


Analojik Akıl Yürütmenin Biyomimikri ile Desteklenmesi: Doğa ile Öğrenen Çocuklar

Supporting Analogical Reasoning with Biomimicry: Children Learning with Nature

Ayşegül Ergül

Yazar Bilgileri

Ayşegül Ergül 
Dr. Öğr. Üyesi, Dumlupınar
Üniversitesi, Eğitim Bilimleri,
aysegul.ergul@dpu.edu.tr

ÖZ

Gelişim biliminin somuttan soyuta ve bilinenden bilinmeyene ilkeleri, hem çocukların ilerlemekte oldukları gelişimsel süreçlere hem de kendilerine sağlanması gereken olanakların özelliklerine ışık tutmaktadır. Çocukların doğa ve yaşam hakkında bilgi ve beceri sahibi olabilmeleri için, hâlihazırdaki bilgilerini temel alarak geliştiren gerçek deneyimlere ihtiyaçları vardır. Yeni bilgilerle karşılaşan çocuklar düşünme süreçlerinde karşılaştırma, ilişki kurma ve benzetme gibi becerileri kullanmaktadır. Bu becerilerin geliştirilebilmesi için, çocukların zihinleriyle birlikte ellerini yani çeşitli motor becerilerini kullanmalarına olanak sağlayan okul içi ve dışı süreçlerin oluşturulması gerekmektedir. Bu derleme çalışmasında, düşünme becerilerinin önemli bir parçası olan analojik akıl yürütmeyi erken dönemde desteklemek için yararlanılabilecek yollardan biri olan biyomimikri alanı incelenmektedir. Biyomimikri, ekolojinin önemli bir parçası olan çocukların, çevrelerindeki varlıkları derinlemesine öğrenen ve dünyaya katkı getiren bireyler olarak yaşamlarını sürdürmelerini sağlayacak bakış açısı kazanmalarına yardımcı olacağı düşünülen bir bilim alanıdır. Çalışma kapsamında erken çocukluk döneminde biyomimikri uygulamalarının hayata geçirilmesine yönelik öneriler paylaşılmıştır.

Makale Bilgileri

Anahtar Kelimeler
Doğa ile bağlantı
Analojik akıl yürütme
Biyomimikri
Erken çocukluk

Keywords
Connection with nature
Analogical reasoning
Biomimicry
Early childhood

Makale Geçmişi
Geliş: 14.08.2022
Düzeltilme: 29.06.2023
Kabul: 13.07.2023

ABSTRACT

The principles of development science from concrete to abstract and from the known to the unknown shed light on both the developmental processes in which children are progressing and the characteristics of the opportunities that should be provided. In order for children to have knowledge and skills about nature and life, they need real experiences that build on their current knowledge. Children who encounter new information use skills such as comparison, relationship building and analogy in their thinking processes. In order to develop these skills, it is necessary to establish in-school and out-of-school processes that allow children to use their hands, that is, various motor skills, together with their minds. In this review, the field of biomimicry, one of the ways that can be used to support analogical reasoning, an important part of thinking skills, is examined. Biomimicry is a field of science that is thought to help children, who are an important part of ecology, gain a perspective that will enable them to continue their lives as individuals who learn deeply about the beings around them and contribute to the world. Within the scope of the study, suggestions for biomimicry practices in early childhood were shared.

Makale Türü

Derleme

Önerilen Atıf Ergül, A. (2023). Analojik akıl yürütmenin biyomimikri ile desteklenmesi: Doğa ile öğrenen çocuklar. *TEBD*, 21(2), 879-904. <https://doi.org/10.37217/tebd.1161851>

Giriş

Düşünme ve ilgili beceriler dikkate alındığında insan türünü diğer canlılardan farklılaştıran bazı özellikler olduğu kabul edilmektedir. Farklı bilim dallarında ve her an yapılmakta olan keşifler bu kabulleri güncellemeye devam etmekle birlikte, mevcut bilgiler ışığında bazı genel noktalar dikkati çekmektedir. Beyin kapasitesinin öğrenme açısından sınırsız olması, deneyimlerden faydalanma ve bunları geliştirerek sonraki kuşaklara aktarabilme, deneme-yanılma ve keşif sonucunda düşünce ve davranışları düzenleyebilme, uyum konusunda daha esnek olma (beyin plastisitesi) ve belki de en farklı özellik olarak dilin etkin biçimde kullanımı ilk olarak akla gelen başlıklardır.

Dil düşünceyi aktarır ve mümkün kılar. Dilin sesler, kelimeler, dilbilgisi gibi üst yapı özellikleri ve dilsel bir varlığın altında yatan anlamı ifade eden derin yapı özellikleri vardır. Dilde her zaman yüzeyde görünenden daha fazlası bulunur. Analoji yapmak ve metafor yaratmak için dil kullanılmaktadır. Bunlar mecazi dilin örnekleridir ve anlamayı kolaylaştırmak için insanlar bunlara ihtiyaç duymaktadır. En basit biçimde, eğer bir şeyin (A) belirli bir niteliği olduğu biliniyorsa ve başka bir şeyin (B), A'ya benzer olduğu söylendiyse; B hakkında çıkarım yapmak için bu analoji kullanılır (Minda, 2021).

Analoji teriminin karşılığı olarak benzeşim terimi de kullanılmaktadır. Ancak benzeşim terimi, analogik düşünmenin neticesinde tespit edilen duruma, yani benzerliğe vurgu yapmakla birlikte, bilişsel bir süreç olarak ele alınan analoginin temsilinde eksik kalmaktadır. Analoji bilişsel bir süreç olarak ele alındığında benzerliğin kendisinden ziyade, benzerliği bulma yönündeki karşılaştırma edimini görülmektedir. Analoji özgün bir akıl yürütme yolu değil, bir yargıya varma sürecidir (Coşkun-Nesterova, 2022). Amaç-araç analizi gibi sezgisel kestirme yolları ile en baştan başlamak yerine, daha önce çözülen benzer özelliklerdeki başka bir problem akla getirilir ve çözüm mevcut olan problem durumuna uygulanır (Smith ve Kosslyn, 2014).

Analojiler, kavramların somutlaştırılarak anlaşılmasını sağlamak için kullanılabileceği gibi, bireyin kavramsal değişimleri daha pratik bir şekilde gerçekleştirmesi için de kullanılabilir (Korucu, 2019). Minda (2021), analogilerin ve metaforların evrensel ve kültürel alt yapılarından bahsetmiştir. Metaforlar, insanların anlayışını çerçeveleyip çıkarımı teşvik etmektedir. İnsanlar olaylar ve durumlar arasında analoji yapmakla sınırlı kalmamakta, yeni çıkarımlar ve şemalar üretmektedir (Holyoak, 2012).

Üst düzey bilişsel becerilerden biri olan analoji, hem öğrenme aracı hem de öğrenme çıktısıdır (Richland ve Simms, 2015). Analogilerin çocukların öğrenme süreçleri için önemi ve yararları pek çok araştırmada ortaya konulmuştur (Blake, 2004; Christie, Gao ve Ma, 2020; Haglund, Jeppsson ve Andersson, 2012; Uzun, Cingöz ve Şata, 2022). Duit (1991), analogilerin öğrencilerin kavramsal değişimleri öğrenme, anlamayı kolaylaştırma, kuramsal ve soyut bilgileri zihinde canlandırma, ilgileri

teşvik etme ve öğretmenleri öğrencilerin önceki bilgilerini dikkate almaya yönlendirme açısından önemli rol oynayacağını vurgulamıştır.

Analojik akıl yürütme becerileri, matematik ve fen gibi bilimin farklı alanlarında pek çok farklı yöntemle çocuklara kazandırılmaya ve değerlendirilmeye çalışılmaktadır. Yapılan bu çalışmalar, çocukların analojik akıl yürütme becerileri için gelişim özelliklerini ve farklı bakış açılarının dikkate alınmasını vurgulamaktadır (English, 2004; Lv, Li, Guo, He ve Liu, 2022; Richland, Morrison ve Holyoak, 2006; Vendetti, Matlen, Richland ve Bunge, 2015). Bu çalışmada, hem çocukların analojik düşünmeyi öğrenmelerine hem de ilgili becerilerin değerlendirilmesine katkı getirecek yollardan biri olan biyomimikri incelenmektedir. Doğadan esinlenen ve çocukların etkin katılımını sağlayarak öğrenme sorumluluğunu almalarına fırsat verdiği düşünülen biyomimikri uygulamalarının, erken çocukluk dönemine pek çok açıdan uygun olduğu düşünülmektedir.

Biyomimikri, canlıların doğada yaşamak için yerine getirdiği işlevleri incelemekte; bu yolla ürünleri ve süreçleri doğaya göre şekillendirmektedir (Biomimicry Institute, 2017-2021). İlham almak için doğaya bakan biyomimikri, çocukları yapım, mühendislik tasarımı ve doğayı öğrenmeye dâhil etmede yenilikçi bir yol sağlamaktadır. Biyomimikrinin disiplinler arası doğası, çocukları yaşam bilimi, kimya, fizik ve mühendislik gibi çeşitli bilimsel alanlara dâhil etmektedir. Çocuklar, insanlığın karşı karşıya olduğu acil sorunları sadece öğrenmekle kalmamakta; aynı zamanda çözümler üretirken kendi düşünce ve yaratıcılıklarını uygulama fırsatları bulabilmektedir (Williams, Barber ve Sheppard, 2019).

Doğa ile olan bağlantılarının artırılması bakımından çocukların yaşadıkları şehirlerin (Derr ve Lance, 2012; Ünal ve Özen, 2021) ve oyun alanlarının, ekolojik işlevler ve yaşam alanları sağlamanın yanı sıra çocuklarda empati geliştirme, doğayı keşfetme ve koruma için biyofilik özelliklere sahip olması (Cengiz ve Boz, 2019), çok daha fazla önem verilmesi gereken konulardır.

İnsanların doğaya dair öngörülerini, güçlü merhamet hissi içerecek şekilde ve radikal bir biçimde gözden geçirmeye ihtiyacı vardır. Bunun için de duygusal katılım ile beslenen bir anlayış anahtar noktadır. Doğa, sadece öğrenilmesi gereken unsurları barındıran ve yılda birkaç defa ziyaret edilen bir yer değildir. Özellikle çocukluk yıllarında günlük olarak içine *dalınması* gereken bir çevredir (Sampson, 2019). İnsan düşüncesinin somut yansımalarından biri olan analojik akıl yürütme ile oluşturulan benzetmeler, doğa ve doğadaki varlıkları da kapsamaktadır. Çocukların doğaya, canlı ve cansız varlıkların özelliklerine dair ilgileri, gelişimlerinin en öne çıkan özelliklerinden biri olan araştırma merakları ve öğrenme için gereksinim duydukları noktalar düşünüldüğünde, biyomimikri bakış açısı özellikle erken çocukluk döneminden itibaren eğitimsel çalışmalara dâhil edilmelidir.

Çocuk Düşüncesinde Benzerlik Kurma Becerisinin Gelişimi

Çocukların okul öncesi dönemde sembolik dili anlamaya başladığı görülür. Benzetme ve mecazlar (eğretileme/metafor) gibi sembolik dilin çeşitli örnekleri ile günlük konuşmalarda ve öykü kitaplarında karşılaşmaktadırlar. Çocuklar, diğer kişilerin kullandıkları mecazlara verdikleri yanıtlar ve sözel etkileşimlerdeki sözcük dağarcıkları ile bütünleştirerek anlambilimsel bilgilerini geliştirmektedirler (Otto, 2021). Ebeveynler, çocuklarının sorularına analogi kullanarak veya açık olmayan benzetme içeren nedenselliği dikkate alarak açıklama yapmaktadır (Gao, Que, Tan, Zhang ve Christie, 2022). Uzun yıllardan beri yapılan araştırmalarda yürümeye yeni başlayan çocukların bile, nedensellik ve benzerlik ilişkileri bağlamında analogilerden yararlandıkları görülmüştür (Chen, Sanchez ve Campbell, 1997; Goswami, 1991).

Pouscoulous ve Tomasello (2020), üç yaşından küçük çocukların ince bir şişe yerine *yuvurlak* bir şişeye atıfta bulunmak için, *büyük göbekli şişe* örneğinde olduğu gibi algısal benzerliklere dayalı metaforları anladıklarını göstermiştir. Zhu, Goddu ve Gopnik (2020), dört ve beş yaşındaki çocukların kavramlar arasında işlevsel benzerliklere dayalı *bulutlar süngerdir; çatılar şapkadır* gibi soyut metaforları anladıklarını ortaya çıkarmıştır. Özellikle, küçük çocuklar işlevsel metaforlar *çatılar şapkadır* ve anlamlı olmayan ifadeler *köpekler makastır* arasında ayırım yapabilmektedir. Hatta bir grup çocuk, metaforlardaki kavramlar arasında var olan *çatı ve şapka sizi örter* gibi işlevsel benzerlikleri açıkça belirtmiştir.

Metafor, büyük yaşlarda gerçek anlamdan oldukça uzakta bir noktayı işaret edebilirken erken çocukluk döneminde analogiye benzer bir işlevle kullanılabilir. Analogide metafordan farklı olarak benzerlik gösteren yapı ya da işlev gibi yönler açıklanmaktadır. Analogik akıl yürütmenin genellikle beş alt işlemden oluştuğu kabul edilmektedir. İlk aşamada, uzun süreli bellekten benzer bir örneğe ulaşırken hedefi çalışma belleğinde tutmak yer almaktadır. İkinci işlem örtüştürmedir. Çalışma belleğinde hem kaynak hem de hedef tutulur ve kaynağın özellikleri hedef ile örtüştürülür. Üçüncü işlemde yapılan değerlendirme ile analoginin yararlı olma durumuna karar verilir. Bir sonraki işlem olan soyutlamada, kaynak ve hedef arasında paylaşılan yapı ayrıştırılır. En son aşamada, kaynaktan hareket edilerek hedefin özellikleri hakkında tahmin ve hipotezler geliştirilir (Smith ve Kosslyn, 2014). Bjorklund'a (2021) göre analogik akıl yürütme, henüz bilinmeyen bir şeyin anlaşılmasına yardımcı olması için önceden bilinen bir şeyin kullanılmasıdır. Analogiler, benzerlik ilişkisine dayalıdır.

Çocukların analogilerini etkileyen bazı faktörler bulunmaktadır. İlki ilişkisel kaymadır. Küçük çocuklar algısal benzerlikleri daha çok tercih ederken daha büyük çocuklar ve yetişkinler ilişkisel benzerlikler kurabilirler. Çocukların bir problemi nasıl temsil ettiği, akıl yürütmelerini temellendirdikleri ve tanımladıkları ilişkinin türüne bağlıdır. İkinci faktör bilgidir. Çocuklar bilinen ve bilinmeyen arasındaki ilişkiye tanıdık olduklarında analogi anlamlı hale gelmektedir (Bjorklund, 2021).

Analojik problem çözenin daha etkili olabilmesi için tanıdık alan ve problem hakkında bilgi sahibi olmak gereklidir. Yetersiz bilgi analogi ve problem arasındaki bağın görülmesini zorlaştırabilir. Yeterli bilgi sahibi olduğunda ise problem ve örnek tanıdık bir özellik taşıyorsa analoginin başarısız olma olasılığı vardır (Schunk, 2009). Analogide ortaya çıkan üç önemli süreç, kontrollü anlamsal erişim, engelleyici kontrol ve ilişkisel bütünleşmedir. Altı yaşına gelindiğinde çocukların analogik akıl yürütme becerilerinde büyük bireysel farklılıklar bulunmaktadır (Whitaker, Vendetti, Wendelken ve Bunge, 2017).

Üstbiliş, yani kişinin ne yaptığını bilmesi, analogik akıl yürütmeyi kolaylaştıran bir diğer faktördür. Çocuklar benzer problemlerin çözümü hakkında bilgilendirildiklerinde bir sonraki problemde analogi stratejilerinde farkındalık kazandıkları görülmüştür (Bjorklund, 2021). Paralel olarak araştırmalar, özellikle yürütücü işlevlerdeki gelişimin ve bireysel farklılıkların analogik akıl yürütme becerilerini etkilediğini göstermektedir (Blums, Belsky, Grimm ve Chen, 2017; Simms, Frausel ve Richland, 2018). Çocukların dikkat becerileri ve dikkati etkileyen noktalar da bu analogileri fark etme ve oluşturma süreçlerinde etkilidir (Glady, French ve Thibaut, 2017; Guarino, Wakefield, Morrison ve Richland, 2022).

Piaget'e göre çocuklar 11-12 yaşına kadar transdüktif akıl yürütme yaparlar; bu tür bir akıl yürütme, analogik akıl yürütmenin çocukların kullandığı biçimdir. Bu özelden özele giden, genellemelerden ve mantıksal zorunluluktan yoksun bir akıl yürütme yöntemidir. Çocuk kendine özgü bakış açısından ayrılamamakta, öncülleri öncül olarak kabul edememekte ve bu öncüllerle mantıklı bir akıl yürütme yapamamaktadır. Bunun sonucunda akıl yürütme eylemi bitleştirme ve senkretizm yaparak iki şekilde gerçekleşmektedir. Bitiştirerek analogik düşünmede ayrıntılar arasında bağlantı vardır ancak zorunluluk yoktur, egosantriktir, ayrıntılar bütüne egemendir. Senkretizm türü analogik düşünmede her şey her şeye bağlanır, bütün ayrıntıya egemendir, olmayacak şeylerle ilgili bütün her şey birbirine bağlanır (Piaget, 2017).

Analojik akıl yürütmenin diğer bir boyutu da analogi içeren sorular -çita gibi koşabilir misin?- sorabilmektir. Çocuklarla yapılan çalışmalarda analogi içeren sorular, üst düzey sorular kapsamında yer almaktadır. Yıldız-Demirtaş, Karadağ ve Gülenç (2018) tarafından yapılan araştırmada, çocuklarla felsefe öğretim programının okul öncesi dönemdeki çocukların felsefi sorgulama sürecinde oluşturdukları soruların düzeyini ve verdikleri cevapların niteliğini geliştirdiği bulunmuştur. Benzer olarak BİLSEM'e devam eden öğrencilerin Sokratik sorgulama seminerlerinde sordukları, tartışmak için oylamaya sundukları ve seçtikleri soruların düşük düzeyden (bilgi, kavrama, uygulama) üst düzeye (analogi, provakatif, paradoks, analiz, belirsizlik toleransı) doğru gelişim gösterdiği belirlenmiştir (Bahtiyar, 2019).

Çocukların nereden doğuştan gelen neden-sonuç ve benzerlik kurmaya dayalı olan analogik akıl yürütme becerilerinin gelişiminde öğretmenlerin rolü büyüktür. Ülkemizde gerçekleştirilen okul öncesi dönemdeki analogi çalışmaları incelendiğinde öğretmenlerle ve bilim-fen alanında yapılan çalışmalar öne çıkmaktadır. Okul öncesi eğitim öğretmenlerinin bilim ve bilim eğitimi kapsamında hem bilgi hem de yöntem-teknik açısından daha fazla desteğe ihtiyacı bulunmaktadır (Dağlı ve Dağlıoğlu, 2020; Yağmur-Kolcu ve Öztuna-Kaplan, 2020; Yılmaz, Özen-Uyar ve Dikici-Sığırtmaç, 2020). Analogi, inceleme gezileri ve proje çalışmaları öğretmenlerin kendilerini yetersiz hissettikleri yöntem ve tekniklerin başında gelmektedir (Okur ve Okur-Akçay, 2021). Analogi, fen kavramlarının öğreniminde öğretmenler tarafından yeterince vurgulanmamaktadır (Önal ve Kızılay, 2021).

Çocukların mantıklı ya da ihtiyaç duyulan türde çıkarımlara götüren analogik akıl yürütme becerilerini geliştirmek için, doğada var olan gerçek varlık ve durumları deneyimlemesinin önemli olduğu düşünülmektedir. Basit, hikâye tarzı, oyunlaştırılmış ve resimli olmak üzere dört farklı türde yapılan analogilerde dikkat edilmesi gereken noktalardan biri çocukların etkin katılımıdır. Yetişkinler özellikle de öğretmenler, biyomimikri gibi uygulamalı çalışmalarla çocukların analogileri fark etmesini ve yenilerini oluşturmasını sağlamalıdır. Bu sayede çocuklar, hem analogik düşünme becerilerini geliştirecek hem de yaşamakta oldukları dünyaya ilişkin sağlam temelleri olan bir bilgi ve beceri dağarcığının ilk adımlarını atabileceklerdir.

Etkin bir öğrenen ve düşünür olarak çocuklar, bilgiyi nesnelere ve düşüncelerle etkileşim içinde iken oluşturmaktadır. Sürekli soru sormak ve bilmek isterler ve çok erken yaşlarda bile bazı amaçları vardır (Atak, 2017). Çocukların kendi öğrenmelerinden sorumlu olmaları, düşünme becerilerini ne kadar iyi kullandıklarıyla ilgilidir. Çocuklar bilginin yapılandırılmasıyla ilgili anlayışın değişmesi ile birlikte, bilgiyi alan konumdan oluşturan konumuna gelmişlerdir (Koyuncu-Şahin ve Akman, 2018). Doğa ve barındırdığı canlı/cansız unsurlar öğrenme açısından sınırsız bir kaynak çeşitliliği sunmaktadır.

İnsan bedeni, zihni ve algıları doğa ile bağ kurmak üzere tasarlanmıştır. Deneyim, akıl hocalığı ve kavrayış çocukların doğa dostu bireyler olarak yetişmelerinde önemli faktörlerdir. Çocuklar doğa ile fiziksel olarak meşgul olduklarında bağ kurabilirler. Biyomimikri, canlanıp büyüyen bir insan-doğa ilişkisine geri götürecektir potansiyele sahip, doğa ve teknolojinin kesiştiği yepyeni bir alandır (Sampson, 2019).

Doğa-İnsan İlişkisini Onarma Çabası: Biyomimikri

Yeni bir inovasyon disiplini olan biyomimikri veya biyomimetrik kavramı hakkında *çok disiplinli tasarım yaklaşımı* veya *doğa ile yeni bir ilişki* gibi tanımlamalar yapılmaktadır. Bu terim, Benyus tarafından 1997 yılında yayımlanan kitabında ilk defa ifade edilmiştir. Biyomimikri çerçevesinde gerçekleştirilen tasarımlar mimari, otomotiv, endüstriyel tasarım gibi birçok alanda görülmektedir.

Biyomimikri farklı alanları birleştirdiği gibi, hayatın farklı alanlarına da uyarlanabilmektedir (Caferoğlu, 2021). Biyomimikri, insanlar ve tüm canlılar için faydalı ve biyolojik çeşitliliği koruyan bir çevre inşa etmek üzere doğanın sahip olduğu ilkeleri kullanır (Selçuk ve Sorgu, 2007). Doğadaki modelleri inceleyen biyomimikri, insan sorunlarını sürdürülebilir bir yolla çözmek için bu formları, süreçleri, sistemleri ve stratejileri taklit etmekte ve sürdürülebilirlik için ekolojik bir standart kullanmaktadır (Rao, 2014). Biyolojiye benzeterek tasarım, biyomimikri olarak adlandırılır (Kennedy, 2017).

Benyus (2022), doğanın model, ölçü ve akıl hocası olarak ele alınabileceğini; biyomimikri ya da biyobenzetimin doğadan neler elde edilebileceğini değil neler öğrenilebileceğini gösteren bir devrim olarak nitelendirmektedir. Akıl hocası olarak doğanın görülmesi ile yaşayan dünya ile insan arasındaki ilişkinin değişeceğini vurgulamıştır. Doğadan öğrenmenin tek yolu, iyi fikirlerin kaynağı olan doğallığı korumaktır. Yeryüzündeki var olan ekolojik yasalardan en kesin olanı, bir türün bütün kaynaklara sahip olduğu sadece kendine özel bir alanının olamayacağı ve mutlaka paylaşım yapması gerektiğidir. Biyomimikri, yeryüzünün insanlığa uyum sağladığı bir süreç değil, insanların yeryüzüne uyum süreci için bir fırsat olabilir. Biyomimetrik bir geleceğe ulaşmak için teknolojik değişikliklerden daha fazla, alçakgönüllülük ve karar değişikliğine ihtiyaç duyulmaktadır.

Biyomimikri bakış açısıyla bir tasarım oluşturmak için bazı temel süreçler bulunmaktadır. En üst düzeyde verimliliğin sağlanması için tanımlama, analiz etme, gözleme, seçme, uygulama ve değerlendirme adımları izlenir. 1480'lerde Da Vinci'nin ve 1900'lü yıllarda Wright kardeşlerin doğadan esinlenen fikirleri geliştirirken izledikleri adımlar da bunlardır. Günümüzde arı peteklerinden teleskopların, yarasalardan akıllı bastonların ve kozalaklardan akıllı kumaşların geliştirilmesini sağlayan benzer süreçlerdir (Kasap ve Kasap, 2021). Bir canlının özelliklerini inceleyerek mühendislik çalışması yapma işlemi aşamalara ayrılabilir (Yıldırım, 2019). Bu aşamalar sırasıyla canlının özelliklerinin incelenmesi, canlının kâğıt üzerine çizimi yapılması, canlının çiziminden yola çıkarak mühendislik tasarımının çiziminin yapılması, yapılan tasarım planı çizimlerinin hayata geçirilerek bir model veya prototip üretilmesi olarak sıralanabilir (Alperen, 2020).

Biyomimikri, son derece özelleşmiş veya teknik bir konu gibi görünebilir. Ancak bütün yaştaki -okul öncesi çocukları bile- öğrenciler etkili bir şekilde sunulduğunda biyomimikriyi kavrama kapasitesine sahiptir. Biyomimikri, çocukları doğaya yeniden bağlamak, sınıfı açık havaya almak ve bu hasarlı ilişkiyi onarmak için bir fırsattır (Biomimicry Institute, 2017-2021).

Doğayı Öğrenme Yaklaşımı Yerine Doğadan Doğa İle Öğrenme

Ebeveynleri ve onların ebeveynleri kadar dışarıda zaman geçiremeyen çocukların doğa deneyimleri giderek azalmaktadır. Bu sadece çocukların gelişimleri ilgili bir sorun değildir. Çocukluğun doğasını yok etme eğilimi, insanların yaşadıkları yerleri ve geleceğini de tehdit

etmektedir. Çözülemedi en hayati sürdürülebilirlik sorunu bilim ve teknolojiye ziyade, zihin ve eğitim alanlarıyla ilgilidir. Zihinlerdeki değişimin başlaması için doğayı *öznel* olarak görmek gereklidir. Öznelin ilişkileri vardır. İnsan da dâhil tüm organizmaların birbirleriyle olan ilişkilerinin ve dünyayı nasıl deneyimlediklerinin öğrenilmesi, doğa ile daha yakından bir ilişki kurulmasını sağlayabilir. Biyomimikri, çocukları ve yetişkinleri çevrelerindeki *insan-dışı* dünyadan yola çıkarak oluşturulmuş yaratıcı yeni zirvelere erişmek için teşvik eden ve bilim eğitimine bakmak için güçlü bir penceredir. Sürdürülebilirlik kavramından daha çok, insan ve doğanın birlikte gelişebileceği ve değişimi de barındıran *serpilebilirlik* öne çıkmaya başlamaktadır (Sampson, 2019).

Biyomimikri eğitiminde yaştan bağımsız olarak, gösterilen tüm çabaların öğrencilere doğal dünyayı görme ve değer vermenin yeni bir yolunu sağlamayı amaçlaması önerilmektedir. Yaşa uygun biyomimikri eğitimini planlarken, konuyu tartışmak için uygun bir kelime dağarcığı ve karmaşıklık düzeyi ile hedef kitlenin ilişki kurabileceği biyomimikri örnekleri seçme göz önünde bulundurulması gereken bazı faktörler arasındadır (Biomimicry Institute, 2017-2021).

Avcı'ya (2019) göre ekoloji gibi bilim dalları biyomimikriyi beslemektedir. 2023 Eğitim Vizyon Belgesi'nde çocuklarda ekolojik okuryazarlık becerisinin gelişimine yer verilmiştir. Okullarda biyomimikri çalışmalarının yapılması çocukların doğaya ilişkin farkındalık, bakış açısı, gözlem yeteneği ve bilgi artışını sağlayarak; uzun zaman harcadıkları sanal ortamdan uzaklaşıp, tekrar doğa ile ilişkilerini canlandırmak için yararlı olabilir. Biyomimikri tasarım çalışmalarının her kademedeki eğitim kurumlarında yaygınlaşması, çocukların doğaya bakış açısını değiştirerek, bilimsel düşünme becerisini, yaratıcı ve üretici düşünme gücünü güçlendirecektir.

Genel olarak daha küçük yaşta öğrenciler, deneyimledikleri veya ilham veren organizma ile biyomimetik çözüm arasında açık bir görsel benzerlik içeren örnekleri daha kolay anlamaktadır. Öğrencilerin biyomimikriyi kavrayabilmeleri ve kullanabilmeleri için, hem biyolojik stratejiler hem de tasarım çözümleri ile ilgili olduğundan işlev kavramını anlamaları gerekir. Bu çok ileri bir kavram gibi görünmekle birlikte, okul öncesi dönemde bile çocuklar işlerin nasıl yürüdüğünü (örneğin yapıştırıcı, iki şeyi birbirine yapıştırmanın bir yoludur) zaten öğrenmektedirler. İnsanların kullanmakta oldukları basit işlevlere ve stratejilere olan aşinalıkları, doğadaki benzer işlevleri ve alternatif stratejileri (örneğin çoraplara ya da hayvanların tüylerine kancalı dikenleri ile tutunan tohumların cırt cırt ilham kaynağı olması) anlamak için bir geçit olabilir (Biomimicry Institute, 2017-2021).

Çocukların var olan bilgilerini transfer ederek analogiler oluşturacakları örnekler, gelişim ilkelerinden olan yakından-uzaya bakış açısıyla belirlenmelidir. Çocuklar gerçek nesnelere ya da bunların modelleri, video sunumları ve/veya fotoğraflar gibi somut kanıtlar ile öğrenme şemaları doğrultusunda, doğadaki unsurlar ile hayatındaki bilindik varlıklar arasındaki ilişkiyi fark edebilirler.

İlk başlarda bir yetişkin rehberliğinde ilerleyen bu benzerlik bulma süreci, analogik düşüncenin bir alışkanlık ya da öğrenme şeması haline gelmesi ile çocuklar tarafından da gerçekleştirilebilir.

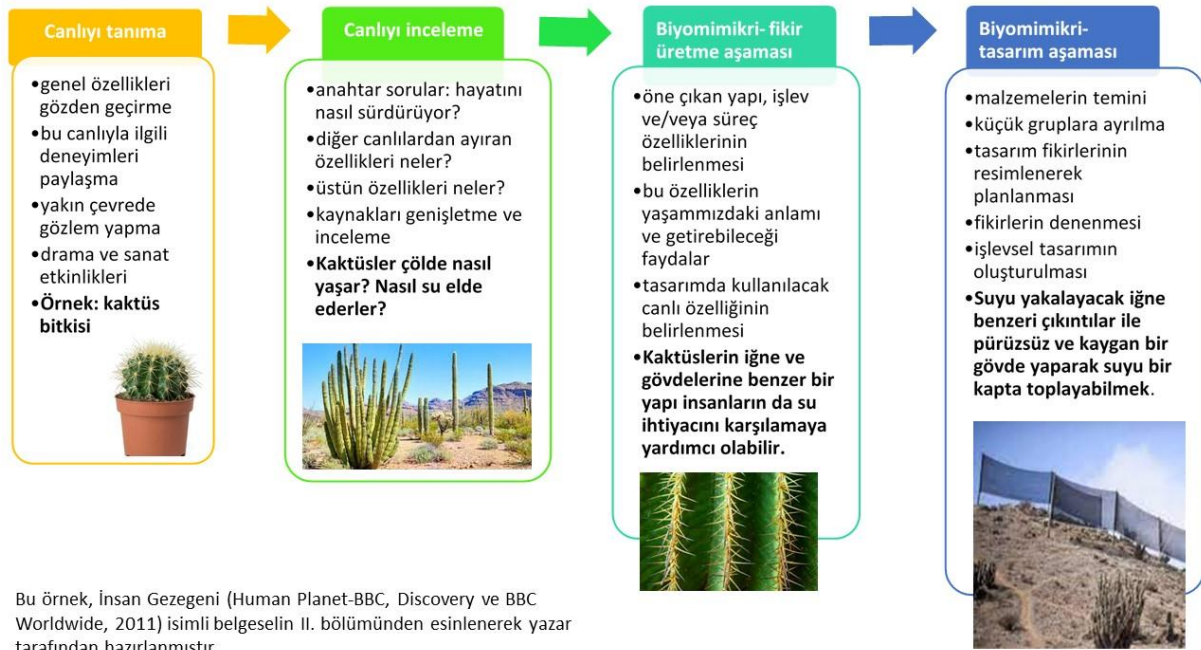
Biyolojik stratejilere veya çeşitli biyomimikri örneklerine genel olarak bakıldığında, biçim, süreç ve sistem olmak üzere üç uygulama ölçeğinden birine veya birkaçına girme eğilimindedirler. Biyomimikrinin en iyi bilinen vaka çalışmalarının çoğu, biçimsel biyomimikriyi tanımlar. Lotus yaprağı gibi bir yüzeyin mikro yapısını veya yalıçapkını gagası gibi çıplak gözle gözlemlenebilen daha büyük bir fiziksel özellik taklit ediliyor olabilir. Bu örnekler anlaşılması en kolay olanlardan bazılarıdır ve bu nedenle daha küçük yaştaki öğrenciler için uygundur (Biomimicry Institute, 2017-2021).

Özellikle erken çocukluk dönemindeki çocuklarla çalışırken ya da ilk defa biyomimikri uygulamalarının yapılacağı bir grupta ilk önce çocukların doğa ve içindeki unsurlara olan ilgilerinin canlandırılması sağlanmalıdır. Bunun için kurum bahçeleri ya da yakınlarda bulunan oyun parklarından çocukların doğal ilgilerinin gözlemlenmesi için faydalanılabilir. Yakın çevre olanakları ile bu sürece başlamanın iki önemli nedeni vardır. Birincisi, aslında doğa sanıldığı gibi uzak bir yer/kavram/durum değildir. Evdeki ya da eğitim kurumlarındaki bir saksı bitkisinde ya da bir akvaryumda bile doğa kendini göstermektedir. Bu bakımdan aslında insan vücudunun kendisi de doğanın bir yansıması olarak görülebilir. Çocukların hemen yanlarındaki ve yakın çevrelerindeki doğayı keşfedebilmeleri, bu unsurlara değer verip korumaları ve geliştirmeye çabalamalarını sağlayabilir. Bir diğer önemli neden, biyomimikri kapsamında doğadaki yapı, işlev ve süreç gibi özelliklerin fark edilebilmesi bilişsel, sosyal-duygusal ve motor gelişim açısından bazı becerilerin işe koşulmasını gerektirmektedir.

Biçim ya da yapı olarak ifade edilen, hayvanlar ve bitkiler başta olmak üzere doğal formların taklit edilmesidir (Özen, 2016). Çoğunlukla sistemin tamamı değil, organizmadaki belirli bir özelliğin taklit edilme durumudur (Öztoprak, 2020). Kuşların kanat ya da beden özelliklerinin havacılık için rehberlik yapması ilk akla gelen örneklerden olabilir. Teknolojinin gelişmesine paralel olarak doğanın taklit edilmesi, görünüş olarak taklit edilmesi ile sınırlı kalmamış; yapı ve işlevler bakımından da doğadan daha fazla ilham alınmasını sağlamıştır (İnner, 2019). Pek çok mekanik sisteme uyarlanan kalp ve kalbin çalışma sistemi, hem işlev hem de süreç tanımlarına örnek olabilir.

Gözlem yapma, karşılaştırma, kayıt altına alma, analiz-sentez etme, iletişim kurma ve ürün oluşturma gibi bilimsel süreç beceriler kapsamında da yer alan pek çok sürece çocukların etkin katılımı söz konusudur. Bu nedenle, okuldaki doğal bir alan sayılabilecek toprak parçasında ya da bir çalı kümesinde araştırma yapma ile başlayan biyomimikri süreci, çocukların kendilerine olan güvenleri ve hâlihazırdaki bilgileri temelinde ilerleme imkânına sahip olacaktır. Aşağıdaki şekilde

herhangi bir bitki ya da hayvan üzerinden de ilerleyebileceği düşünülen, genel başlıklarıyla bir biyomimikri uygulama süreci önerisi sunulmuştur.



Şekil 1. Biyomimikri süreci örneği-kaktüs

Çocukların yakın çevrelerindeki canlıları ve özelliklerini tanımaları başlangıç için önemlidir. Bu aşamada öğretmenler, bildikleri canlıların bilinmeyen yapı, işlev ve süreç özelliklerini fark etmelerini sağlamalıdır. Bunun için de *sarmaşıklar duvarda düşmeden nasıl durabiliyor?* gibi ilgi çekici bir soru ya da sorun durumu cümlesi ile başlanabilir. Sarmaşık, çocuklar tarafından her gün görülen bir canlı olsa bile bu tür bir incelemeye tabi tutulmamış olma olasılığı vardır. Başlangıçtaki soru ya da durumdan hareketle bir canlının yaşamını nasıl sürdürdüğü, bu özelliklerin insanların hayatına getirebileceği katkılar, canlının incelenen özelliğinin insan yaşamındaki bir soruna ya da ihtiyaca cevap vermesi için yapılabilecekler, canlılar ve insanlar arasındaki ilişkilerin geliştirilerek sürdürülmesi aşamaları gerçekleştirilebilir. Bu süreçte farklı kaynakları inceleme, benzer özellikleri olan farklı canlıları araştırma, orman ve tabiat tarihi gibi okul dışı informal öğrenme ortamlarına geziler düzenleme, uzmanlardan görüş alma gibi farklı çalışmalar da yapılabilir. Hayvanat bahçeleri, doğa tarihi müzeleri ve akvaryumlar gibi informal bilim eğitim kurumları yaratıcı düşüncüyü teşvik etmek için çeşitli canlılara, biyo-gerçeklere veya eserlere erişime sahiptir. Ziyaret öncesi, sırası ve sonrası yapılacaklar hakkında düzenlemeler yapılarak sınıf öğrenimini genişletecek biyomimikri uygulamaları yapılabilir (Eagle-Malone, 2021).

Bilim insanlarının geliştirmiş olduğu biyomimikri örneklerinin gösterilmesi de, çocukların kendi örneklerini geliştirebilmeleri açısından önemli bir adımdır. Erken çocukluk döneminde daha çok yapı ve işlev özellikleri öne çıkarılabilir. Bahsi geçen ve çoğunlukla canlıların görünen

özellikleriyle ilgili biyomimikri çalışmalarının ardından daha karmaşık aşamalardan oluşan süreç (fotosentez gibi) başlığı da sonraki yaşlarda ele alınabilir. Bütün yaş gruplarında ve biyometrik özellikler doğrultusunda canlı kavramı kapsamında hem hayvanlara hem de bitkilere yer verilmelidir. Tablo 1’de erken çocukluk dönemi için biyomimikri uygulamalarında kullanılacak örnekler sunulmuştur.

Tablo 1. Biyomimikri Boyutları Kapsamında Gerçekleştirilebilecek Uygulama Örnekleri

Biyomimikri Boyutu	Doğal örnek	Anahtar soru/durum	Biyomimikri Uygulamaları
Yapı	Ahtapotun esnek kolları	Neden bu kadar esnek kolları var? Hayatımızda ahtapotun kolları gibi hangi nesnelere var?	Hayatımızı kolaylaştıracak esnek kollu aletler yapalım. Esneyen ve esnemeyen materyallerle pervane yapmak.
	Sert kabuklu meyveleri olan ağaçların incelenmesi- ceviz	Ceviz neden böyle sert bir kabuğun içinde büyüyor? Başka sert kabuklu yiyecekler biliyor musunuz?	İnsanlar kendilerini neden ya da nelerden korumak isterler? Koruma için neler kullanırlar? Dizlik yapmak için uygun malzemeleri bulalım.
	Kedilerin yürürken çok sessiz olabilmesi	Kedilerin patileri ile bizim ayaklarımız arasında hangi benzerlik ve farklılıklar var? Patilerinin özelliklerini inceleyelim.	Daha sessiz yürümeye ihtiyaç duyduğumuz zamanlar olur mu? Dayanıklı ama daha sessiz yürümemizi sağlayacak ayakkabıları nasıl yapabiliriz?
İşlev	Solucan/ köstebek tünelleri	Toprağın altında nasıl ilerliyorlar ve neden toprağın altına tercih ediyorlar?	Okulumuzun bahçesinde suyu dağıtmak için tüneller yapalım. İnsanların kazdığı yer altı tünelleri ve işlevlerini inceleyelim.
	Örümcek ağı	Örümcekler neden ağ örüyor? Ağ örebilsek hangi amaçlarla kullanırdık?	Sınıfımız ya da evimizde çeşitli amaçlarla (oyuncak ya da giysileri toplamak, alışveriş için çanta yapmak) kullanmak için ağ yapalım.
	Zürafa boynu	Bütün canlıların kolları var mıdır? Zürafa neden bu kadar uzundur? Acaba boynu nasıl hareket ediyor?	Elimizin uzanmadığı yerdeki nesnelere almak için, sırtımızı kaşımak için kol yapalım.
Süreç	Çömlekçi kuşunun ev yapması	Hayvanlar ve insanların yaşadıkları yerler arasında nasıl benzerlikler var? Hangi hayvanın yuvası size yaşamak için çekici geliyor? Neden?	Evlerimizi daha sağlam yapmak için ne yapabiliriz? Beton kullanmayan hayvanlar bu duruma nasıl bir çözüm bulmuş?
	Çiçeklerin güneşi takip etmesi- Ayçiçeği	Acaba bitkiler hareket eder mi? Ayçiçeği güneşin nerede olduğunu ve o yöne dönmesi gerektiğini nasıl anlıyor?	Güneş enerjisinden nasıl faydalanabiliriz? Daha çok faydalanmanın yolları neler olabilir?
	Havayı temizleyen bitkiler- Kasımpati	Kimler temizlik yapar? Hava nasıl temizlenir? Bitkilerin yanındaki hava farklı mıdır? İnsanların bazılarının evinde neden bitki vardır?	Dünyada havası en kirli yerler nelerdir? Havadaki kirliliği yakalayan bir madde ya da alet yapmaya çalışalım.

Yukarıdaki tabloda verilen örnekler incelendiğinde, hepsinde bir canlı özelliğinin temel alındığı görülebilir. Biyomimikri bakış açısında *ceviz kabuğu bisiklet kaskı* gibi basit analogi kurma ilk adım olmakla beraber, mutlaka canlı özelliklerinin insan yaşamına yansımaya dair bir uygulama veya tasarım aşaması bulunmaktadır. Yani *filin hortumu gibi eşya taşımak* benzetmesi çocuklar tarafından anlaşıldıktan sonra, *bu işlevi insanlar hayatlarında nasıl kullanabilir?* sorusu cevaplanmaya çalışılır. Erken çocukluk döneminde çocukların bu tür uygulamalara katılımını sağlamak için, canlıların gözle görünen ve daha somut olarak anlaşılabilen özellikleri öncelikli olarak ele alınmalıdır. Bir deniz canlısının suyu temizlemesi işlev olarak anlaşılabilir ve benzerlik kurularak bir temizleme aracı tasarlanabilir; ancak bu canlılar tarafından kimyasal olarak gerçekleştirilen süreç kavranması daha zor bir biyomimikri boyutudur.

Tablo1’de dikkat çekmesi hedeflenen bir diğer nokta da, canlıların ele alınan özelliklerinin hem yapı hem de işlev boyutlarına kapsamında düşünülebilir olmasıdır. Öğretmenler gruplarındaki çocukların, gelişim ve öğrenme özelliklerine göre hangi canlının ve özelliğinin öne çıkarılabileceğini planlamalıdır. Tabloda verilen *ceviz kabuğu* örneğinde olduğu gibi, bir canlının sadece yapısal özelliğini taklit ederek yapılan tasarımlar olabileceği gibi, *zürafa boynu* örneğindeki gibi hem yapısal hem de işleve dönük olabilen biyomimikri uygulamaları da gerçekleştirilebilir. Bu tablodakiler ve daha binlerce biyomimikri örneğinde olduğu gibi, süreç içinde ve çocukların etkin olarak katıldığı bir öğrenme süreci hedeflenmektedir. Öğrenme çıktılarının yanı sıra süreçteki deneyimleri önemseme, gelişim alanlarının bütününe seslenme ve öğrenen merkezli olma gibi pek çok temel özelliğinden ötürü STEM (FeTeMM), Proje Yaklaşımı, tasarım ve problem odaklı düşünme gibi farklı yaklaşımlara özellikle erken çocukluk döneminden itibaren daha çok yer verilmesi biyomimikri açısından da önemli görülmektedir.

STEM eğitiminde biyomimikri öğretmek, doğayı bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik ile kesiştirerek bir bağlam sağlayabilir (Gencer, Doğan, Bilen ve Bilge, 2019). Biyomimikri temelli eğitim, okul öncesi, ilk ve ortaöğretim (K-12) öğrencilerinin STEM’de sadece gerçek dünya derslerine ve çevre okuryazarlığına katılımı için iyi bir yol değildir; belki de en önemlisi, gezegenimizin geleceği için çocuklara somut çözümler ve umut verici bir vizyon sunmaktadır. Doğası gereği disiplinler arası bir alan olan biyomimikri, okul konuları ve sınıf duvarlarının ötesindeki dünya arasında köprü kurar ve onları gerçeğe bağlar (Biomimicry Institute, 2017-2021).

Savran-Gencer, Doğan ve Bilen (2020), beşinci sınıf fen bilimleri dersi Canlılar Dünyası ünitesinde yapı ve fonksiyon ilişkisi temelinde biyomimikri STEM etkinliği uygulamışlardır. Öğrencilerden günlük yaşamdan bir problem belirleyerek canlılara ait yapı ve işlev arasındaki ilişkinin bir taklidi olabilecek biyomimikriyi kullanarak olası bir tasarım çözümü geliştirmeleri istenmiştir. Geliştirilen biyomimikri modelleri göz önüne alındığında öğrenciler, bir organizmayla

ilgili yapı ve işlev arasındaki tamamlayıcı ilişki yoluyla biyomimikriyi bir insanlık problemine yönelik tasarım çözümlerine yansıtmayı başarmışlardır. Sonuç olarak biyomimikri temelli STEM etkinlikleri, öğrencilerin mühendislik tasarım süreciyle ilgili deneyimler yaşarken canlıların uyumlarını, yapı ve işlev ilişkisine dayalı olarak daha iyi kavramsallaştırmalarını sağlamıştır.

Yakışan ve Velioğlu (2019) dördüncü sınıf düzeyinde öğrenim görmekte olan öğrencilerin, hayvanların özelliklerinden yararlanarak geliştirebilecekleri teknoloji fikirlerini incelemiştir. Öğrenciler en fazla su altı araçları fikirleri geliştirmiştir. Ayrıca en çok kaplumbağa, kurbağa ve balıktan ilham aldıkları görülmektedir. Öğrencilerin yaptıkları tasarımlarda en çok tercih ettikleri canlılar ve özelliklerin kaplumbağanın kabuğunu ev olarak kullanması, kurbağanın bitki örtüsüne göre uygun deri renginde evrimleşerek kamufle olması, bukalemunun renk değiştirmesi, çitanın hızlı koşması özelliklerinin olduğu belirlenmiştir. Başka bir çalışmada benzer olarak, yedinci sınıf öğrencilerinden hayvanların özelliklerinden esinlenerek tasarlamayı düşündükleri teknolojik ürünleri resimlemeleri istenmiştir. FeTeMM eğitiminde biyomimikri uygulamalarının artırılması ve öğrencilerin canlılardan esinlenerek teknolojik ürünler tasarımlarına olanak sağlanması önerilmektedir (Velioğlu ve Yakışan, 2022).

Güller, Tokuç, Köktürk ve Savaşır (2019), ortaokul öğrencileri ile gerçekleştirdikleri proje kapsamında yer alan atölye etkinliklerinde, doğadan esinlenen tasarımlar yapma fırsatları sağlamışlardır. Çeşitli canlılar ve yuvalarını uygulamalı ve doğadan esinlenerek tasarlayan çocuklar; doğa bilgisi ve çevre farkındalığı, mimarlık, yaratıcılık ve grupla çalışma gibi pek çok alanda olumlu kazanımlar elde etmişlerdir. "Nasıl bir canlı?" ve "Nasıl bir yuva?" isimli çalışmalarda çocukların çoğunlukla canlı kavramını hayvanlar üzerinden düşündüğü, bu canlılarda birçok özelliği neden-sonuç ilişkisi kurarak bir araya getirip tasarladığı görülmüştür.

Sanne, Risheim ve Impelluso (2019) öğrencilere biyomimikri anlayışını kazandırmak üzere bir öğretim etkinliği tasarlamıştır. Öncelikle aralarında köpek balığı derisinden örnek alan mayo, cırt cırt bantlar, hızlı trenler, kendini temizleyen yüzeyler gibi birçok örneğin bulunduğu bir sunum yapılmıştır. Tartışma yapılarak örneklerden bir tanesi üzerinde yoğunlaşmıştır. Bu örnek üzerinde tartışarak biyomimikri konusunda fikir geliştirilmiştir. Sumrall, Sumrall ve Robinson (2018) alt sınıflara öğrenim görmekte olan öğrencilere biyomimikri kavramını kavratılabilmek üzere bir öğretim etkinliği tasarlamıştır. Etkinlik bir sınıf tartışması ile başlatılmıştır. Biyomimikri Enstitüsü internet sitesi üzerinde bulunan örnekler üzerinde tartışma devam edilmiştir. Beyin fırtınası yapılarak öğrencilerin biyomimikri hakkındaki fikirleri toplanmıştır.

Biyomimikri içeren eğitim uygulamaları, özel gereksinimli çocuklar için farklı öğrenme deneyimleri sağlayabilir. 10 yaşındaki üstün yetenekli çocuklarla yapılan bir çalışmada, biyomimikri

uygulamalarının yaratıcı ve analitik düşünmelerine katkı sağladığı bulunmuştur (Mirici, Tanalp, Tüysüz ve Tüzün, 2021).

Sonuç ve Öneriler

“Dünyadaki önemli sorunlar, doğanın çalışma şekli ile insanların düşünme şekli arasındaki farkın sonuçlarıdır.” Gregory Bateson (aktaran Sampson, 2019).

Bu derleme çalışmasında, düşünme becerilerinin önemli bir parçası olan ve çok küçük yaşlardan itibaren yararlanılan analogik akıl yürütmeyi erken dönemden itibaren geliştireceği düşünülen biyomimikri uygulamaları incelenmiştir. İnsanların doğadan esinlenerek ve mümkün olduğunca doğal araçlarla dünyayı geliştirmesine katkı getirmeyi hedefleyen biyomimikri, yaşamın ve canlıların gerçeklerini öğrenme deneyimlerine taşımaktadır.

Doğa ile yaşanan ilk deneyimler genellikle çocukluk döneminden gelmektedir. Ancak günümüzde sadece bu temele dayanmak yeterli olmayabilir. Çocukları doğaya ve doğayı çocukluğa geri döndürmek, öğretmenler, ebeveynler ve arkadaşların görevidir (Benyus, 2022). Akıl hocası olmak isteyen öğretmenler, öncelikle kendileri doğa dostu olmalı ve günlük yaşamdan kopuk olmayan bir eğitim anlayışı benimsemelidir. Biyomimikri, ilk 12 yıllık eğitim-öğretim kademelerinde ve yükseköğretimde öncü öğretmenler aracılığı ile daha fazla yer edinen bir alandır (Sampson, 2019).

Sistemler içinde görme, anlama ve düşünmeyi öğrenmek biyomimikri için esastır. Canlı sistemlerin inceliklerini takdir etmek ve iyi problem çözücüler olmak için öğrenciler *büyük resme* bakmaya, bir bütünü oluşturan bölümlerin ve parçaların nasıl etkileştiğini ve birbirini nasıl etkilediğini anlamaya teşvik edilmelidir (Biomimicry Institute, 2017-2021). Sorumlu yurttaşlar yetiştirmek için sadece kavramları bilmek yerine gerçek bir anlamlı öğretim stratejisinin amacı, öğrencilerin gerçekler arasındaki bağlantıların izini sürme, ilişkileri manipüle etme, nedensel veya dinamik etkileşimleri bulmalarını sağlamak olmalıdır (Sweeney, 2012). Okul öncesi dönem çocuklarıyla yapılan araştırmalarda, dünya ile uyumlu yaşama ve sürdürülebilirliği anlama için gerekli olan sistem düşüncesi ele alınmıştır. Gerçekleştirilen uygulamalar sonucunda çocukların sistemsel düşünme becerilerinde gelişme görülmüştür (Ferver, 2022; Ferver, Olgan, Teksöz ve Barth, 2019; Pepler, Thompson, Danish, Moczek ve Corrigan, 2020).

Düşünmek sosyal bir eylemdir, farklılıklar bu nedenle zannedilenden daha önemlidir. Diğer insanlardan bağımsız düşünmek imkânsızdır ve insanlarla kurulan ilişkiler düşündüklerimizi doğurur. Gerçek düşünmenin gerçekleşmesi için, kişinin bütün olarak katılımı, tüm becerilerinin mevcut olması ve dikkate alınması gereklidir. Olması gerektiği gibi hissetmeyi öğrenmek, olması gerektiği gibi düşünmeyi öğrenmek açısından çok faydalıdır (Jacobs, 2019). Çocukların özellikle doğa ve dünya hakkında istedik değerler oluşturabilmeleri, varlıklara değer vermeleri ile mümkün olacaktır. Herhangi bir varlığa değer verebilmek için öncelikle, hissetmek ve yaşamda yer verebilmek

gereklidir. Çocukların biyomimikri aracılığıyla doğa ile kurdukları bağlantılar sayesinde oluşan düşünce ve değerlerin, dünyanın devamı için ihtiyaç duyulan farkındalığı, duyarlılığı ve bilinci sağlayacağı düşünülmektedir. Biyomimikri hem doğa hem de diğer insanlarla işbirliği içinde düşünmeyi geliştirmektedir. Doğadan ilham alınarak oluşturulan çözümlerin, başka insanlarla paylaşılması bilimsel süreç becerilerinden olan iletişim başlığı kapsamında yer almaktadır.

Doğadaki canlı ve cansız varlıklara ait renk, biçim ve doku gibi özelliklerin biyomimikri çalışmaları ile desteklenmesi, duylara seslenen etkili öğrenme deneyimlerinin sağlanabilmesi için önemlidir. Farklı uyaranlarla duylarını kullanan çocukların, her türlü etkinlik çeşidinde yaratıcılıklarını daha etkili bir şekilde kullanabileceği düşünülmektedir.

Benyus (2022), biyometrik bir gelecek için dört temel adım önermektedir. İlki *sessizlik*, yani insanların kendini doğaya bırakmasıdır. Bunun için her zaman koruma altında olan doğal parklara ihtiyaç yoktur. Benyus'a göre kaldırımındaki bir çatlak bile aslında doğanın her yerde ve insanın zaten doğanın bir parçası olduğunu yeniden keşfetmeyi sağlayacaktır. İkinci adım olan *dinleme*, gezegenin bitki ve hayvanlarıyla görüşme yapmaktır. Canlıların özelliklerini ve yeteneklerini tanımak sadece bilim insanlarının işi değildir. Canlıların yeteneklerini, hayatta kalma ipuçlarını ve büyük ağdaki rollerini keşfetmek gerekmektedir. Bir diğeri *yansılama* yapmaktır. Biyolog ve mühendisleri doğayı model ve ölçü olarak işbirliği yapmaya teşvik etmektir. Üniversitelerde biyolojiden mühendisliğe metaforların doğru aktarılmasını sağlayan disiplinler arası bölümler oluşturulmalıdır. Yapılan yeniliklerin sadece insanların yararına olması değil, aynı zamanda doğaya uygunluğunu da ele alan bir anlayış geliştirilmelidir. En sonuncu adım olan *kâhyalık*, yaşamın çeşitliliğini ve dehasını korumak anlamına gelmektedir. İnsanların yaşadıkları toprakları iyi tanınması, neyi nasıl ve ne kadar kullanacaklarını bilmesi kısacası değer vermesi önemlidir.

Bu düşünceler ışığında erken çocukluk dönemi özelinde araştırmacılar, öğretmenler ve ebeveynlere yararlı olabileceği düşünülen bazı öneriler aşağıda sunulmuştur.

Çocukların yanında olan yetişkinlerin, çok küçük yaşlardan itibaren kavram kargaşasına - yaygın yanlış örneklerden biri olarak kaplumbağa kabuğunun eve benzetilmesi gibi- yol açmayan benzetmelerle konuşması dil ve bilişsel gelişim açısından önemlidir. Çocukların gelişim dönemlerinin getirdiği özellikler doğrultusunda gerçek, elle tutulan ve/veya görsel materyallere ilgileri düşünüldüğünde analogiler sadece sözel düzeyde kalmamalıdır. Resimli öykü kitaplarındaki görseller, yakın ve uzak çevreden canlıların fotoğrafları, canlılar arasındaki ilişkileri görebilecekleri modeller ve malzemeler hem yetişkinler tarafından sunulmalı hem de analogi yaparken çocukların bu tür kaynakları kullanmalarına olanak sağlanmalıdır. Örneğin *kuş gibi uçmak* ifadesi kullanıldığında, çeşitli kuş türlerinin farklı uçuş özelliklerini içeren görseller izlenebilir. Bir sonraki aşamada, hangi

canlıların, nasıl ve neden uçtuğu yine görsellerden ya da doğal ortamda incelenebilir. Sonraki aşamada da uçabilen bir alet yapmak için nelere ihtiyaç olduğu araştırılabilir.

Çocukların doğaya ve canlılara ilişkin bilgi ve anlayış durumunu belirlemek için analogi kurlmaları desteklenmelidir. Farklı türlerde olan analogileri anlama ve kullanma durumları, bu analogilerin kapsamaları incelenmelidir.

Biyomimikri alanının temel özelliklerinden biri canlıların yapı, işlev ve süreç özelliklerinin doğal ortamda gözlemlenmesidir. Bu sayede çocukların her zaman önemseyecekleri ve sürdürme konusunda özenli olacakları bir doğa bağlantısı kurlmaları hedeflenmektedir. Çocukların açık havada ve doğal ortamda araştırma ya da keşif yapmayı bir öğrenme yolu haline getirebilmesi için, doğal alanlarda bolca gözlem ve etkinlik yapılmalıdır. Alanyazında en ideal eğitim yaklaşımlarının hepsinde vazgeçilmez olan özelliklerden biri doğaya yakın ve sürekli ilişkide olmaktır. Yetişkinler en küçük fırsatı bile çocuklardaki farkındalığı geliştirmek adına kullanmalıdır. Saksıdaki bir bitki ya da iç ortamda görülen bir karıncanın başlattığı bu *doğa ile buluşma ihtiyacı* her gün geliştirilerek sürdürülmelidir. Anlamli pek çok paylaşımın olacağı var sayılan bu süreçle kaliteli zaman geçirme, ebeveyn-çocuk ve öğretmen-çocuk ilişkisinin gelişmesi açısından da önerilmektedir.

Biyomimikri bakış açısıyla, ele alınan konularda ya da canlılarda uzmanlık düzeyinde bilgi sahibi olunması şart değildir. Önemli olan, hem yetişkinlerin hem de çocukların mevcut bilgileri temelinde sorun, durum ve çözüm odaklı düşünme çabasında olmasıdır. Bunun için herkes araştırma, keşif ve tasarım gibi içinde pek çok bilimsel ve yaşamsal becerinin olduğu aşamalara katılabilir. Çocukların gelişim, bilgi ve beceri düzeylerindeki farklılıklar dikkate alındığında; biyomimikri sürecinin genel gereklilikleri de düşünülürse, öğrenmenin kalıcı olabilmesi için küçük gruplarla ve aşamalı etkinliklerin yapılması önerilebilir.

İster eğitim kurumlarında ister ebeveynler tarafından farklı ortamlarda yapılsın *tasarla-yap-açıkla* olarak özetlenebilen etkinlikler, çocuklara gelişim seviyelerine uygun zorlukta bir durumu göz önüne alarak hedefe yönelik düşünmeyi kazandırabilir. Bir canlının ilginç bir özelliğini düşünerek kendi tasarımlarını yapan çocuk, bu süreci sadece kâğıt üzerinde bile olsa planlamalı ve çevresindekilere aktarmalıdır.

Yetişkinlerin rehber olması ve süreci üst seviyeye taşıyan anahtar sorular sorması, çocukların öğrenmede etkin bir rolde olmasını sağlamaya çalışan bütün yaklaşımların ortak özelliğidir. Biyomimikri alanında özellikle incelenen canlının anlaşılabilmesi ve tasarım sürecine ışık tutabilmesi için, rehber olan kişinin -sonraki aşamalarda çocuklar da olabilir- yönlendirici ve ilginç sorular sorabilmesi önemlidir. Bunun bir nedeni de, biyomimikrinin temel amaçlarından birinin canlılar ve insanlar arasında var olan ilişkileri ortaya çıkarma çabasıdır. *Canlıların diğerlerinden ayrılan ve yaşamlarını devam ettirmelerinde etkili olan özellikleri nelerdir? ve bu özellikleri hangi tasarımları yaparak*

insanlar kendi yaşamlarında nasıl kullanabilirler? gibi sorular, analogilerin daha derinine inerek analiz ve sentez yapmayı kolaylaştırabilir.

Biyomimikri sürecinin canlıların özelliklerini öğrenme, inceleme ve esinlenerek çözümlere yansıtma ile ilgili olduğu düşünüldüğünde, araştırma odaklı bir yaklaşımın izlenmesi gerektiği açıktır. Öğretmenlik mesleği özelinde düşünüldüğünde, çocukların araştırma yapma becerilerinin desteklenebilmesi öğretmenin eleştirel düşünebilmesi, yaratıcılığı desteklemesi ve kendisinin de araştırma temelinde bir anlayış sahibi olması gerektiği açıktır. Lisans eğitimi ve alanda çalışma aşamalarında, öğretmen rolü ve sorumlulukları *hayat boyu öğrenen birey* olmaya sevk eden bir şekilde oluşturulmalıdır.

Biyomimikri açısından araştırma yapma ve farklı canlıların pek bilinmeyen işlevlerini ortaya çıkarma temel bir gerekliliktir. Bu alanda yaşanan gelişmeleri ve yaşa uygun örnek çalışmaları takip edebilmek, canlıların insan yaşamına katkı getirebilecek biyometrik özelliklerini çeşitli türde kaynaklarla çocuklara sunabilmek için teknolojiden faydalanmak başka önemli bir boyuttur. İnternette araştırma yapmanın yanı sıra, çocukların yaşlarına uygun tasarım aracı olarak farklı yazılımlardan faydalanılabilir. Hem yetişkinlerin hem de çocukların bilim ve teknoloji okuryazarlığını kazanabilmeleri için biyomimikri çalışmaları ilgi çekici bir başlangıç sağlayabilir.

Her öğretmenlik alanından, özellikle de okul öncesi eğitim ve sınıf öğretmenlerinin yapım, inşa ve model yapma gibi el becerisi içeren etkinliklere daha çok yer vermesi önerilebilir. Bu etkinliklerin yapıştır-katla-kes gibi basit becerilerle sınırlı kalmaması gerekmektedir. Ürün oluşturma süreçlerinin, bir amaç ya da sorun durumu düşünülerek ve doğadan esinlenerek planlanması biyomimikri yaklaşımına daha uygundur. Bunun için lisans eğitim programlarında ve hizmet içi eğitimlerde öğretmenlerin gerekli *beceri* odaklı eğitimleri alacağı atölyeler oluşturulmalıdır.

Biyomimikri, sadece öğretmenlerin rehberliğinde ve okulda uygulanacak çalışmalar anlamına gelmemektedir. Ülkemizde giderek yaygınlaşan bilim merkezlerinde doğadan esinlenen keşif ve üretim süreçlerinin çocuklarla gerçekleştirilmesi mümkündür. Bu tür kurumlardan bazılarının etkileşimli atölyeler düzenleyerek, çocukların katılımını teşvik etmeye yönelik çalışmalar gerçekleştirdiği bilinmektedir. Bu çabaların artarak devam etmesi için yerel idarelerin, sivil toplum kuruluşlarının ve üniversitelerin işbirliği çalışmalarını arttırması önerilebilir. Özellikle öğretmen eğitimi yapan fakültelerdeki öğrencilerin bu çalışmalarda etkin rol üstlenebilecekleri düşünülmektedir.

Biyomimikri alanında her yaş ve eğitim-öğretim kademesinde hayata geçirilebilen uygulama fırsatlarının öncelikli iki temel fayda üzerinde yükseldiği düşünülmektedir. İlk olarak erken çocukluk dönemi düşünüldüğünde, canlılara ve doğaya ilgileri yüksek düzeyde olan çocukların bütün alanlardaki gelişimleri kendi kapasiteleri doğrultusunda anlamlı şekilde desteklenmektedir. Gerçek

yaşam ve somut materyaller, her yaştan çocuğun öğrenme isteğini teşvik etmede son derece etkilidir. Diğer önemli bir boyut doğa hakkında öğrenen değil, doğadan doğa ile öğrenen ve bu sayede canlılar arasında yerini bulabilen çocuklardır. Doğa ile bağlantı kurma ihtiyacını ve becerilerini küçük yaştan itibaren geliştiren çocukların, geleceğin dünyasını oluşturması ümit edilen ve doğanın parçası olduğuna inanan bireyler olma olasılıkları yüksektir. Bu çocukların, gezegene ve içindeki canlılara karşı sorumluluk hissederek hep birlikte gelişebilen bir sistem içinde yaşama çabası göstereceği umut edilmektedir.

Kaynaklar

- Alperen, N. F. (2020). *Ortaokul 5. sınıf bilim uygulamaları dersine yönelik STEM temelli bir öğretim tasarımı: Doğadan ilham alan teknolojiler*. (Yüksek Lisans Tezi). <http://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Atak, H. (2017). Piaget ve Vygotsky'nin kuramlarında çocukların toplumsallaşma süreci. *Psikiyatride Güncel Yaklaşımlar*, 9(2), 163-176. <https://doi.org/10.18863/pgy.281372>
- Avcı, F. (2019). Doğa ve inovasyon: Okullarda biyomimikri. *Anadolu Öğretmen Dergisi*, 2(3), 214-233. <https://doi.org/10.35346/aod.604872>
- Bahtiyar, A. (2019). *Bilim ve Sanat Eğitim Merkezi (BİLSEM) öğrencilerinin Sokratik soru sorma düzeylerinin incelenmesi*. (Doktora Tezi). <http://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Benyus, J. M. (2022). *Biyomimikri ilhamını doğadan alan inovasyon* (M. Kerem, Çev.). İstanbul: Usturlab Yayınları.
- Biomimicry Institute. (2017-2021). *Sharing biomimicry with young people. An Introduction for K-12 Educators*. https://1d59b73swr1f1swu2v451xcx-wpengine.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2017/02/Sharing-Biomimicry_v2-2021.pdf sayfasından erişilmiştir.
- Bjorklund, D. F. (2021). *Çocuklar nasıl düşünür? Bilişsel gelişim ve bireysel farklılıklar* (M. Sayıl, Çev. Ed.). Ankara: Nobel Yayınları.
- Blake, A. (2004). Helping young children to see what is relevant and why: Supporting cognitive change in earth science using analogy. *International Journal of Science Education*, 26(15), 1855-1873. <https://doi.org/10.1080/0950069042000266173>
- Blums, A., Belsky, J., Grimm, K. & Chen, Z. (2017). Building links between early socioeconomic status, cognitive ability, and math and science achievement. *Journal of Cognition and Development*, 18(1), 16-40. <https://doi.org/10.1080/15248372.2016.1228652>
- Caferoğlu, M. (2021). Ambalaj tasarımında sürdürülebilirlik için doğadan ilham: biyomimikri yaklaşımı. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 9(121), 136-153. <http://dx.doi.org/10.29228/ASOS.52634>

- Cengiz, C. & Boz, A. O. (2019). Biophilic playgrounds as playscapes in child-nature interaction. *International Journal of Scientific and Technological Research*, 5(12), 216-226. <https://doi.org/10.7176/IJSTR/5-12-23>
- Chen, Z., Sanchez, R. P. & Campbell, T. (1997). From beyond to within their grasp: The rudiments of analogical problem solving in 10- and 13-month-olds. *Developmental Psychology*, 33, 790-801. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.33.5.790>
- Christie, S., Gao, Y. & Ma, Q. (2020). Development of analogical reasoning: a novel perspective from crosscultural studies. *Child Development Perspectives*, 14(3), 164-170. <https://doi.org/10.1111/cdep.12380>
- Coşkun-Nesterova, S. (2022). Analojik düşünmenin doğası, mekanizması ve uygulamaları. *FLSF Felsefe ve Sosyal Bilimler Dergisi*(33), 343-361. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/2222409> sayfasından erişilmiştir.
- Dağlı, H. & Dağlıoğlu, H. (2020). Okul öncesi öğretmenlerinin fen eğitiminin içeriği ve standartlarına ilişkin görüşlerinin incelenmesi. *OPUS Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, 15(23), 1885-1919. <https://doi.org/10.26466/opus.631378>
- Derr, V. & Lance, K. (2012). Biophilic boulder: Children's environments that foster connections to nature. *Children Youth and Environments*, 22(2), 112-143. https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/30354324/Derr_and_Lance.pdf sayfasından erişilmiştir.
- Duit, R. (1991). On the role of analogies and metaphors in learning science. *Science Education*, 75, 649-672. https://www.researchgate.net/profile/Reinders-Duit/publication/227566389_The_role_of_analogies_and_metaphors_in_learning_science/links/5658713c08ae1ef9297dbdc2/The-role-of-analogies-and-metaphors-in-learning-science.pdf sayfasından erişilmiştir.
- Eagle-Malone, R. S. (2021). Biomimicry outside the classroom. *The American Biology Teacher*, 83(2), 120-124. <https://doi.org/10.1525/abt.2021.83.2.124>
- English, L. D. (2004). Promoting the development of young children's mathematical and analogical reasoning. *Mathematical and analogical reasoning of young learners* içinde (s. 213-226). New York: Routledge.
- Feriver, Ş. (2022). Pre-schoolers as systems thinkers: Testing the water. *Environmental Education Research*, 28(3), 430-456. <https://doi.org/10.1080/13504622.2021.2002820>
- Feriver, Ş., Olgan, R., Teksöz, G. & Barth, M. (2019). Systems thinking skills of preschool children in early childhood education contexts from Turkey and Germany. *Sustainability*, 11(5), 1478, 1-26. <https://doi.org/10.3390/su11051478>

- Gao, Y., Que, K., Tan, Z., Zhang, Y. & Christie, S. (2022). Analogy use in parental explanation. *Proceedings of the Annual Meeting of the Cognitive Science Society* içinde (s. 2854-2861). <https://escholarship.org/content/qt4w58m1vp/qt4w58m1vp.pdf> sayfasından erişilmiştir.
- Gencer, A. S., Doğan, H., Bilen, K. & Bilge, C. (2019). Bütünleşik STEM eğitimi modelleri. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 45(45), 38-55. <https://doi.org/10.9779/PUJE.2018.221>
- Gladly, Y., French, R. M. & Thibaut, J. P. (2017). Children's failure in analogical reasoning tasks: a problem of focus of attention and information integration. *Frontiers in Psychology*(8), 707-720. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00707>
- Goswami, U. (1991). Analogical reasoning: What develops? A review of research and theory. *Child Development*, 62, 1-22. <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.538.3818verep=rep1vetype=pdf> sayfasından erişilmiştir.
- Guarino, K. F., Wakefield, E. M., Morrison, R. G. & Richland, L. E. (2022). Why do children struggle on analogical reasoning tasks? Considering the role of problem format by measuring visual attention. *Acta Psychologica*, 224, 103505, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2022.103505>
- Güller, E., Tokuç, A., Köktürk, G. & Savaşır, K. (2019). Küçük tasarımcılar için doğa ve mimarlık: Doğadan öğreniyorum, doğa için tasarlıyorum. (E. Güller, Ed.). *Nobel bilimsel eserler içinde* (s. 60-62). Ankara: Atlas Akademik Basım Yayın Dağıtım, No: 125.
- Haglund, J., Jeppsson, F. & Andersson, J. (2012). Young children's analogical reasoning in science domains. *Science Education*, 96(4), 725-756. <https://doi.org/10.1002/sce.21009>
- Holyoak, K. J. (2012). Analogy and relational reasoning. K. J. Holyoak & R. G. Morrison (Ed.), *The Oxford handbook of thinking and reasoning* içinde (s. 234-259). New York: Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199734689.001.0001>
- İnner, S. (2019). Biyomimikri ve parametrik tasarım ilişkisinin mimari alanında kullanımı ve gelişimi. *Tasarım Enformatiği Dergisi*, 1(1), 15-29.
- Jacobs, A. (2019). *Düşünme konusunda neden düşündüğümüzden daha kötüyüz?* (G. Arıkan Çev.). İstanbul: Sola Unitas Yayınları.
- Kasap, Ş. & Kasap, Z. (2021). *Tasarıma ilham veren doğa - National Geographic Kids* (2. b.). İstanbul: Beta Basım Yayım Dağıtım.
- Kennedy, E. B. (2017). Biomimicry: Design by analogy to biology. *Research-Technology Management*, 60(6), 51-56. <https://doi.org/10.1080/08956308.2017.1373052>
- Korucu, S. (2019). *Resimli hikâye tipi analogilere dayalı fen öğretimi uygulanan 7. sınıf öğrencilerinin argüman oluşturma becerilerinin incelenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi). <http://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.

- Koyuncu-Şahin, M. & Akman, B. (2018). Erken çocukluk döneminde düşünme becerilerinin gelişimi. *Millî Eğitim Dergisi*(218), 5-20. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/552209> sayfasından erişilmiştir.
- Lv, X., Li, L., Guo, L., He, T. & Liu, S. (2022). Game-based formative assessment of analogical reasoning in preschool children: support from the internet of things technology. *Sustainability*, 14, 13830.
- Minda, J. P. (2021). *İnsan nasıl düşünür?* (F. Çakkalkurt, Çev.). İstanbul: Okuyan Us Yayınları.
- Mirici, S., Tanalp, T. D., Tüysüz, M. & Tüzün, Ü. N. (2021). An enrichment implementation in the education of gifted students: Biomimicry with the macro, micro, and sub-micro nature of freshwater creatures. *International Online Journal of Education and Teaching*, 8(2), 604-621. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1294315.pdf> sayfasından erişilmiştir.
- Okur, E. & Okur-Akçay, N. (2021). Okul öncesi öğretmenlerinin fen eğitiminde kullanılan yöntem ve tekniklere ilişkin görüş ve yeterliklerinin incelenmesi. *Uluslararası Eğitim Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 7(2), 98-115. <https://doi.org/1047714/uebt.985628>
- Otto, B. (2021). *Erken çocukluk eğitiminde dil gelişimi* (F. Turan & G. Akoğlu, Çev. Ed.). Ankara: Nobel.
- Önal, N. T. & Kızılay, E. (2021). Okul öncesi öğretmenlerinin perspektifinden erken çocukluk döneminde fen kavramları nasıl sunulmalıdır? *Araştırma ve Deneyim Dergisi*, 6(2), 157-168. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/2088121> sayfasından erişilmiştir.
- Özen, G. (2016). *Doğa referanslı tasarım: Biyomimikri*. (Yüksek Lisans Tezi). <http://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Öztoprak, Z. (2020). Yaşamın ilkeleri ile kenti yeniden düşünmek: Biyomimikri temelli bir yaklaşım. *İdeal Kent Dergisi*[Kentleşme ve Ekonomi Özel Sayısı], 1180-1204.
- Peppler, K., Thompson, N., Danish, J., Moczek, A. & Corrigan, S. (2020). Comparing first and third person perspectives in early elementary learning of honeybee systems. *Instructional Science*, 48(3), 291-312. <https://doi.org/10.1007/s11251-020-09511-8>
- Piaget, J. (2017). *Çocukta karar verme ve akıl yürütme* (S. E. Siyavuşgil, Çev.). Ankara: Palme Yayıncılık.
- Pouscoulous, N. & Tomasello, M. (2020). Early birds: Metaphor understanding in 3-year-olds. *Journal of Pragmatics*, 156, 1-27. <https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/10081026/1/EarlyBirdsOpenAccess.pdf> sayfasından erişilmiştir.
- Rao, R. (2014). Biomimicry in architecture. *International Journal of Advanced Research in Civil, Structural, Environmental and Infrastructure Engineering and Developing*, 1(3), 101-107. <https://biomimicryforhumanity.com/assets/files/biomimicry-architecture2.pdf> sayfasından erişilmiştir.

- Richland, L. E. & Simms, N. (2015). Analogy, higher order thinking, and education. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science*, 6(2), 177-192. <https://doi.org/10.1002/wcs.1336>
- Richland, L. E., Morrison, R. G. & Holyoak, K. J. (2006). Children's development of analogical reasoning: Insights from scene analogy problems. *Journal of Experimental Child Psychology*, 94(3), 249-273. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2006.02.002>
- Sampson, S. D. (2019). *Doğa dostu çocuk nasıl yetiştirilir?* (D. Argın, Çev.). İstanbul: Alfa Yayınları.
- Sanne, F., Risheim, I. & Impelluso, T. (2019). *Inspiring engineering in the K -12: Biomimicry as a bridge between math and biology*. ASME 2019 International Mechanical Engineering & Exposition'da sunulmuş bildiri, Bergen, Norway, 8 - 14 November. https://hvelopen.brage.unit.no/hvelopenxmlui/bitstream/handle/11250/2609711/Sanne_Risheim.pdf?sequence=1 sayfasından erişilmiştir.
- Savran-Gencer, A., Doğan, H. & Bilen, K. (2020). Developing biomimicry STEM activity by querying the relationship between structure and function in organisms. *Turkish Journal of Education*, 9(1), 64-105. <https://doi.org/10.19128/turje.643785>
- Schunk, D. H. (2009). *Öğrenme teorileri* (M. Şahin, Çev. Ed.). Ankara: Nobel Yayınevi.
- Selçuk, A. & Sorguç A. (2007). Impact of biomimesis in architectural design paradigm. *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 22(2), 451-459. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/75609> sayfasından erişilmiştir.
- Simms, N. K., Frausel, R. R. & Richland, L. E. (2018). Working memory predicts children's analogical reasoning. *Journal of Experimental Child Psychology*, 166, 160-177. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2017.08.005>
- Smith, E. E. & Kosslyn, S. M. (2014). *Bilişsel psikoloji* (M. Şahin, Çev. Ed.). Ankara: Nobel Yayınevi.
- Sumrall, W. J., Sumrall, K. M. & Robinson, H. A. (2018). Using biomimicry to meet NGSS in the lower grades. *Science Activities*, 55(3-4), 115-126. <https://doi.org/10.1080/00368121.2018.1563041>
- Sweeney, L. B. (2012). Learning to connect the dots: Developing children's systems literacy. *Solutions*, 5(3), 55-62. <http://static.clexchange.org/ftp/newsletter/CLEx23.2.pdf>
- Uzun, E., Cingöz, E. & Şata, E. (2022). Descriptive content analysis of graduate thesis studies on analogy in science education in Turkey. *Anadolu Journal of Educational Sciences International*, 12(2), 492-519. <https://doi.org/10.18039/ajesi.926677>
- Ünal, N. & Özen, E. S. (2021). Biophilic approach to design for children. *International Journal of Architecture and Planning*, 9(2), 943-965. <https://doi.org/10.15320/ICONARP.2021.187>

- Velioğlu, D. & Yakışan, M. (2022). Determination of the biomimicry perceptions of middle school 7th grade students through drawings. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 30(1), 120-129. <https://doi.org/10.24106/kefdergi.788413>
- Vendetti, M. S., Matlen, B. J., Richland, L. E. & Bunge, S. A. (2015). Analogical reasoning in the classroom: Insights from cognitive science. *Mind, Brain, and Education*, 9(2), 100-106. <https://doi.org/10.1111/mbe.12080>
- Whitaker, K. J., Vendetti, M. S., Wendelken, C. & Bunge, S. A. (2017). Neuroscientific insights into the development of analogical reasoning. *Developmental Science*, 21(2), 1–11. <https://doi.org/10.1111/desc.12531>
- Williams, D., Barber, A. & Sheppard, P. (2019). Making inspired by nature: Engaging preservice elementary teachers and children in maker-centered learning and biomimicry. *Society for Information Technology & Teacher Education International Conference* içinde (s. 1660-1665). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE). <https://par.nsf.gov/servlets/purl/10111933> sayfasından erişilmiştir.
- Yakışan, M. & Velioğlu, D. (2019). İlkokul 4. sınıf öğrencilerinin biyomimikri algılarına yönelik yaptıkları çizimlerin analizi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 39(2), 727- 753. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/777387> sayfasından erişilmiştir.
- Yağmur-Kolcu, E. & Öztuna-Kaplan, A. (2020). Self-efficacy perceptions of the preschool teachers on the field of science and science education. *African Educational Research Journal*, 8, 306-315. <https://doi.org/10.30918/AERJ.8S2.20.060>
- Yıldırım, B. (2019). Fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM eğitiminde biyomimikri uygulamalarına yönelik görüşleri. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 39(1), 63-90. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/674310> sayfasından erişilmiştir.
- Yıldız-Demirtaş, V., Karadağ, F. & Gülenç, K. (2018). Okul öncesi dönemdeki çocukların felsefi sorgulama süreçlerinde oluşturdukları soruların düzeyi ve verdikleri cevapların niteliği: Çocuklarla felsefe eğitimi. *International Online Journal of Educational Sciences*, 10(2), 277-294. <https://doi.org/10.15345/iojes.2018.02.019>
- Yılmaz, M. M., Özen-Uyar, R. & Dikici-Sığırtmaç, A. (2020). Okul öncesi fen eğitimi alanında yapılan çalışmaların tematik içerik analizi: 2015-2019 yılları arası. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 40(2), 553-589. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/881964> sayfasından erişilmiştir.
- Zhu, R., Goddu, M. K. & Gopnik, A. (2020). Preschoolers' comprehension of functional metaphors. *PsyArXiv*. <https://doi.org/10.31234/osf.io/ny86k>

Extended Summary

In this study, biomimicry practices, which are thought to develop analogical reasoning, which are an important part of thinking skills and benefited from very early ages, are examined. Biomimicry, which aims to contribute to the improvement of the world by being inspired by nature and using natural means as much as possible, carries the realities of life and living things to learning experiences.

Searching for similarities and creating new ones, being able to express them in different ways when the time comes in line with the developmental period, can be seen as the basis of analogical reasoning, which is one of the higher-order thinking skills. It is thought that it is important for children to experience real entities and situations in nature in order to develop their analogical reasoning skills that lead to logical or needed inferences. Nature and the living/non-living elements it contains offer an unlimited variety of resources for learning. In general, it is known that children, who have a natural interest and curiosity in every element around them, are even more excited and open to learning about nature and living things. It is possible to make this important innate feature permanent through practical and nature-based studies.

Biomimicry examines the functions of living things to live in nature; in this way, it shapes products and processes according to nature (Biomimicry Institute, 2021-2017). Design by analogy with biology is called biomimicry (Kennedy, 2017). Benyus (2022) states that nature can be considered as a model, measure and mentor; she describes biomimicry as a revolution that shows what can be learned, not what can be obtained from nature. She emphasized that with the view of nature as a mentor, the relationship between the living world and people will change. The only way to learn from nature is to preserve naturalness, the source of good ideas.

The examples in which children will create analogies by transferring their existing knowledge should be determined from the near-far point of view, which is one of the development principles. Children can recognize the relationship between elements in nature and familiar entities in their life, based on real objects or their models, concrete evidence such as video presentations and/or photographs, and learning schemes. This process of finding similarity, which initially proceeds under the guidance of an adult, can also be carried out by children when analogical thinking becomes a habit or learning way.

Especially when working with children in early childhood or in a group where biomimicry practices will be made for the first time, first of all, children's interest in nature and its elements should be increased. For this, school gardens or nearby playgrounds can be used to observe the natural interests of children. There are two important reasons for starting this process with the possibilities of the immediate environment. First of all, nature is not a distant place/concept/situation as it is thought. Another important reason is that being able to recognize features such as structure, function and

process in nature within the scope of biomimicry requires some skills in terms of cognitive, social-emotional and motor development. For this reason, the biomimicry process, which begins with research on a piece of land or a bush cluster that can be considered a natural area in the school, will have the opportunity to progress on the basis of children's self-confidence and current knowledge.

Children should be made aware of the unknown structure, function and process features of living things they know. For this, the process can be started with an interesting question or problem statement. Based on the initial question or situation, the stages of how a living thing sustains its life, the contributions these features can bring to people's lives, what can be done to answer a problem or need in human life, and the development and maintenance of relations between living things and humans can be carried out.

In the biomimicry point of view, making a simple analogy is the first step, but there is definitely a practice or design stage regarding the reflection of living characteristics on human life. In other words, after the analogy of carrying stuff like an elephant's trunk is understood by children, the question of *how can people use this function in their lives?* is tried to be answered.

In biomimicry studies, a learning process in which children participate actively is aimed. In addition to learning outcomes, due to many basic features such as caring about experiences in the process, addressing all areas of development and being learner-centered and including different approaches such as STEM, Project Approach, design and problem-oriented thinking, especially from early childhood are considered important in terms of biomimicry.

Considering that the biomimicry process is about learning, examining the characteristics of living things and reflecting them on inspired solutions, it is clear that an inquiry based learning approach should be followed. Considering the teaching profession in particular, it is clear that in order to support children's research skills, the teacher should be able to think critically, support creativity and have an understanding on the basis of research.

It is thought that the practice opportunities that can be realized in the field of biomimicry at every age and education level are based on two primary benefits. Considering the early childhood period, the development of children with a high level of interest in living things and nature is supported in all areas in line with their own capacities. Real-life and concrete materials are extremely effective in encouraging children of all ages to learn. Another important dimension is that they can be children who learn from nature with nature and thus find their place among living things, not about nature. Children who develop their need and skills to connect with nature from an early age are likely to become individuals who are hoped to create the world of the future and believe that they are part of nature. It is hoped that these children will make an effort to live in a system that can develop together by feeling responsible for the planet and the creatures in it.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyanı

Bu araştırmanın planlanması, yürütülmesi ve yazılı hale getirilmesinde sadece tek bir araştırmacı yer almıştır.

Destek ve Teřekkür Beyanı

Bu araştırmada herhangi bir kurum, kuruluş ya da kişiden destek alınmamıştır.

Çatışma Beyanı

Araştırmacının çalışma ile ilgili diğer kişi ve kurumlarla herhangi bir kişisel ve finansal çıkar çatışması yoktur.

Etik Kurul Beyanı

Bu araştırma derleme türünde olduğu için etik kurul kararı gerektirmemektedir.