.ktb.gov.tr/TR-9785/kultur-merkezleri.html>
17. **URL-3 (2018).** <https://webdosya.csb.gov.tr/db/mpgm/icerikler/ek-2-tablo-17-mayis-20180214143000.pdf>
18. **URL-4, (2023).** <https://www.archdaily.com/455063/cidade-das-artes-christian-de-portzamparc>
19. **URL-5, (2023).** https://www.archdaily.com/619294/casa-da-musica-oma/552c8e52e58ece2cfd0001aa-92806_-_philippe_ruault-jpg?next_project=no
20. **URL-6, (2022).** <https://www.ensonhaber.com/galeri/dunyanin-en-guzel-kultur-merkezi-haydar-aliyev>
21. **URL-7, (2022).** <https://www.aa.com.tr/tr/kultur-sanat/sydney-opera-evi-her-gun-binlerce-ziyaretci-agirliyor/1023866>
22. **URL-8, (2022).** https://en.wikipedia.org/wiki/National_Centre_for_the_Performing_Arts_%28China%29
23. **URL-9, (2022).** https://de.wikipedia.org/wiki/Kunsthau_Graz#/media/Datei:Grazer_Kunsthau_bei_Nacht.jpg
24. **URL-10, (2022).** <https://arquitecturaviva.com/articles/irreverent-icon>
25. **URL-11, (2023).** <https://akmistanbul.gov.tr/tr/fotograf-galerisi>
26. **URL-12, (2022).** <https://www.arkitektuel.com/berlin-filarmonik/>
27. **URL-13, (2022).** <https://www.overture-classictic.com/index.php/2017/02/27/valencia-opera-house/>