

DOĞADAN BİLİME BİYOMİMİKRI ÇALIŞMASININ OKUL ÖNCESİ ÇOCUKLARIN BİLİM MOTİVASYONLARINA ETKİSİNİN İNCELENMESİ*

EXAMINING THE EFFECT OF BIOMIMICRY STUDY FROM NATURE TO SCIENCE ON PRESCHOOL CHILDREN'S SCIENCE MOTIVATION

Mehmet Mart¹, Oğuz Serdar Kesicioğlu², Selda Gökhan³

ÖZ: Biyomimikri çalışmaları çocukların üreten, keşfeden, doğayı korurken teknolojiyi geliştirip geleceğimize yön veren bireyler olması açısından çok önemli bir yere sahiptir. Bu araştırmanın amacı da biyomimikri çalışmalarının çocukların bilimsel düşünme becerilerine etkisinin olup olmadığını ortaya koymaktır. Bu çalışmada tasarımı nicel araştırma yöntemlerinden yarı-deneysel araştırma yöntemi şeklinde tasarlanmıştır. Araştırmanın çalışma grubu rasgele olarak belirlenmiş olup, araştırma öncesinde aynı kurumda aynı yaş grubunda yer alan 24 çocuk araştırmaya dahil edilmiştir. Bu gruplar için, Okul Öncesi Çocuklar İçin Bilim Motivasyonu Ölçeğini ön test-son test şeklinde araştırma öncesinde ve sonrasında uygulamıştır. Elde edilen verilerin analizinde SPSS 26 programında normallik durumu için betimleyici analiz ve iki farklı durumda gözlenen (ön ve son test) değerleri karşılaştırmak için ilişkisiz örneklem t-testi kullanılmıştır. Araştırma sonucunda Okul Öncesi Çocuklar İçin Bilim Motivasyonu Ölçeği ön test ve son test toplam puan ortalamalarında; son test puan ortalamalarının ön test puan ortalamalarına göre daha yüksek olduğu ve bu farklılığın anlamlı olduğu belirlenmiştir. Analiz sonuçlarına göre, deney grubundaki çocukların yapılan eğitim süreci sonrasında bilim motivasyon düzeylerinin anlamlı şekilde yükseldiği belirlenmiştir. Bu da yapılan bilim eğitiminin, çocukların eğitim sürecinden pozitif yönde etkilenecek şekilde önemli bir bileşen olan motivasyonu yükselttiği şeklinde yorumlanmıştır. Çocukların bilim motivasyonu puanlarının ön test ve son test puanları üzerinden hesaplanan bu değere göre yapılan eğitimin belirgin bir etkiye sahip olduğu şeklinde yorumlanmıştır. Bu nedenle, biyomimikriye yönelik çalışmaların okul öncesi dönemden başlayabileceği ve bu konuda öğretmen, öğretmen adaylarına eğitimler düzenlenmesi önerilmiştir.

Anahtar sözcükler: Biyomimikri, okul öncesi, bilim, motivasyon.

ABSTRACT: Biomimicry studies have a very important place in terms of children becoming individuals who produce, discover, develop technology while protecting nature and shape their future. The aim of this study is to reveal whether biomimicry-based activities have an impact on children's scientific thinking skills. This study was designed as a quasi-experimental research method as a part of quantitative research methods. The study group of the research was randomly determined and 24 children in the same age group in the same preschool were included. For the participating groups, the Science Motivation Scale for Preschool Children was conducted as pre-tests and post-tests. In the analysis of the data, the descriptive analysis was used in SPSS 26 programme for normality and unrelated sample t-tests. As a result of the research, it was determined that the post-test score averages were higher than the pre-test score averages in the pre-test and post-test total scores of the Science Motivation Scale for Preschool Children. According to the results, it was determined that the science motivation levels of the children in the experimental group increased significantly after the process. This was interpreted as the science education was positively affected by the education process of the children, and increased motivation, which is an important component in education. According to this value calculated over the pre-test and post-test scores of children's science motivation scores, it was interpreted that the experimental process had a significant effect. Therefore, it is suggested that studies on biomimicry can start from preschool period and trainings should be organized for teachers and prospective teachers.

Keywords: Biomimicry, preschool, science, motivation.

Bu makaleye atf vermek için:

Mart, Mehmet; Kesicioğlu, Oğuz Serdar & Gökhan, Selda. (2024). Doğadan Bilime Biyomimikri Çalışmasının Okul Öncesi Çocukların Bilim Motivasyonlarına Etkisinin İncelenmesi, *Trakya Eğitim Dergisi*, 14(3), 1896-1907.

Cite this article as:

Mart, Mehmet; Kesicioğlu, Oğuz Serdar & Gökhan, Selda. (2024). Examining The Effect Of Biomimicry Study from Nature to Science On Preschool Children's Science Motivation. *Trakya Journal of Education*, 14(3), 1896-1907.

* Bu çalışma, 27-29 Ekim 2023 tarihleri arasında Hatay'da düzenlenen I. ESEP Eğitim Bilimleri ve Etkili Uygulamalar Kongresi'nde sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

¹ Doç. Dr., Necmettin Erbakan Üniversitesi, Konya/Türkiye, e-mail: dr.mehmetmart@gmail.com, ORCID: 0000-0001-5055-9951

² Prof. Dr., Giresun Üniversitesi, Giresun/Türkiye, e-mail: kesiciogluserdar@gmail.com, ORCID: 0000-0003-1176-1887

³ Bilim Uzmanı, Zübeyde Hanım Anaokulu, MEB, Sivas/Türkiye, e-mail: seldasoysal86@hotmail.com, ORCID: 0009-0000-3031-1967

EXTENDED ABSTRACT

Introduction

Biomimicry has emerged from imitating nature in developing technology (Avcı, 2019). In recent years, the process of designing human-made creations by taking inspiration from nature is generally referred to as biomimicry or biomimetics. Biomimicry involves analyzing the most successful developments in nature and then taking inspiration from them to solve human problems (Kennedy, 2006). Biomimicry defines sustainability as a fundamental principle and inspires us in sustainability efforts (Karabetça, 2018). Biomimicry is beyond reproducing a natural object or system and is not limited to designing something only 'green' or sustainable. Veliöğlu and Yakışan (2022) stated that biomimicry applications in STEM education contribute to the development of individuals' creativity, cognitive, and psycho-motor skills, and recommend including the concept of biomimicry in curricula starting from primary school level (Kandemir, Değirmenci, & Coşgun, 2022). Although they recommend including the concept of biomimicry in curricula starting from primary school level, Ergül (2023) indicated that biomimicry practices that take inspiration from nature and support children's active participation are suitable for early childhood. Additionally, it is seen that biomimicry studies with children should include problem-solving applications and cognitive processes. With these concrete experiences, children's scientific skills can also develop within such practices (Civelek & Özyılmaz Akamca, 2017). Science also helps children establish relationships in nature, understand them, and comprehend processes (Bulut Öngen & Ersay, 2022). Therefore, the following questions have been addressed along with this research.

1. Is there a statistically significant difference in science motivation scale scores between children participating in the Biomimicry Study from Nature to Science and those who do not participate?
2. Is there a statistically significant difference in science motivation scale pre-test-post-test scores for children who do not participate in the Biomimicry Study from Nature to Science?
3. Is there a statistically significant difference in science motivation scale pre-test-post-test scores for children participating in the Biomimicry Study from Nature to Science?

Method

Quantitative research methods, specifically the pre-test, post-test, two-group quasi-experimental model, were used in this study. In the study, the quasi-experimental design with an unbalanced pre-test-post-test was preferred. In the quasi-experimental model, in the unbalanced pre-test-post-test control group design; which group would be the experimental or control group is determined through random allocation (Özmen, 2019). The research was initiated with 14 children in the experimental group and 13 children in the control group. However, due to one child in the control group not being able to participate in the pre-test and two children in the control group not being able to participate in the post-test, a total of 24 individuals were included in the study, with 12 in each group. In the control group, 5 children (41.7%) were female and 7 (58.3%) were male. Similarly, in the experimental group, 5 children (41.7%) were female and 7 (58.3%) were male. Among the three children who were excluded from the study, one was male, and two were female. The Shapiro-Wilk test was used to examine the suitability of data obtained from the Science Motivation Scale for Preschool Children for parametric test techniques. In testing the normality assumption, the z statistic obtained by dividing the kurtosis and skewness coefficients by their standard errors was compared with the value of 1.96 at the 0.05 significance level (Field, 2009). Descriptive analysis was performed using SPSS 26 to determine the normality status of the data, and an independent samples t-test was used to compare pre-test and post-test values.

Through our study, children frequently made nature observations, conveyed their observations using techniques such as drawing, drama, and thus had the opportunity to practice the basic steps of scientific processes. In this context, 5 living beings, namely, sharks, birds, spiders, otters, and dragonflies, were considered, and a 5-day study was conducted for each creature. The total implementation period lasted for 5 weeks.

Findings

Findings related to the first sub-problem: In terms of the total scores on the Science Motivation Scale for Preschool Children, it is observed that the average scores of children in the control group (84.75) are higher than those of children in the experimental group (74.75), but this difference did not change significantly according to the group ($t(22) = 1.846$; $p > 0.05$). Based on the data obtained in the current study, since there was no significant difference between the pre-test scores of children in the control and experimental groups and the score averages were close, it can be interpreted that the motivation levels of

children did not differ between the groups before the applied intervention, meaning the groups can be considered equal at the beginning.

Findings related to the second sub-problem: In terms of the total scores on the Science Motivation Scale for Preschool Children pre-test and post-test in the control group; it is observed that the average post-test scores (85.08) are higher than the average pre-test scores (84.75), but this difference was not significant ($t(11) = -0.078; p > 0.05$). Accordingly, based on the data obtained in the current study, it can be interpreted that there was no significant difference in motivation levels of children in the control group when normal teaching processes continued.

Findings related to the third sub-problem: In terms of the total scores on the Science Motivation Scale for Preschool Children pre-test and post-test in the experimental group; it is determined that the average post-test scores (92.08) are higher than the average pre-test scores (74.75), and this difference is significant ($t(11) = 5.172; p < 0.05$). According to the analysis results, it is determined that the motivation levels of children in the experimental group significantly increased after the applied educational process.

Discussion and Conclusion

Through the implementation of biomimicry practices in the experimental group, children not only created realistic, economical, practical, and durable designs (Yıldırım, 2019) but also improved their scientific skills. The reason for the emergence of significant differences is the examination of living beings in our ecosystem used during the study process, together with the development of design solutions with children (El-Zeiny, 2012). As Avcı (2019) also pointed out, the design processes in biomimicry can enhance children's scientific and creative skills by developing their perspectives on nature. Similar findings were presented in this study, revealing a significant difference in the scientific motivation of children in the experimental group after five weeks of experimental practices. While Kandemir et al. (2022) mentioned the inclusion of biomimicry practices in the curriculum from the primary school level, this study demonstrates the impact of biomimicry practices on scientific motivation in preschool children and shows that biomimicry practices can be integrated into the educational process at the preschool level as well.

GİRİŞ

Doğa, tarih boyunca dünya üzerinde var olan tüm medeniyetleri çeşitli yönlerden etkiledi, insan hayatını şekillendirdi ve hala şekillendirmeye devam ediyor. Günümüzde insanlık, geçmişte olduğundan daha fazla doğaya ve sunduğu imkanlara bağımlı hale gelmiştir. Ayrıca, enerji verimliliği ve sürdürülebilirlik gibi kavramlara verilen önem de doğaya dönüşü işaret etmektedir (Eryılmaz, 2015). Biyomimikri, teknoloji geliştirilirken doğanın örnek alınarak geliştirilmesi ile meydana gelmiştir (Avcı, 2019). Son dönemlerde, doğadan ilham alarak insan yapımı tasarımlar süreci genellikle biyomimikri veya biyomimetizm olarak isimlendirilmektedir. Biyomimikri doğanın en başarılı gelişmelerini analiz ederek ardından bu tasarım ve süreçleri insan problemlerini çözmek için doğadan ilham almayı içerir (Kennedy, 2006). Biyonik, Biyometik, Biyomimikri, Biyotasarım, Biyomekanik, Organik Tasarım gibi terimlerin tümü, temelde 'doğadan öğrenme' kavramına dayanmaktadır. Canlıların doğada karşılaştıkları zorluklara geliştirdikleri çözümler, tasarımcıları doğadan ilham alarak ve doğayı taklit ederek çözüm arayışlarına yöneltmiştir. Bu yaklaşım, insanın doğadaki mucizelerden dersler çıkarması ve bu doğrultuda yenilikçi çözümler geliştirmesi üzerine kuruludur (Karabetça, 2016; Yıldız, 2012).

Doğadan ilham alarak oluşturulan bilimsel tasarım aşamasında biyomimikri faydalı bir araçtır. Şu anki haliyle günümüzdeki ve gelecekteki tasarımcılara, çağdaş bir yaklaşım sunmakta (Kennedy, 2006) ve tasarımcının istediği tasarım ve ürün sonucuna ulaşmasını sağlamaktadır (Keskin vd., 2021). Şekerci vd. (2023, s. 67) göre "Doğa, gelişigüzel bir döngü içinde varlığını devam ettirir; devam eden bu döngüde dünya, tıpkı doğa gibi çalışması gereken insanı da içinde barındırır. Bu nedenle tasarımcıların, tasarımlarında doğadan beslenerek ilham almaları ve beslenmeleri olağandır". Biyomimikri terimi doğanın yaşamını ve taklit edilmesini ifade eden bir kavramdır ve bu taklit, tasarımın yanı sıra yaşam içerisinde de kullanılabilir (Günaydın, 2019). Okullarda yapılacak biyomimikri tasarım çalışmaları, çocukların doğaya olan ilgi ve meraklarını artırmayı hedeflerken aynı zamanda yaratıcılık ve girişimcilik becerilerini geliştirmeyi amaçlamaktadır. Bu çalışmalar, çocukların üretim yeteneklerini ilerletirken mühendislik süreç becerilerini de güçlendirecek şekilde tasarlanmıştır. Ayrıca, biyomimikri uygulamaları sırasında çocuklar, tasarımlarında gerçekçilik, ekonomiklik, kullanılabilirlik ve dayanıklılık gibi önemli tasarım özelliklerine dikkat etme becerilerini de kazanacaklardır. Bu sayede, çocuklar sadece doğaya olan bağlılıklarını artırmakla kalmayacak, aynı zamanda gelecekteki üretkenliklerini ve yenilikçiliklerini destekleyecek temel yetenekleri edineceklerdir (Yıldırım, 2019).

Tasarım süreçleri sonunda ortaya çıkan yeni malzemeler ve teknolojiler biyomimikrinin etkileri sonucudur (Frazer, 2001 akt: Günaydın, 2019). Biyomimikri tasarımının odak noktası doğal çevreden uyumlu fikirleri bulmak ve bu fikirleri var olan çevrenin ihtiyaçlarına uyumlu çözümler olarak değerlendirmektir (Moghaddami, 2019).

Biyomimikri, doğadan ilham alırken doğanın içindeki şekilleri, süreçleri, döngüleri ve sistemleri referans alarak, çevreye daha az zarar veren çözümler ve teknolojiler geliştirmek için doğanın öğretilerini kullanır. Biyomimikri, doğanın örneklerini takip etmeyi amaçlar; bu örnekler, doğal yaşam süreçlerini teşvik eder. Böylelikle, benzer şekilde işlev görebilen ve benzer hedeflere ulaşabilen bir yapay dünya oluşturma imkânı tanır (Goss, 2009). Biyomimikri, birçok tanımlamayla ifade edilebilecek bir kavramdır: 'yeni bir inovasyon disiplini', 'yenilikçi bir tasarım anlayışı', 'çok disiplinli tasarım yaklaşımı', 'doğayla yeni bir ilişki' veya 'sürdürülebilir gelişim etiği'. Bu yaklaşım, temelde tüm canlılara saygı göstermeyi hedeflerken aynı zamanda günümüz insanlığının karşılaştığı sorunların doğada çözümlerinin bulunduğu inanır. Biyomimikri, sürdürülebilirliği temel ilke olarak tanımlar ve sürdürülebilirlik çalışmalarında bize ilham vermektedir (Karabetça, 2018). Örnek olarak, doğada ağaçtan düşen bir yaprak, karıncalar için değerli bir besin kaynağı olabilir. Benzer şekilde, örneğin Cesarea Ağacı, yetiştirdiği meyveler nedeniyle çeşitli türleri barındırarak çeşitliliği sürdürürken aynı zamanda bulunduğu ekosistemde birçok organizmanın türünün devam etmesine de katkı sağlar (Karabetça, 2015 akt: Avcı, 2019). Biyomimikri, doğal bir nesneyi veya sistemi yeniden üretmekten daha fazlasını ifade eder ve sadece 'yeşil' veya sürdürülebilir olarak kabul edilen bir şeyi tasarlamakla sınırlı kalmaz. Öncelikle bir organizma veya ekosistemin ayrıntılı bir incelemesi yapılır, sonra da doğal çözümde bulunan temel tasarım prensipleri dikkatle uygulanır (El-Zeiny, 2012).

Bütün eğitim kademelerinde biyomimikri tasarım çalışmalarının yaygınlaşması, çocukların doğaya yönelik izlenimlerini değiştirerek, bilimsel düşünme yeteneklerini güçlendirecek ve yaratıcı düşünme gücünü artıracaktır (Avcı, 2019). Günlük hayatta kolayca var olan ve genellikle herhangi bir bilgimiz olmadan sıklıkla kullanılan biyomimetik, köklü bir geçmişi olan alandır (Hwang vd., 2015). Merak duygusuna sahip çocukların doğada zaman geçirmeleri diklerinde ve doğanın kusursuz düzeninin gözlemcileri olmaları sağlandığında yenilikçi ve yaratıcı potansiyellerini ortaya çıkaracaklardır (Avcı, 2019). Biyomimikri çocukların okulda kazandıkları farklı alanlara ait kazanımlar arasındaki sınırları kaldırır ve çocukların kazandıkları bilgileri ile gerçek dünya arasında ilişki kurmasını sağlar. Biyomimikri, yenilikçi bir yaklaşım olmakla beraber teknolojiyi yeniden hayal etmek ve dünyayı yeniden tasarlamayı amaçlar. Bu sayede çocukların yaratıcılıklarına ve dünyalarını şekillendirme isteklerine değinirken, tasarım ve proje tabanlı etkinlikler aracılığıyla problem çözme becerilerini geliştirmektedir (Biomimicry Institute, 2017).

Biyomimetik ürünlerin doğadaki formlara benzediği algısı yaygındır. Ürünler tabii ki biçimsel olarak ilham alınan bir şeye benzer olabilir, ancak biyomimetik tasarımda amaç, bir analogi oluşturmak değil doğanın yaratıcılığını kullanmaktır. Doğadan ilham alma sadece biçimsel olarak değil, aynı zamanda malzeme ve işlevsel açıdan da gerçekleşebilir (Arslan Selçuk & Gönenç Sorguç, 2007).

Literatür incelendiğinde Velioğlu ve Yakışan (2022), STEM eğitimindeki biyomimikri uygulamalarının bireylerin yaratıcılığını, bilişsel ve psiko-motor becerilerini geliştirmeye katkıda bulunduğunu belirtmiştir ve Biyomimikri kavramının ilkökul seviyesinden itibaren öğretim programlarında bulunması tavsiye etmektedirler (Kandemir, Değirmenci, & Coşgun, 2022). Biyomimikri kavramının ilkökul seviyesinden itibaren öğretim programlarında bulunması tavsiye etmesine rağmen, Ergül (2023) doğadan ilham alan ve çocuklarına aktif katılımlarına destek olarak öğrenme sorumluluklarına imkân sağlayan biyomimikri uygulamalarının erken çocukluk dönemine uygun olduğunu belirtmiştir. Aynı zamanda çocuklarla yapılan biyomimikri çalışmalarının problem çözme uygulamaları ve düşünsel süreçler içermesinin önemli olduğu görülmektedir. Bu somut tecrübeler ile birlikte çocukların bilimsel becerileri de paralelinde gelişecektir (Civelek & Özyılmaz Akamca, 2017). Bilim aynı zamanda çocukların doğa içerisindeki ilişkileri kurmaları, anlamlandırmaları ve süreçleri anlamaya yardımcı olur (Bulut Öngen & Ersay, 2022). Bilim ve teknoloji gün geçtikçe hayatımızın merkezinde yer almaya başlıyor (Yılmaz & Dikici Sigirtmac, 2021), ve bu durum da okul öncesi dönemdeki çocukların bilim motivasyonlarının ve doğa temelli olan biyomimikrinin arasındaki ilişkiyi ön plana çıkartmaktadır. Bilim motivasyonu bilime karşı yetenek, var olan ve gelecek ile ilgili bilimsel becerileri bilmek ve anlamak, sınıflarında ve çevrelerindeki bilimsel süreçleri ilgi göstermektir (Mantzicoloulos, Patrick, & Samarapungavan, 2008).

Bu bilgiler ışığında bu çalışmada; biyomimikri temelli etkinliklerin okul öncesi dönem çocukların bilimsel motivasyon farkındalığı üzerindeki etkilerin incelenmesi amaçlanmaktadır. Bu amaca ulaşmak için aşağıdaki sorulara cevap aranmıştır.

1. Doğadan Bilime Biyomimikri Çalışmasına katılan ve katılmayan çocukların bilim motivasyon ölçeği puanları istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermekte midir?
2. Doğadan Bilime Biyomimikri Çalışmasına katılmayan çocukların bilim motivasyon ölçeği ön test-son test puanları istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermekte midir?
3. Doğadan Bilime Biyomimikri Çalışmasına katılan çocukların bilim motivasyon ölçeği ön test-son test puanları istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermekte midir?

YÖNTEM

Bu bölümde araştırmanın modeli, çalışma grubu, veri toplama araçları, verilerin toplanma süreci, eğitim programının uygulanması ve verilerin analizi detaylı bir şekilde ele alınmıştır.

Araştırmanın Modeli

Bu araştırmada, ön-test, son-test, iki gruplu yarı-deneysel model olan nicel araştırma yöntemleri kullanılmıştır. Araştırmada, yarı deneysel desenin ön test-son test eşitlenmemiş deseni tercih edilmiştir. Bu desen, bireylerin deney ve kontrol gruplarına rastgele atanmadığı durumlarda kullanılır. Önemli bir fark, gerçek deneysel desen ile yarı deneysel desen arasında, gruplara rastgele atanma veya atanmama durumudur. Yarı deneysel model içerisindeki ön test ve son test eşitlenmemiş kontrol gruplu modelde; başlangıçta rastgele atama yapılmayan gruplardan hangisinin deney veya kontrol grubu olacağı, tesadüfi atama yöntemiyle belirlenir (Özmen, 2019). Yarı-deneysel yöntemde, araştırma grupları rasgele olarak belirlenmiştir (Cohen, Manion, & Morrison, 2011), bu durumda eğitim programında yer alan ve almayan öğretmenlere göre gruplar rasgele belirlenmiştir.

Çalışma Grubu

Bu araştırmada çalışma grubu, Sivas ilindeki resmi bağımsız anaokuluna devam eden 4-5 yaş çocuklardan olup kontrol ve deney grupları olarak tanımlanan iki farklı sınıftaki 27 çocuktan oluşturulmuştur. Kontrol ve deney grubu oluşturulurken, eğitim-öğretim yılı başında okul idaresi tarafından rasgele olarak sınıflar oluşturduğundan, projede yer almak isteyen (etkinlik tasarlanmasında rol alma) öğretmenin sınıfı deney grubu olarak rasgele olarak seçim yapılmıştır. Deneysel çalışma sonunda aynı etkinlikler kontrol grubu çocukların öğretmenleri ile paylaşılarak, bu imkândan faydalanmaları da sağlanmıştır.

Veriler, örnek grubunda bulunan ve 'Doğadan Bilime Miyomimikri' projesinde yer alan ve aynı okulda bu projede yer almayan çocuklardan, Mart 2023'de ön test olarak, daha sonra ise projenin bitiş tarihi olarak planlanan Nisan 2023 tarihinde son test uygulamaları, çocukların serbest zamanlarında çocukların eğitim süreçleri etkilenmeyecek şekilde farklı bir odada bire bir görüşme metodu ile ölçekler uygulanmıştır. Ön-test uygulamalarından sonra deney grubunda yer alan çocuklara aşağıdaki proje kapsamında etkinlikler, okul öncesi eğitim programı (Milli Eğitim Bakanlığı, 2013) uygulamalarına ek olarak sunulmuştur. İki gruba da son-test uygulamaları yapıldıktan sonra, etkinlik planları kontrol grubu öğretmeni ile paylaşılarak onların da uygulamalarına olanak tanınmıştır.

Deneysel desen olarak tasarlanan araştırmada deney grubunda 14 ve kontrol grubunda 13 çocuk ile çalışma başlatılmıştır. Ancak kontrol grubunda bir çocuğun ön teste katılamamış olması ve kontrol grubunda da iki çocuğun son teste katılamamış olması sonucunda her iki grupta da 12' şer olmak üzere toplam 24 kişi araştırmaya dahil edilmiştir. Çalışmanın kontrol grubundaki çocukların 5'i (%41,7) kız ve 7'si (%58,3) erkektir. Deney grubundaki çocukların dağılımında aynı şekilde 5'i (%41,7) kız ve 7'si (%58,3) erkektir. Araştırmadan çıkan üç çocuğun ise biri erkek ve ikisi kızdır.

Veri Toplama Araçları

Araştırmada veri toplama aracı olarak, Oppermann vd. (2018) tarafından geliştirilen ve Yılmaz ve Dikici Sığırtmaç (2021) tarafından Türkiye'de geçerlilik ve güvenilirlik çalışması yapılan, Bilim Motivasyon Ölçeği kullanılmıştır. Bu ölçek 28 maddeden ve iki alt boyuttan (özgüven ve eğlence) oluşmakta olup eğitimci uygulamasına dayalı bir ölçektir. Türkçeye uyarlama çalışmalarında, Cronbach's α değeri özgüven boyutu için .86 ve eğlence boyutu için .85 olarak hesaplanmıştır. Bu araştırmada bilim motivasyon ölçeği tek boyut olarak kullanılmıştır.

Ölçeğin Güvenirliği

Araştırma kapsamında kullanılan Okul Öncesi Çocuklar İçin Bilim Motivasyonu Ölçeği'nden (OÖÇBMÖ) elde edilen puanların güvenirliliği için hesaplanan Cronbach α güvenirlilik katsayısı $\alpha= 0,87$ olarak bulunmuştur. Bu değer, tek boyutlu ölçeğin tümüne ait güvenirlilik katsayısının yüksek olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla, bu değer genel anlamda ölçeğin güvenirliliğinin yeterli olduğunu destekleyen bir kanıt olarak kabul edilebilir (Tezbaşaran, 1997).

Verilerin Analizi

Çalışmada ele alınan probleme ilişkin verilerin analizi için öncelikle parametrik test varsayımlarının kontrolüne yönelik test sonuçları incelenmiştir. Okul Öncesi Çocuklar İçin Bilim Motivasyonu Ölçeği'nden elde edilen verilerin parametrik test tekniklerine uygunluğunun incelenmesi kapsamında normallik varsayımının sınanması için Shapiro-Wilk testi kullanılmıştır. Gruplardaki birey sayıları 30'dan küçük olduğunda, normal dağılım varsayımını kontrol etmek için Shapiro-Wilk testi tercih edilmiştir. Ayrıca, normallik varsayımının test edilmesinde, basıklık ve çarpıklık katsayıları ile bu katsayıların standart hatalarına bölünmesiyle elde edilen z istatistiğinin 0,05 anlamlılık düzeyinde 1,96 değeriyle karşılaştırılması yapılmıştır (Field, 2009). Elde edilen verilerin analizinde, SPSS 26 programı kullanılarak normallik durumu için betimleyici analiz yapılmış ve ön test ile son test değerlerini karşılaştırmak için ilişkisiz örneklem t-testi kullanılmıştır.

DeneySEL İşlem

Yürüttüğümüz bu çalışma ile çocuklar sık sık doğa gözlemlerine başvurmuş, resim, drama gibi tekniklerle gözlemlerini aktarmış; bu sayede bilimsel süreçlerin temel basamaklarını da uygulama fırsatı bulmuşlardır. Bu kapsamda, köpekbalığı, kuşlar, örümcek, kunduz, yusuçuk olmak üzere 5 canlı ele alınmış, her canlı için 5 gün çalışma yapılmıştır. Toplam uygulama süresi 5 hafta sürmüştür.

Tablo 1.

DeneySEL işlemde kullanılan etkinliklere ilişkin bilgiler

Etkinlik Adı	Süre	Yapılan Etkinlikler
Kuşlar	5 gün	1. gün: Türkçe (tanıtım) 2. gün: Görsel sunum (tanıtım) 3. gün: Türkçe (tasarım) 4. gün: Türkçe etkinliğinde hikâye anlatımı (hikaye kitabı kullanılarak) 5. gün: Sanat Etkinliği (tasarım)(kanadı kırık baykuşa kanat onarımı için tasarım)
Köpekbalığı	5 gün	1. gün: Köpekbalığı görsellerinin tanıtımı, 2. gün: köpekbalığı ile ilgili hikaye kitabının Türkçe etkinliğinde okunması 3. gün: Köpekbalığı ile ilgili şarkının müzik etkinliğinde dinletilerek hareketleri ve figür oyuncakları ile drama çalışmasının yapılması, 4. gün: Köpekbalığının özelliklerinden faydalanılarak yapılan tasarım örneklerinin çocuklara gösterilmesi, konu ile ilgili sohbet edilmesi. 5. gün: Verilen problem durumuna uygun olarak sanat etkinliğinde tasarım yapılması
Örümcekler	5 gün	1. gün: Türkçe etkinliğinde örümcekler parmak oyunu ile konuya giriş yapılması 2. gün: Görsel sunumlarla örümcek görsellerinin sınıfta sergilenmesi,

Tablo 1 devamı ...

Etkinlik Adı	Süre	Yapılan Etkinlikler
Örümcekler	5 gün	<p>3. gün: Köpük tabaklar vb. artık materyallerle sanat etkinliğinde kolaj tekniği ile örümcek yapımı</p> <p>4. gün: Örümceklerinin özelliklerinden ilham alınarak üretilen tasarımların çocuklara tanıtılması,</p> <p>gün: Sanat etkinliği ile bacağı zarar gören örümceğe bacak tasarlanması</p>
Kunduz	5 gün	<p>1. gün: Kunduzlara ait görsellerin ve videoların görsel sunum ile çocuklara tanıtılması,</p> <p>2. gün: Kunduzları anlatan hikaye ve dergilerin Türkçe etkinliği saatinde çocuklarla incelenerek üzerine sohbet edilmesi,</p> <p>3. gün: Kunduzların baraj yapımına ait video ve görsel sunumlarla gösterilmesi, kunduzların fiziksel yapıları, diş, vücut yapılarının ağaçlara şekil vermelerine olan katıklarının açıklanması,</p> <p>4. gün: Türkçe etkinliğinde yuvasını yapan kunduz hikayesinin çocuklara anlatılması</p> <p>5. Gün: Yuvası yıkılan kunduzla sanat etkinliği ile yeni yuva yapımı çalışmasının uygulanması</p>
Yusufçuk	5 gün	<p>1. gün: Görsel sunumlarla çocuklara yusufçuk böceğinin tanıtılması,</p> <p>2. gün: Drama ve oyun etkinliğinde yusufçukların kanat çırpışı ve uçuşlarının taklit edilerek dans edilmesi,</p> <p>3. gün: Yusufçuk temalı sanat etkinliğinin yapılması,</p> <p>4. gün: Yusufçuk kuşlarının kanat yapılarından faydalanılarak helikopter tasarımlarının yapıldığının görsellerle desteklenerek Türkçe etkinliği sırasında anlatılması,</p> <p>5. gün: Kanadı kırılan yusufçuk hikayesinin anlatımı sonrasında sanat etkinliğinde çocuklardan yeni kanat tasarımı yapmalarının istenmesi.</p>

Tablo 1’de görüldüğü üzere, her bir canlı için 5 gün farklı etkinlikler uygulanmıştır.

Tablo 2.

Çalışmada ele alınan hayvanlar ve yapılan çalışmalara ilişkin bilgiler

Kuşlar ilk olarak ele alınmış, çocuklar sınıfa gelmeden farklı kuş türlerine ait görseller sınıfa asılmıştır. Kuşlarla ilgili hikayeler anlatılmış, dergilerle, videolar çocuklarla buluşturulmuştur. Eğitimi tarafından yazılan kuş hikayesi ile çocukların kuşların özellikleri evde de tekrar etmelerine fırsat verilmiştir. Kuş özellikleri ile kuş özelliklerinden ilham alınan icatlar ve teknolojik tasarımlar çocuklara tanıtılmıştır. Son olarak baykuş ile ilgili kısa bir hikaye anlatılarak baykuş kanadının tamiri için yapılabilecekler sorulmuş ve çözümlerini kolaj tekniği ile hazırlanan sanat masasında ürüne dönüştürmeleri için fırsat verilmiştir.



Köpekbalığı çalışması için köpekbalığı resimleri sınıfa asıldı ve çocukların incelemelerini fırsat verilmiştir. Köpekbalığı ile ilgili hikayeler anlatılarak, çocukların farklı görsellerle köpekbalıklarının özelliklerini tanımalarına fırsat verilmiştir. Sınıftaki köpekbalığı figürlü oyuncaklarla deniz ortamı oluşturulmuştur. Çocuklarla köpekbalığı dansı yapılarak, köpekbalığı derisinin özellikleri çocuklara anlatılmıştır. Bu özellikte üretilen profesyonel yüzücü mayolarının üretildiği, köpekbalığının yüz şeklinin yüzmesini sağladığı kolaylıklar yıla çıkılarak tasarlanan araba modelleri gösterilmiştir. Son aşamada ağlara takılıp kuyruğu zarar gören bir köpekbalığı hikayesi anlatılarak çocukların probleme çözüm üretenlerin rehberlik edilerek tasarımlarını oluşturmalarına fırsat verilmiştir.



Tablo 2 devamı ...

Örümcekler çalışması için örümcek isimli parmak oyunu ile dikkat çocukların dikkati çekilerek, görsellerle örümcek türleri tanıtılmıştır. Çocuklarla örümcek dansı ve yürüyüşü taklit edilmiştir. Örümcek temalı dergileri çocukların incelemelerini fırsat verilmiştir. Sanat etkinliklerinde örümcek yapımına yer verilerek, örümceklerin ağ özelliklerinin dikkate alınarak ince dayanıklı çelik halatların üretildiği, yürüme şekilleri ve bacak yapılarından da robot tasarımlarının olduğu anlatılmıştır. En son aşamada bacağı zarar gören bir örümcek hikayesi anlatılarak çocukların probleme çözümler üretmelerine ve çözümlerini üç boyutlu tasarıma dönüştürmelerine fırsat verilmiştir.



Kunduz çalışması için çocuklara kunduzlarla ilgili dergiler ve görseller hazırlanarak çocukların incelemelerine fırsat verilmiştir. Baraj yapımındaki rolleri, kunduzların ağaçlara şekil verme, yuvalarını oluşturmalarına dair görseller videolar çocuklarla paylaşılmıştır. Kunduzların baraj yapımı ile ilgili özellikleri tanıtılarak çocuklara yuvası yıkılan kunduz hikâyesi anlatılarak çocukların probleme dair çözüm üretmeleri ve çözümlerini artık materyallerle tasarımlara dönüştürmeleri için fırsat verilmiştir.



Yusuçuklar ile ilgili çocuklara basılı ve video görselleri gösterilerek çocukların yusuçukları tanımalarına, farklı özelliklerini fark etmelerine fırsat verilmiştir. Yusuçukların kanat yapıları drama ve oyunlarla taklit edilmiştir. Sanat etkinliğinde çocuklar yusuçuk kuşu yapmışlardır. Yusuçukların uçuşları, inişleri ve kanat yapılarından esinlenerek helikopter tasarımlarının ortaya çıktığı çocuklara anlatılmıştır. Çocuklara kanadı kırık yusuçuk hikayesi anlatılmış ve hikâye yarıda bırakılarak çocukların probleme dair çözüm üretmeleri ve çözümlerini artık materyallerle tasarımlara dönüştürmeleri için fırsat verilmiştir.



Tablo 2'de ise, Tablo 1'deki etkinliklerin detaylı olarak nasıl uygulandığı ve bu etkinliklerin uygulama süreçlerinde ortaya çıkan ürün örnekleri görülmektedir.

Etik Konular

Araştırma için Necmettin Erbakan Üniversitesi Sosyal ve Beşerî Bilimler Bilimsel Araştırmalar Etik kurulunun 05 toplantı sayılı ve 2024/221 karar numarası ile etik kurul onayı alınmıştır. Araştırmaya başlamadan önce Çalışma grubunda bulunan çocuklar için ebeveynleri 'Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu' imzalamışlardır.

BULGULAR

Araştırma süreci sonunda, toplanan veriler analizi sonucunda elde edilen bulgular ve bu bulgulara ilişkin yorumlar bu bölümde sunulmuştur. Bulgular, araştırmanın genel amacı doğrultusunda özetlenerek açıklanmıştır.

Birinci alt probleme ilişkin bulgular: Doğadan Bilime Biyomimikri Çalışmasına katılan ve katılmayan çocukların ön test puanlarına ilişkin göre dağılımlarının normal olduğu belirlendikten sonra grupların Okul Öncesi Çocuklar İçin Bilim Motivasyon Ölçeği toplam puanlarının incelenmesinde ilişkisiz örneklem için t-testi kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 3.

Kontrol ve Deney Grubu Okul Öncesi Çocuklar İçin Bilim Motivasyon Ölçeği Toplam Puanlarının Karşılaştırılmasına İlişkin Bağımsız Gruplar İçin t-Testi Sonuçları

	Grup	n	\bar{X}	ss	T	sd	p
OÖÇBMÖ	Kontrol	12	84,75	15,29	1,846	22	0,078
	Deney	12	74,75	10,88			

Tablo 3 incelendiğinde Okul Öncesi Çocuklar İçin Bilim Motivasyon Ölçeği toplam puan ortalamalarında; kontrol grubundaki çocukların ortalama puanlarının (84,75) deney grubundaki çocukların ortalama puanlarına (74,75) göre daha yüksek olduğu ancak bu farklılığın gruba göre anlamlı olarak değişmediği görülmektedir ($t(22)= 1,846; p>0,05$). Bu doğrultuda mevcut araştırmada elde edilen verilere göre, kontrol ve deney grubundaki çocukların ön test puanları arasında anlamlı farklılık olmaması ile puan ortalamalarının yakın olması gruplardaki çocukların motivasyon düzeylerinin uygulanan işlem öncesinde farklılık göstermediği yani grupların başlangıçta birbirlerine denk kabul edilebileceği şekilde yorumlanabilir.

İkinci alt probleme ilişkin bulgular: Doğadan Bilime Biyomimikri Çalışmasına katılmayan çocukların ön test ve son test puanlarına ilişkin göre dağılımlarının normal olduğu belirlendikten sonra grupların Okul Öncesi Çocuklar İçin Bilim Motivasyon Ölçeği toplam puanlarının incelenmesinde bağımlı örneklem için t-testi kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 4’de verilmiştir.

Tablo 4.

Kontrol grubu okul öncesi çocuklar için bilim motivasyon ölçeği ön test ve son test toplam puanlarının karşılaştırılmasına ilişkin bağımlı gruplar için t-testi sonuçları

	Grup	N	\bar{X}	ss	T	sd	p
OÖÇBMÖ	Ön Test	12	84,75	15,29	-0,078	11	0,939
	Son Test	12	85,08	15,08			

Tablo 4 incelendiğinde kontrol grubundaki çocukların Okul Öncesi Çocuklar İçin Bilim Motivasyon Ölçeği ön test ve son test toplam puan ortalamalarında; son test puan ortalamalarının (85,08) ön test puan ortalamalarına (84,75) göre daha yüksek olduğu ancak bu farklılığın anlamlı olmadığı görülmektedir ($t(11)= -0,078; p>0,05$). Bu doğrultuda mevcut araştırmada elde edilen verilere göre, kontrol grubundaki çocukların normal öğretim süreci devam edildiğinde motivasyon düzeylerinde anlamlı bir farklılık görülmediği şekilde yorumlanabilir.

Üçüncü alt probleme ilişkin bulgular: Doğadan Bilime Biyomimikri Çalışmasına katılan çocukların ön test ve son test puanlarına ilişkin göre dağılımlarının normal olduğu belirlendikten sonra grupların Okul Öncesi Çocuklar İçin Bilim Motivasyon Ölçeği toplam puanlarının incelenmesinde bağımlı örneklem için t-testi kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 5’de verilmiştir.

Tablo 5.

Deney grubu okul öncesi çocuklar için bilim motivasyon ölçeği ön test ve son test toplam puanlarının karşılaştırılmasına ilişkin bağımlı gruplar için t-testi sonuçları

	Grup	N	\bar{X}	ss	T	sd	p
OÖÇBMÖ	Ön Test	12	74,75	10,88	5,172	11	0,000
	Son Test	12	92,08	8,39			

Tablo 5 incelendiğinde deney grubundaki çocukların Okul Öncesi Çocuklar İçin Bilim Motivasyon Ölçeği ön test ve son test toplam puan ortalamalarında; son test puan ortalamalarının (92,08) ön test puan ortalamalarına (74,75) göre daha yüksek olduğu ve bu farklılığın anlamlı olduğu belirlenmiştir ($t(11)=5,172$; $p<0,05$). Analiz sonuçlarına göre, deney grubundaki çocukların yapılan eğitim süreci sonrasında bilim motivasyon düzeylerinin anlamlı şekilde yükseldiği belirlenmiştir. Bu da yapılan bilim eğitiminin, çocukların eğitim sürecinden pozitif yönde etkilenecek şekilde eğitimde önemli bir bileşen olan motivasyonu yükselttiği şeklinde yorumlanabilir.

Ayrıca deney grubundaki çocukların ön test ve son test puan değişimlerinin etki büyüklüğü (*Cohen's d*) hesaplandığında bu değer 1,772 olduğu belirlenmiştir. Çocukların bilim motivasyon puanlarının ön test ve son test puanları üzerinden hesaplanan bu değere göre yapılan eğitimin büyük etkiye sahip olduğu ve çocukların motivasyon düzeylerindeki değişimde etkilerinin çok olduğu şeklinde yorumlanabilir.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Okul öncesi dönem çocukları genel olarak doğa ile olan ilişkileri hayvanlar ve bitkiler ile ortaya çıkmakta (Polat & Demirci, 2022) fakat biyomimikri ile birlikte teknolojik gelişmeler doğanın temel alınması ile birlikte ortaya çıkmaktadır (Avcı, 2019). Okul öncesi eğitim ile birlikte hem doğa ile ilişki kurulmaya başlar hem de bilimsel düşünme becerileri ile birlikte problem çözme ve ilişkiler kurma süreçleri başlar. Bu yüzden de bu dönemde bulunan çocukların teknolojik tasarımların temeli olan biyomimikri ile erken yaşta tanışmalarının bilimsel motivasyonlarını arttırıp arttırmayacağına yönelik olarak yapılan bu deneysel çalışma ile çocukların doğadan öğrenmeleri, tasarımlar ve gelişmelere güncel yaklaşıma sahip olabilmesi, yaşamın içerisindeki yerini anlamlandırabilmesi, gerçekçi, ekonomik ve tekrar kullanılabilirliklerini (Günaydın, 2019; Karabetça, 2016; Kennedy, 2006; Yıldırım, 2019; Yıldız, 2012) keşfetmeleri açısından önemli bir yere sahiptir.

Bu çalışmada yer alan kontrol ve deney grubu çocukları, benzer özelliklere sahip olmaları ile uygulanan doğadan bilime biyomimikri etkinliklerinin etkisinin etkin olara görülüp görülemeyeceğini ortaya koymaktadır. Kontrol ve deney gruplarında ön test ve son test puanları arasında farklılıklar ortaya çıkarken, kontrol grubundaki artış anlamlı bir farklılık oluşturmayacak düzeyde iken deney grubunda yer alan çocukların bilim motivasyonu anlamlı bir düzeyde artış göstermiştir. Bu bağlamda, deney grubunda uygulanan biyomimikri uygulamaları ile çocuklar hem gerçeğe uygun tasarımlar oluşturmuş, ekonomik, kullanışlı ve dayanıklı tasarımlar (Yıldırım, 2019) ile bilimsel becerilerini de geliştirmişlerdir. Anlamlı farklılığın ortaya çıkmasına sebep olan çalışma sürecinde kullanılan çevremizdeki ekosistemde bulunan canlıların incelenmesi ile birlikte tasarımsal çözümlerin çocuklar ile birlikte geliştirilmiş olmasıdır (El-Zeiny, 2012). Bunun sebebi ise, Avcı'nın (2019) da belirttiği gibi biyomimikrideki tasarım süreçleri ile birlikte çocukların doğaya yönelik bakış açıları geliştirilerek, bilimsel ve yaratıcılık becerileri arttırılabilmektedir. Yapılan bu çalışma ile de benzer durum ortaya konularak beş hafta süren deneysel uygulamalar sonucunda deney grubunda yer alan çocukların bilimsel motivasyonlarında anlamlı bir farklılık olduğu ortaya çıkmıştır. Kandemir vd. (2022) yaptığı çalışmada ilkökul seviyesinden itibaren biyomimikri uygulamalarının programa dahil olmasından bahsederken, yapılan bu çalışma ile birlikte okul öncesi düzeyde uygulanan biyomimikri çalışmalarının bilimsel motivasyona etkisinin olduğu ve okul öncesi dönemde de biyomimikri uygulamalarının öğretim sürecine dahil edilebileceği ortaya konmuştur.

Okul öncesi dönemde günlük uygulamalara ek olarak uygulanan biyomimikri çalışmaları ile çocukların doğa ile bağ kurarak, bilimsel motivasyonları üzerine bir etkinin olup olmadığını belirlemeye yönelik yapılan uygulamalar ile çocukların bilimsel motivasyonlarında kontrol grubuna kıyasla belirgin bir artış olduğu ortaya çıkmış olup, okul öncesi dönemde biyomimikri çalışmaları çocukların bilimsel becerilerinin desteklenmesinde kullanılabilirliği ortaya konmuştur. Araştırma sonuçlarına göre, biyomimikrinin okul öncesi düzeyden itibaren sürece dahil edilmesi, öğretmen ve öğretmen adaylarının biyomimikri konusunda bilgilendirilerek çocuklar için daha donanımlı etkinlikler planlamaları ve müfredat içerisinde biyomimikriye de yer verilmesi önerilmektedir.

KAYNAKÇA

- Arslan Selçuk, S., & Gönenç Sorguç, A. (2007). Mimarlık tasarımı Paradigmasında Biomesis'in Ektisi [Impact of Biomimesis in Architectural Design Paradigm]. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 22(2), 451-459.
- Avcı, F. (2019). Doğa ve İnovasyon: Okullarda Biyomimikri. *Anadolu Öğretmen Dergisi*, 3(2), 214-233. <https://doi.org/10.35346/aod.604872>
- Biomimicry Institute. (2017). Sharing Biomimicry With Young People. Geliş tarihi 28 Şubat 2024, gönderen <https://asknature.org/resource/sharing-biomimicry-with-young-people/>
- Bulut Öngen, M., & Ersay, E. (2022). Erken Çocuklukta Bilime Yönelik Motivasyonun Ölçülmesi: Bir Uyarlama Çalışması. *Gazi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 8(1), 45-61. <https://doi.org/10.30855/gjes.2022.08.01.004>
- Civelek, P., & Özyılmaz Akamca, G. (2017). Açık Alan Etkinliklerinin Okul Öncesi Dönemdeki Çocukların Bilimsel Süreç Becerilerine Ait Kazanımlarının Gelişimine Etkisi. *Turkish Studies: International Periodical for the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic*, 12(18), 173-194.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2011). *Research Methods in Education* (7. bs). Oxon: Routledge.
- El-Zeiny, R. M. A. (2012). Biomimicry as a Problem Solving Methodology in Interior Architecture. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 50, 502-512. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.08.054>
- Ergül, A. (2023). Analojik Akıl Yürütmenin Biyomimikri ile Desteklenmesi: Doğa ile Öğrenen Çocuklar. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 21(2), 879-904.
- Eryılmaz, H. (2015). Biyomimikri ve Eronomi: tasarımda Doğadan yenilikçi İlham. *Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 3(3), 469-474.
- Field, A. P. (2009). *Discovering Statistics Using Spss*. Sage: London.
- Goss, J. (2009). *Biomimicry: Looking to Nature for Design Solutions* (Unpublished MA Thesis). Corcoran College of Art + Design, Washigton, DC.
- Günaydın, C. (2019). *A Model to Interpret Bio-Inspired Design and Its Impact on Design Curricula* (Unpublihsed MSc Thesis). İzmir Institute of Technology.
- Hwang, J., Jeong, Y., Park, J. M., Lee, K. H., Hong, J. W., & Choi, J. (2015). Biomimetics: forecasting the future of science, engineering, and medicine. *International Journal of Nanomedicine*, 10, 5701-5713. <https://doi.org/10.2147/IJN.S83642>
- Kandemir, N., Değirmenci, S., & Coşgun, M. A. (2022). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Biyomimikri Örneklerini Günlük Yaşam ve Fizik Kavramlarıyla İlişkilendirme Becerilerinin İncelenmesi. *Turkish Journal of Primary Education*, 7(1), 25-43.
- Karabetça, A. R. (2016). *Biyomimikri Destekli Mekan Tasarımı Ölçütleri ve Bu Ölçütlerin Örnekler Üzerinde İncelenmesi* (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, İstanbul.
- Karabetça, A. R. (2018). Biyomimikri Destekli Tasarım Ölçütleri ile Yenilikçi Mekanlar Yaratılması. *The Turkish Online Journal of Design, Art and Communication*, 8(1), 104-111. <https://doi.org/10.7456/10801100/010>
- Kennedy, S. (2006). Biomimicry/biomimetics: General Principles and Practical Examples. *The Science Creative Quarterly*. <https://www.scq.ubc.ca/biomimicrybimimetics-general-principles-and-practical-examples/>

- Keskin, R., Kaya, L. G., & Yücedağ, C. (2021). Mekansal tasarımda doğadan esinlenme: Armadillo'dan acil durum barınağına dönüşüm. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 22(1), 78-87.
- Mantzicoloulos, P., Patrick, H., & Samarapungavan, A. (2008). Young children's motivational beliefs about learning science. *Early Childhood Research Quarterly*, 23, 378-394. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2008.04.001>
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2013). *Okul Öncesi Eğitim Programı [Preschool Education Programme]*. Ankara. <http://tegm.meb.gov.tr/dosya/okuloncesi/ooproram.pdf>
- Moghaddami, H. J. (2019). *Re-Thinking Biophilic Design Patterns in Preschool Environments for Children* (Unpublished MA Thesis). Middle East Technical University, Ankara.
- Oppermann, E., Brunner, M., Eccles, J. S., & Anders, Y. (2018). Uncovering young children's motivational beliefs about learning science. *Journal of Research in Science Teaching*, 55(3), 399-421. <https://doi.org/10.1002/TEA.21424>
- Özmen, H. (2019). Deneysel araştırma yöntemi. Özmen, H. & Karamustafaoğlu, O. (Ed.). *Eğitimde araştırma yöntemleri içinde* (2. Baskı), (s. 198). Ankara: Pegem Akademik.
- Polat, Ö., & Demirci, F. G. (2022). COVID-19 Sürecinde Okul Öncesi Dönem Çocuklarının Doğaya Karşı Bakış Açılarının İncelenmesi [Preschool Children's Perspective On Nature During the Covid-19 Pandemic]. *Temel Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 2(1), 1-16. <https://doi.org/10.55008/te-ad.1038480>
- Şekerci, C., Beşkaya, B., & Taştan, Z. (2023). Son 10 Yılda Tasarlanan Serpentine Pavilyonlarının Biomimikri ve Parametrik Tasarım Açısından Biçimsel Analizi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (50), 66-78. <https://doi.org/10.31590/ejosat.1235945>
- Tezbaşaran, A. A. (1997). Likert Tipi Ölçek Geliştirme Kılavuzu (İkinci Baskı). Ankara: Türk Psikologlar Derneği
- Velioğlu, D., & Yakışan, M. (2022). Ortaokul 7. Sınıf Öğrencilerinin Biyomimikri Algılarının Çizimler Aracılığı ile Belirlenmesi. *Kastamonu Education Journal*, 30(1), 120-129. <https://doi.org/10.24106/kefdergi>
- Yıldırım, B. (2019). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının STEM Eğitiminde Biyomimikri Uygulamalarına Yönelik Görüşleri. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 39(1), 63-90.
- Yıldız, H. (2012). *Endüstri Ürünleri Tasarımı Kapsamında Biyometrik Tasarımın Yeri ve Metodolojisi* (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Yılmaz, M. M., & Dikici Sigirtmac, A. (2021). Turkish Adaptation of Preschool Children's Science Motivation Scale: A Validity and Reliability Study. *European Journal of Educational Research*, 10(2), 891-906. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.10.2.891>