

FEN ÖĞRETİMİNDE PEDAGOJİK ANALOJİK MODEL KULLANIMI: MANDALLARLA DNA MODELİ¹

Filiz Kara²

ÖZ

Araştırmada, fen bilimlerinin soyut konularından olan nükleotid, DNA ve DNA'nın eşlenmesi konularının somutlaştırılarak öğretilmesi amacıyla "Mandallarla DNA Modeli" etkinliği tasarlanmıştır. Ortaokul sekizinci sınıfta öğrenim gören 20 öğrenciyle yürütülen araştırmada etkinliğin tanıtılması ve etkinliğin öğrencilerin konu ile ilgili başarılarına etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Araştırmada etkinliğin tasarım, uygulama ve değerlendirme süreçleri sunulmuştur. Öğrencilerin kompleks bilgilerini basitleştiren, soyut bilgilerini somutlaştıran, anlamlı ve kalıcı öğrenmeyi sağlayan, görsel benzetme aracı olan pedagojik analogik model kullanılmıştır. Etkinliği değerlendirmek amacıyla başarı testi, ön test ve son test olarak uygulanmış ve etkinlik hakkında öğrenci görüşleri alınmıştır. Veri analizi sonucunda son testte öğrencilerin konu ile ilgili başarılarının arttığı bulgusuna ulaşılmıştır. Ayrıca öğrencilerin etkinliği eğlenceli ve öğretici buldukları, kalıcı öğrenmelerini ve daha iyi anlamalarını sağladığına dair görüş bildirdikleri sonucu elde edilmiştir.

Anahtar kelimeler: DNA, nükleotid, model, pedagojik analogik model, somutlaştırma.

USE OF PEDAGOGICAL ANALOGICAL MODEL IN SCIENCE TEACHING: DNA MODEL WITH CLOTHESPINS

ABSTRACT

In the present research, the "DNA Model with Clothespins" activity was designed to teach the subjects of nucleotide, DNA, and DNA replication, which are abstract subjects of science. The aim of the research, which was carried out with 20 students in 8th grade, was to examine the effects of the activity on students' achievement on the subject. This paper presents the design, implementation, and evaluation processes of the activity. The pedagogical analogical model, which is a visual analogy tool that simplifies students' complex knowledge and concretizes their abstract knowledge to provide meaningful and long-lasting learning, was used. An achievement test was administered as a pre-test and post-test to evaluate the activity, and students' views were taken about the activity. Data analysis revealed that students' achievement increased in the post-test. Additionally, the students thought that the activity was fun and instructive and enabled them to learn permanently and to understand better.

Keywords: DNA, nucleotide, model, pedagogical analogical model, concretization.

Makale hakkında:

Gönderim tarihi: 09.11.2023

Kabul tarihi: 08.04.2023

Elektronik yayın tarihi: 30.04.2023

¹ Etik kurul izni, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Etik Komisyonundan 28.10.2022 tarih ve 2022-855 sayılı belge ile alınmıştır.

² Dr., Merkez Şehit İlhan Kuşan Ortaokulu, karafilizkara@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6802-6598>

GİRİŞ

Eğitimin temel hedeflerinden biri bireyleri hayata hazırlamaktır. Bu hazırlıkta en gerekli aşama bireylerin günlük hayatta gerçekleşen olayları anlamlandırmalarını sağlamaktır. Anlamlandırma sürecinde en etkili yolun fen bilimleri olduğu kuşkusuzdur. Çünkü fen bilimleri, insanoğlunun doğanın gerçeklerine erişme, olayları açıklama, önceden tahmin etmeye çalışma süreci ve bu süreç içerisinde kendini anlama çabalarının ürünüdür (Collette & Chiapetta, 1989). Günlük hayattaki gerçekleri anlamada anahtar bir rol üstlenen fen bilimleri, birbirleriyle bağlantılı konular içermesinin yanı sıra birçok soyut kavram barındırmaktadır. Bu nedenle fen bilimlerinin konular arası bağlantı kurulması yoluyla anlamlandırılarak ve somutlaştırılarak öğretilmesi gerekmektedir. Nitekim Novak (2002), öğrencilerin önceden sahip oldukları kavramlar ile yeni edindikleri kavramlar arasında doğru bağlantı kurduklarında anlamlı öğrenmenin gerçekleşebileceğini belirtmektedir.

Bir ülkenin gelişiminde fen bilimlerinin öneminin farkına varan ülkeler fen eğitimini daha nitelikli hale getirmek için öğretim programını geliştirme, geliştirilen programların uygulanması için elverişli öğretim ortamı oluşturma ve bu sürecin işleminde anahtar görevi gören en uygun yöntemin seçilmesi üzerine uğraş vermektedirler (Ayas, 1995). Seçilecek yöntemde kullanılacak materyal, öğretimin etkililiğine doğrudan etki etmektedir (Çelik, 2017). Çok sayıda soyut ve kompleks konular içeren fen bilimleri öğretiminde soyut kavramların somut hale getirilmesinde, bilimsel teorilerin açıklanmasında modeller sıklıkla kullanılmaktadır (Düşkün & Ünal, 2015). Fen bilimlerinin çok sayıda soyut kavram içermesinin öğrencilerin anlamasını zorlaştırması problemiyle baş edebilmek amacıyla farklı açılardan bakabilmeyi ve somut durumlar oluşturabilmeyi sağlayan modellere ihtiyaç duyulmaktadır (Ayvacı vd., 2015). Bilimsel modeller; kompleks olguları basitleştirmeyi, soyutu somutlaştırmayı, gözle görülemeyeni görünür hale getirmeyi ve nihayetinde öğrencilerin yeni bilgilerini daha önce var olan bilgileriyle bağ kurmalarını sağlamayı amaçlayan araçlardır (Hestenes, 1996). Harrison (2001), modelleri bir nesnenin inşa edilme sürecini anlamaya yardımcı olan,

mikroskop, teleskop gibi çıplak gözle görülemeyeni görünür, anlaşılır hale getiren, bilinenden bilinmeyene doğru bir köprü görevi gören yardımcı materyaller olarak tanımlamaktadır. Modeller, kimyasal formüllerden simülasyonlara, matematiksel eşitliklerden haritalara kadar uzanan geniş bir yelpazeye sahiptirler.

Fen bilimlerinin alt dalı olan Biyoloji bilimindeki “Genetik” konusunun temelini oluşturan konulardan biri Deoksiribo Nükleik Asit (DNA) kavramıdır. Nükleotid; fosfat, deoksiriboz şekeri ve bir organik bazdan (adenin, timin, guanin veya sitozin) oluşmaktadır. Nükleotidler bir araya gelerek genleri, genler bir araya gelerek DNA’yı oluşturmaktadır. DNA’nın, protein nükleozomların etrafına makara benzeri bir yapıyla sarılmasıyla kromozomlar oluşmaktadır (Güneş, 2006). DNA’nın yapısı, DNA’nın yapı taşı olan nükleotidin yapısı, nükleotid-gen-DNA-kromozom hiyerarşisi ve DNA’nın kendini eşlemesi konuları soyut konulardır. Bu nedenle öğrenciler bu konuları anlamada güçlük çekmektedirler. 1980 yılında Johnstone ve Mahmoud tarafından yapılan bir araştırmada öğrencilerin zor bulduğu biyoloji konuları arasında genetiğin yer aldığı raporlanmıştır (Johnstone & Mahmoud, 1980). Bundan yaklaşık yirmi yıl sonra da durumun değişmediği görülmüştür. 1999 yılında yapılan çalışmada öğrencilerin en zor bulduğu konular listesinin başında genetik konularının yer aldığı (Bahar vd., 1999) ve 2001 yılında yapılan çalışmada öğrencilerin gen ve kromozom kavramlarını anlamada sıkıntı yaşadıklarını belirttikleri raporlanmıştır (Tekkaya vd., 2001). Genetik konularının öğrenciler tarafından zor algılanan konular kategorisine sokulması devamındaki yıllarda da yapılan çalışmalarla ortaya konulmuştur (Güneş & Güneş, 2005; Tuncel & Fidan, 2018). Kakız’ın (2019) yaptığı çalışmada öğretmenlerin genetik konusunun soyut olduğu için öğrencilerin konuyu anlamakta zorlandıkları görüşü bildirilmiş ve aynı çalışmada genetik konusunun somut örnek ve etkinliklerle somutlaştırılması veya laboratuvar ortamında öğretilmesi gerektiği önerilerinde bulunulmuştur. Malacinski ve Zell (1996) tarafından da mikro düzeydeki soyut biyoloji konusu olan genetiğin öğretiminde ucuz, somut ve görsel modellerin kullanılarak öğretilmesi gerektiği belirtilmiştir. Benzer şekilde Özdemir

(2005) tarafından yapılan çalışmada sekizinci sınıf öğrencilerinin genetik konusuyla ilgili birçok kavram yanlışlarına sahip oldukları belirlenmiş ve genetikle ilgili konuların somut bir şekilde öğretilmesi gerektiği önerilmiştir.

Genetik konusundaki sekizinci sınıf öğrencilerinin kavram yanlışları genelde nükleotid, gen, DNA ve kromozomun görev, özellik ve şekilleri konusundaki yanlışlar ve bu yapıların birbirlerine karıştırılması, nükleotiddeki karşılıklı organik baz eşleşmesinde hatalar şeklindedir (Akyürek & Afacan, 2012; Akyürek & Afacan. 2013; Güney vd., 2007). Alanyazında sekizinci sınıf öğrencilerinin genetik konusu ile ilgili kavram öğrenmelerine 5E modelinin etkisi (Altınay, 2009), bilgisayar destekli materyalin etkisi (Güney vd., 2007), rol oynama ve oyunların etkisi (Keleş vd., 2006), kavram yanlışlarının giderilmesinde analogi ile verilen kavram değişim metinlerinin etkisi (Akyürek & Afacan. 2013), başarılarını arttırmada işbirlikli öğrenme (Genç & Şahin, 2015), simülasyon destekli işbirlikli öğretim (Aydoğan, 2019), grafik materyallerin (Demir & Sezek, 2009) etkisinin araştırıldığı çalışmalar mevcuttur. Benzer yaş gruplarında analogik model (yün modeli) ile verilen genler ve DNA dersi öğrencilerin kavramsal anlayışlarının gelişmelerinde etkili olmuştur (Venville & Denovan, 2010).

Bu çalışmada, anlamlı ve kalıcı öğrenmeyi sağlayan, görsel benzetme aracı olan pedagojik analogik model kullanılmıştır. Pedagojik analogik modelinde öğretmenin modeli gözlenemeyen varlıkları görünür yapmak üzere açıklayıcı olarak kullanması pedagojik yapısını, model ile hedef arasındaki bilgi paylaşımı ise analogik yapısını göstermektedir (Güneş vd., 2004). Analogi, erken çocukluktan Nobel ödüllü bilim insanlarına kadar her düzeyde kullanılan bir araçtır (Richland & Simms, 2015). Bailey (2012), öğretmenlerin yeni bir fikir veya beceri sunmaları esnasında genellikle öğrencilerin aşına oldukları durumlara benzetme yolunu tercih etmelerinden dolayı analogileri belirli grupların kullandığı dile ait lehçelere benzetmektedir. Modelde günlük hayatın içinden, kolay ulaşılabilir malzemelerin kullanılması bu araştırmanın diğer çalışmalardan farklı yönünü ortaya koymaktadır. Dönel-Akgül ve Çolak'ın (2021) çalışmalarında bir kısım fen

bilgisi öğretmen adayının kromozom kavramı için mandal analogisini geliştirmeleri mandalın öğrencilerin analogik dünyasında yer alabileceğini göstermektedir.

Araştırmada geliştirilen etkinlik, Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programındaki “Canlılar ve Yaşam” öğrenme alanına yönelik olarak sekizinci sınıfta yer alan “DNA ve Genetik Kod” ünitesindeki DNA’nın yapısı ve DNA’nın kendini eşlemesi konularını kapsamaktadır. Fen Bilimleri Öğretim programında konuyla ilgili olarak “Nükleotid, gen, DNA ve kromozom kavramlarını açıklayarak bu kavramlar arasında ilişki kurar”, “DNA’nın yapısını model üzerinde gösterir” ve “DNA’nın kendini nasıl eşlediğini ifade eder” şeklinde üç kazanım yer almaktadır. Öğretim programında bu kazanımların dört ders saatinde kazandırılması önerilmektedir (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2018).

Ortaokul sekizinci sınıf öğrencilerinin genetik konusundaki çeşitli yanlış anlamalara sahip oldukları birçok çalışmayla (Akyürek & Afacan, 2012; Akyürek & Afacan. 2013; Güney vd., 2007) tespit edilmiştir. Üstelik bu konu Türkiye’de ortaokuldan bir üst öğrenim kurumuna geçişte sekizinci sınıflara yapılan sınavda her yıl soru sorulan konulardan biridir (Kaya & Kara, 2022). Genetik konusunun üst öğretim basamaklarındaki Biyoloji eğitimi konularına temel oluşturması konunun anlamlı şekilde öğrenilmesinin önemini ortaya koymaktadır. Bu nedenle konunun somutlaştırılarak öğretilmesi gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Araştırmada geliştirilen “Mandallarla DNA Modeli” etkinliğinin öğrencilerin DNA’nın yapısını ve eşlenme şeklini günlük hayattaki malzemelerle modelleme yoluyla anlamlandırarak öğrenmelerini sağlayacağı düşünülmektedir.

ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ

Araştırma, nitel ve nicel yöntemlerin bir arada kullanılarak verilerin toplandığı karma araştırma yöntemiyle yürütülmüştür. Karma araştırma yöntemi, araştırma kapsamında verilerin toplanması, analiz edilmesi ve yorumlanmasının nitel ve nicel olarak yapıldığı yöntemdir (Leech & Onwuegbuzie, 2009). Araştırma, tek gruplu ön test-son test yarı deneysel araştırma deseni kullanılarak

yürütülmüştür. Yarı deneysel yöntem, araştırma grubuna öğrenci dağılımının rastgele yapılamadığı durumda kullanılır. Ülkemizde merkezi eğitim sisteminin uygulanmasına bağlı olarak eğitim öğretim yılı başında sınıflardaki öğrencilerin okul idaresi tarafından atanması dolayısıyla araştırma grubuna öğrenci dağılımının rastgele yapılamaması yarı deneysel yöntemin kullanılmasını gerektirmektedir (Çepni, 2007). Araştırmanın bağımsız değişkeni pedagojik analogik DNA modeliyle öğretim, bağımlı değişkeni ise öğrencilerin konu ile ilgili başarılarıdır.

ETKİNLİĞİN PLANLANMASI

“Mandallarla DNA Modeli” etkinliği araştırmacı tarafından geliştirilmiştir. Hazırlanan pedagojik analogik modeldeki kaynak kavramlar ve bu kaynak kavramların benzetildiği, öğretilmesi amaçlanan hedef kavramlar Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Modeldeki Kaynak Kavramlar ve Hedef Kavramlar Arasındaki Analogik İlişki

Kaynak Kavramlar	Hedef Kavramlar
Pembe mandal	Fosfat
Sarı mandal	Deoksiriboz şekeri
Mavi-mor-yavruağzı-yeşil mandallar	Adenin-Timin-Guanin-Sitozin organik bazları
Kurdele	DNA zincirleri
Çengelli iğne	Hidrojen bağları
Fon kartonlar	Çekirdek-sitoplazma

Araştırmacı aynı zamanda altı yıllık Fen bilimleri öğretmenliği deneyimine sahiptir. Araştırmacı, derslerde öğrencilerin bu konuyla ilgili yaşadıkları problemlere şahit olmuş, özellikle de DNA’nın eşlenmesi konusundaki soru çözümünde öğrencilerin zorlandıklarını gözlemlemiştir. Öğrencilerin DNA’nın yapısı ve kendini eşlemesi ile ilgili yanılgılarını ve eksikliklerini tespit etmek amacıyla bir başarı testi uygulanmıştır (Ek 1). Beş açık uçlu ve bir sıralama sorusu olmak üzere toplam altı sorudan oluşan test, araştırmacı tarafından geliştirilmiştir. Testin incelemesi iki alan uzmanı ve iki fen bilimleri öğretmeni tarafından yapılmıştır. İnceleme sonucunda altı soruluk testin etkinlik hedefine uygun olarak kapsam geçerliliğini sağladığı ve öğrenci

seviyesine uygun olduğu belirtilmiştir. Alanyazında araştırma konusu ile ilgili öğretim üyeleri, alan uzmanları veya öğretmen görüşlerine başvurularak açık uçlu sorulardan oluşan testlerin güvenilirlik ve geçerliğinin tespit edilmesi sıklıkla karşılaşılan bir durumdur (Kalkan & Yener, 2022; Taşdemir & Demirbaş, 2010). Testin güvenilirlik araştırması için iki bağımsız kodlayıcı arasındaki uzlaşma yüzdesine bakılmıştır. Öğrenci kağıtlarından rastgele olarak seçilen sekiz kâğıt iki fen bilimleri öğretmeni tarafından değerlendirilerek kodlanmıştır. Uzlaşma yüzdesi Miles ve Huberman’ın (1994) [Görüş birliği / (Görüş birliği + Görüş ayrılığı)] formülüyle hesaplanmıştır. İki kodlayıcı arasındaki uzlaşma yüzdesinin % 70 ve üzeri olması güvenilir bir kodlama için yeterli görülümekte olup (Miles & Huberman, 1994) bu test için uzlaşma yüzdesi % 92 olarak hesaplanmıştır.

Araştırmada başarı testinden elde edilen veriler SPSS paket programı kullanılarak analiz edilmiştir. Etkinlik öncesi ön test ve etkinlik sonrası son test olarak uygulanan başarı testi sorularına öğrenciler tarafından verilen doğru cevaplar değerlendirilerek test puanlanmıştır. İlk beş soruya 17, son sıralama sorusuna 15 puan verilerek 100 puan üzerinden değerlendirme yapılmıştır.

Analizde kullanılacak testlerin belirlenmesinde değişkenlerin normalliği göz önünde bulundurulmuştur. Örneklem büyüklüğünün kullanılacak normallik testinde kriter oluşturması ve küçük örneklemelerde en hassas sonuç veren testin Shapiro-Wilk testi olmasından dolayı bu test seçilmiştir (Ahad vd., 2011). Örneklem büyüklüğünün 3 ile 50 arasında olduğu durumlarda Shapiro-Wilk testinin kullanılması uygundur (Shapiro & Wilk, 1965). Yapılan analizde Shapiro-Wilk değerinin ön testte 0,059, son testte 0,003 ($p < 0,05$) çıkmasında dolayı parametrik olmayan testin kullanılmasına karar verilmiştir. Bu nedenle bağımlı grupların ön test son test başarı testi analizinde Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi kullanılmıştır.

Testten elde edilen veriler ve araştırmacının geçmiş yıllardaki gözlem ve deneyimleri bu etkinliğin geliştirilmesine dayanak oluşturmuştur. Öğrencilerin organik baz ve nükleotid yapılarını birbirine karıştırmaları,

eşlenen DNA'daki zincirlerin birinin eski diğerrinin yeni olması gibi bilgiyi anlamlandıramadıkları gibi durumlar özellikle etkinlikte vurgulanması gereken konular olarak planlanmıştır. Bu amaçla araştırmacı tarafından gerekli malzemeler planlanarak etkinlik hazırlanmıştır. Hazırlanan etkinliğin uygunluğunu kontrol etmek amacıyla iki alan uzmanı ve iki fen bilimleri öğretmeninin görüşlerine başvurulmuştur. Alınan görüşler doğrultusunda etkinlik içeriğinde küçük değişiklikler yapılarak son hali verilmiştir. Hazırlanan modele "Mandallarla DNA Modeli" ismi verilmiştir. Model için gerekli malzemeler araştırmacı tarafından planlanarak temin edilmiştir. Modelin uygulamaya konulduğu etkinlik yürütülmüştür.

Etkinlik boyunca öğrencileri yönlendirecek altı maddelik bir çalışma kâğıdı oluşturulmuştur. Etkinlik esnasında öğrencilere çalışma kâğıdı (Ek 2) dağıtılarak doldurulmaları sağlanmıştır. Etkinlik sonunda başarı testi son test olarak uygulanmıştır. Ayrıca öğrencilerin etkinlik ile ilgili genel görüşlerini ortaya koymak için üç sorudan oluşan bir etkinlik görüş anketi (Ek 3) uygulanmıştır. Öğrencilerin anketteki soruları yazılı olarak cevaplamaları istenmiştir. Anketin güvenilirliği için Miles ve Huberman'ın (1994) iki bağımsız kodlayıcı arasındaki uzlaşma yüzdesi hesaplanarak güvenilirlik değerlendirmesi yapılmıştır. Öğrencilerin verdiği cevaplardan rastgele seçilen sekiz anket iki fen bilimleri öğretmeni tarafından kodlanmıştır. Anketin uzlaşma yüzdesi % 88 olarak hesaplanmış ve güvenilir bir anket olduğu kabul edilmiştir.

Etkinlik görüş anketindeki veriler, anketteki her soruya verilen cevapların ayrı ayrı betimsel analizi yapılarak değerlendirilmiştir. Betimsel analizde veriler, araştırma sorularının ortaya koyduğu temalara göre düzenlenirken katılımcıların görüşlerini çarpıcı bir şekilde yansıtmak amacıyla sıklıkla doğrudan alıntılara yer verilir (Yıldırım & Şimşek, 2011). Araştırmada ankette elde edilen veriler, detaylı bir şekilde incelenmiş ve ortak temalar belirlenmiştir. Ortaya çıkan temalara ait kodların tekrarlanma sıklığı tespit edilerek belirlenen temalar çerçevesinde elde edilen veriler tabloleştirilmiş ve öğrenci görüşlerinden doğrudan alıntıya yer verilmiştir.

Kullanılan Malzemeler

Etkinlik için gerekli malzemeler şunlardır: 10 mor mandal, 10 mavi mandal, 10 yavruağzı mandal, 10 yeşil mandal, 43 sarı mandal, 45 pembe mandal, 50 çengelli iğne, beyaz kurdele, kırmızı kurdele, renkli fon karton, makas, yapıştırıcı. Malzemeler, öğretmen tarafından temin edilmiştir.

ETKİNLİĞİN UYGULANMASI

Araştırma, Samsun İlinde sosyoekonomik durumu orta düzeyde olan bir devlet okulunda yürütülmüştür. Geliştirilen etkinlik sekizinci sınıfta öğrenim gören 20 öğrenciyle gerçekleştirilmiştir. Araştırmaya dahil edilen okuldan rasgele olarak bir sekizinci sınıf seçilmiştir. Seçilen sınıf farklı başarı düzeylerine sahip öğrencilerden oluşmaktadır. Dört ders saati içerisinde basitten karmaşığa doğru nükleotid, gen, DNA ve kromozom ilişkisi, DNA'nın yapısı ve DNA'nın kendini eşlemesi konusu anlatılmıştır. İki ders saatinde ise "Mandallarla DNA Modeli" etkinliği uygulanmıştır. Etkinlik, konu işlendikten sonra konunun daha iyi kavranmasını sağlamak ve pekiştirmek amaçlı yapılmıştır. Okul müdürlüğünden gerekli izinler alınarak bu etkinlik uygulanmıştır.

Etkinliğin uygulanması esnasında dörder kişilik beş grup oluşturulmuştur. İki öğrenci sırası karşılıklı olarak birleştirilerek her bir grubun yerleşmesi sağlanarak grupların her birine bir numara verilmiştir. Araştırma sunumunda diyaloglarda öğretmen "Ö", grup "G" olarak anılmıştır. Grup numarası ise G₁, G₂, G₃, G₄ ve G₅ şeklinde gösterilmiştir. Etkinlik gruplar halinde iş birliği içerisinde gerçekleştirilmiştir. Her grup kendine bir sözcü seçmiştir ve sorulan sorulara grubun ortak kararı doğrultusunda grup sözcüsü tarafından verilmiştir. Etkinlik esnasında çalışma kâğıdı grupça doldurulmuştur ancak başarı testi ve etkinlik görüş anketi bireysel olarak cevaplandırılmıştır.

İlk etapta tahtaya kullanılacak malzemeler ve sayıları yazılmıştır. Öğretmen çalışma kâğıdının temel oluşturduğu sorularla öğrencileri yönlendirerek etkinliği yönetmiştir. Etkinlik esnasında vakit tanınarak çalışma kâğıdındaki soruların cevaplandırılmasını

sağlamış, gidişata göre soruları yapılandırmıştır:

Ö: Tahtada yazılı olan malzemeler masanın üzerinde bulunmaktadır. Bu malzeme ve sayıları dikkate alarak en fazla kaç nükleotid yapabilirsiniz?

G₃: 23.

Ö: Neden?

G₃: Sarı mandallar ve pembe mandalları karşılıklı eşleştirmem gerektiği için 43 tane yapabiliriz.

Ö: Başka fikri olan var mı?

G₂: 43 değil 40 Hocam.

Ö: Neden?

G₂: Her nükleotidde fosfat ve şeker bulunmalıdır ve her nükleotidde farklı bir organik baz bulunmalıdır. O nedenle eşit sayıdaki renkli mandalları Adenin-Timin, Guanin-Sitozin eşleşmesi yaparsak 40 nükleotide yetecek kadar organik baz var.

...

Ö: En fazla sayıda nükleotid yapmak için hangi malzemeyi hangi yapının yerine kullanmanız gerekiyor?

G₅: Pembe mandalları fosfat, sarı mandalları şeker olarak seçerim. Eşit sayıda olan mor, mavi, yeşil ve yavruağzı mandalları organik baz olarak seçerim.

Ö: Kurdeleleri hangi yapı için kullanacaksınız?

G₂: Zincir yaparım.

Ö: Şimdi her grup gerekli malzemeleri ortadaki masadan alarak dörder adet nükleotid yapın.

Gruplar tarafından yapılan nükleotid örnekleri kontrol edilirken nükleotidin yapısındaki fosfat, şeker ve organik baz dizilimine dikkat edilmediği gözlemlenmiştir. Bu konuda aşağıdaki sorular yöneltilmiştir.

Ö: Mor mandalı neden ortaya taktın?

G₄: Mor mandalı Adenin yerine kullandığımız için.

Ö: Adenin bir organik baz değil midir?

G₄: Evet Hocam.

Ö: Peki nükleotidde organik baz ortada mı olmalıdır?

G₅: Hayır öğretmenim şeker ortada, kenarlarda fosfat ve organik baz olmalıdır. O nedenle mor mandal uçta olmalıdır.

Ö: Evet, mor mandalı organik baz yerine kullandığımıza göre uçta olmalıdır. Şeker yerine sarı mandalı kullanacağımıza göre ortada sarı mandal, diğer uçta da fosfat yerine kullanacağımız pembe mandal

olmalıdır. Bu kurala uymayan gruplar varsa düzeltmesini yapınlar.

...

Ö: Şimdi yaptığımız nükleotidlerle bir DNA molekülü oluşturalım. Bunun için neye ihtiyacımız var?

G₁: Zincir Hocam. Yani kurdele almamız gerekir.

Ö: O halde masadan uygun büyüklükte kurdele kesip alalım.

Gruplar ana masadan kurdele kesip almışlardır. Dört grubun masadan sadece kırmızı kurdele aldıkları görülmüştür. Bu nedenle öğretmen aşağıdaki soruları yöneltilmiştir.

Ö: Bu nükleotidlerle ne yapacaktınız?

G₃: DNA Hocam.

Ö: Peki DNA'nın kaç zinciri vardır?

G₃: DNA'nın iki zinciri vardır.

Ö: O halde masadan bir kırmızı bir de beyaz kurdele almanız gerekiyor.

Her grubunun farklı renkte iki kurdele alması sağlandıktan sonra oluşturdıkları nükleotidleri DNA zincirlerine yerleştirme aşamasına geçilmiştir. Yerleştirme aşamasında bazı grupların organik baz eşleştirmesini yanlış yaptıkları gözlemlenmiştir.

Ö: DNA'nın karşılıklı zincirlerinde organik baz eşleşmesine dikkat ediyor muyuz?

G₁: Ama bizde Guanin yok Hocam.

Ö: Ne yapacaksın Guanini?

G₁: Hocam Sitozinin karşısına koymak için.

Ö: Sitozinin karşısına mı koyacaksınız? Yoksa sitozin nükleotidinin karşısına mı?

G₁: Sitozin nükleotidinin karşısına.

Ö: Güzel. Demek ki nükleotid ile organik bazı karıştırmıyoruz. Nükleotidde hangi organik baz varsa nükleotid ona göre isimlendirilir. DNA'ya organik bazlar tek başına yerleşemez. Ancak nükleotidler halinde yerleşirler. Evet şimdi her grup ihtiyaç duyduğu nükleotidi birbirinden alarak tamamlasın.

Gerekli zincirler tamamlandıktan sonra nükleotidler arasında bağ kurma kısmına geçilmiştir.

Ö: Nükleotidler arasında bağ kurma aşamasına geçiyoruz. Bu bağı hangi malzemeyle kuracağız.

G₅: Çengelli iğnelerle.

Ö: Doğru. Şimdi iki nükleotid arasına bir çengelli iğne takarak bağları kuralım (Sekizinci sınıf öğretim programında Adenin ile Timin nükleotidleri arasındaki ikili hidrojen ve Guanin ile Sitozin nükleotidleri arasındaki üçlü hidrojen bağları detayına yer verilmediği için bağları temsilen tek çengelli iğne kullanılmıştır).

Ardından DNA'yı hücreye yerleştirme aşamasına geçilmiştir. Bu amaçla öğretmen aşağıdaki yönlendirmeleri yapmıştır.

Ö: DNA nerede bulunur?

G₃: Vücudumuzda Hocam.

Ö: Vücudumuzun neresinde?

G₅: Hücremizde.

Ö: Hücremizin neresinde?

G₅: Çekirdekte Hocam.

Ö: O halde oluşturduğumuz DNA'yı içine yerleştirebileceğimiz bir hücre yapalım. Fon kartonları kullanarak hücre ve çekirdeğini yapalım. Hücrenin sitoplazması ve çekirdeğini farklı renklerde yapalım.

Hücreleri oluştururken öğrencilerin kartonları kesme konusunda kararsız oldukları gözlenmiştir. Bunun üzerine öğrencilere önce hangi çeşit hücre yapmak istedikleri sorulmuştur. Grupların dördünden hayvan hücresi cevabı gelmiştir. Yedinci sınıf konusu olan hücre şekilleri hatırlatılarak yuvarlak yapımları gerektiği yönlendirmesi yapılmıştır. Birinci grup sarı renkli ve köşeli olan öğretmen masasını bitki hücresi olarak kullanmak istediklerini ortasına da mor renkli çekirdek yerleştirmek istediklerini belirtmişlerdir. Büyüklüğü ve şekli uygun olan öğretmen masasının kullanımına izin verilmiştir. Hücreler hazırlandıktan sonra hazırlanan DNA'lar bütün gruplar tarafından hücrenin çekirdeğinde yerleştirilmiştir. Daha sonra DNA'nın eşlenmesi aşamasına geçilmiştir. Öğrencilerin hücre ve çekirdeğini oluşturma çalışmalarına dair görüntü Fotoğraf 1'de verilmiştir.

Ö: Hücrenin eşlenmesi için neye ihtiyacınız var?

G₂: Daha fazla nükleotide ihtiyacımız var.

Ö: O halde her grup ihtiyaç duyduğu nükleotidleri hazırlasın.



Fotoğraf 1. Grupların Hücre ve Çekirdeğini Oluşturma Çalışmaları

Nükleotidler hazırlandıktan sonra bazı gruplarda direk eşlenmeye geçildiği gözlemlenmiştir. Bunun üzerine öğretmen bazı yönlendirmelerde bulunmuştur.

Ö: DNA eşlenmesi nerede gerçekleşir?

G₂: Çekirdekte.

Ö: Eşlenmek için çekirdeğe gelen nükleotidler nerede yer alacak?

G₃: Sitoplazmada Hocam.

Ö: Doğru. O halde eşlenecek nükleotidlerimizi sitoplazmaya yerleştirelim.

Eşlenecek DNA molekülü çekirdeğe ve eşlenmede kullanılacak nükleotidler sitoplazmaya yerleştirildikten sonra eşlenme aşamasına geçilmiştir. Fotoğraf 2 eşlenme öncesinde oluşan modeli göstermektedir.



Fotoğraf 2. Eşlenme Öncesi DNA Molekülü ve Nükleotidlerin Hücredeki Konumları

Ö: Eşlenme için ilk adım ne olacak?

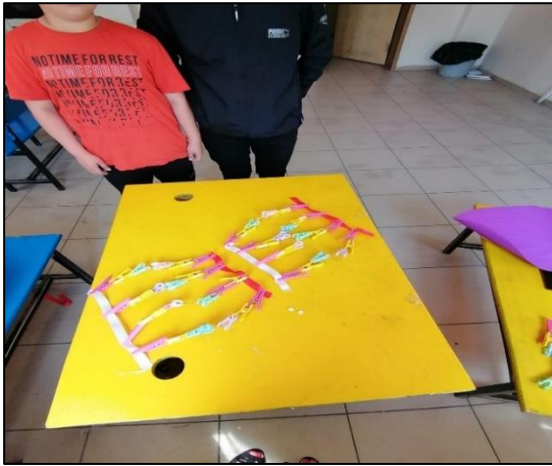
G₅: Hocam DNA bir ucundan fermuar gibi açılacak ve sitoplazmadan uygun nükleotidler gelerek karşısına yerleşecek.

Ö: Uygun nükleotidler derken ne demek istiyorsunuz?

G₅: Mesela Adenin nükleotidi karşısına Timin nükleotidi, Guanin nükleotidi karşısına Sitozin nükleotidi gelecek. Yani mor mandal karşısına mavi mandal, yavruağzı mandal karşısına yeşil mandal gelecek.

Ö: Evet arkadaşınızın söylediği şekilde DNA eşlenmesini tamamlayalım.

Grupların bu aşamada eşlenmeyi doğru yaptıkları gözlemlenmiştir. Grupların DNA zincirini önce bir uçtan başlatarak yeni zincirde uygun nükleotidler yerleştirmiş ardından açılmayı diğer uca kadar devam ettirmişlerdir. Eşlenme sonucunda elde edilen birbirinin aynı iki DNA Fotoğraf 3’te verilmiştir.



Fotoğraf 3. Eşlenme Sonucu Elde Edilen İki DNA Molekülü

Ö: Ne görüyoruz? Eşlenme sonucunda gerçekleşen olaylar nelerdir? Her gruptan bir cevap alalım.

G₁: İki DNA oluştu Hocam.

Ö: Bu DNA’lar benzer mi?

G₂: Birbirinin aynı Hocam.

G₃: Eşlenecek nükleotidler sitoplazmada bekliyordu.

G₄: Çekirdekdeki nükleotid sayısı arttı, sitoplazmadaki nükleotid sayısı azaldı.

Ö: Oluşan DNA’lardaki zincirler eski mi yeni mi?

G₅: Her DNA’da bir eski bir de yeni zincir var.

Bunun üzerine öğretmen aşağıdaki açıklamalarda bulunmuştur:

Ö: Arkadaşınız doğru söylüyor. Eşlenme sonucu oluşan her DNA’da bir yeni zincir ve bir eski zincir bulunmaktadır. Sorularda gördüğümüz eski zincirler kalıp görevi görmekte veya eski zincirler DNA’ya atasından miras kalmıştır ifadelerinin niçin kullanıldığını anladık mı?

G₁, G₂, G₃, G₄, G₅: Evet Hocam.

ETKİNLİĞİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Başarı Testinin Değerlendirilmesi

Başarı testine yönelik öğrencilerin verdikleri cevaplar değerlendirildiğinde ön testte aritmetik ortalama 45,75, son testte ise 83,85 olarak hesaplanmıştır. Başarı testinde öğrencilerin ön test ve son testten aldıkları puanlar Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi ile analiz edilmiştir. Elde edilen bulgular Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Ön Test ve Son Test Puanlarına Yönelik Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Son test-Ön Test	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	Z	p
Negatif sıra	0	0,00	0,00	-3,739	0,000*
Pozitif sıra	18	9,50	171,00		
Eşit	20				

*: $p < 0,05$

Öğrencilerin başarı testine yönelik ön test ve son test puanları arasında anlamlı farklılık olduğu tespit edilmiştir [$z = -3.739$, $p < 0.05$]. Öğrencilerin pozitif sıra ortalamalarının (9.50), negatif sıra ortalamalarından (0.00) daha büyük olması anlamlı farklılığın pozitif sıralar yani son test lehine olduğunu göstermektedir.

Bu sonuç yapılan etkinliğin öğrencilerin DNA’nın yapısı ve eşlenmesi ile ilgili başarılarını arttırdığını göstermektedir.

Etkinlik Görüş Anketinin Değerlendirilmesi

Etkinlik sonunda öğrencilere uygulanan anket aracılığıyla yaptıkları “Mandallarla DNA

Modeli” etkinliğiyle ilgili görüşleri alınmıştır. Öğrencilerin anketteki etkinliğe yönelik düşüncelerini içeren soruya verdikleri cevapların analizi Tablo 3’te verilmiştir.

Tablo 3. Öğrencilerin Etkinliğe Dair Görüşleri

Temalar	Kodlar	Cevaplanma Sıklığı
Bilişsel görüşler	Öğretici	12
	Daha iyi anlama	18
	Kalıcı öğrenme	5
Duyuşsal görüşler	Eğlenceli/zevkli /güzel	45

Öğrencilerin yapılan etkinliğe yönelik düşünceleri incelendiğinde etkinliğin öğretici, daha iyi anlamalarını ve kalıcı öğrenmeyi sağladığına yönelik bilişsel görüşlere sahip oldukları belirlenmiştir. Ayrıca öğrencilerin yüksek oranda etkinliği eğlenceli, zevkli, güzel gibi nitelendirmelerle değerlendirdikleri

duyuşsal görüşlere sahip oldukları tespit edilmiştir. Öğrencilerin birçoğunun mandallara değinerek fikrini belirtmesi dikkati çekmiştir. Bir öğrenci bu konudaki görüşünü “Günlük hayatta kullanılan mandallar ile konuyu öğrenmem çok hoşuma gitti, çok eğlendim.” şeklinde belirtmiştir. Günlük hayatta kullanılan malzemelerin derslerde öğrenme materyali olarak kullanılması öğrencilerin ilgisini çektiği düşünülmektedir.

İkinci soru öğrencilere DNA’nın yapısı ve eşlenmesi konularını öğrenmelerinde yapılan etkinliğin etkili olup olmadığını sormuştur. Bu soruya öğrencilerin tamamının olumlu yönde görüş bildirdiği belirlenmiştir.

Ankette öğrencilere etkinlik sayesinde daha önce bilmedikleri neler öğrendikleri de sorulmuştur. Öğrencilerin bu soruya dair cevapları Tablo 4’te verilmiştir.

Tablo 4. Öğrencilerin Etkinlik Sayesinde Neler Öğrendiklerine Dair Cevapları

Temalar	Kodlar	Cevaplanma Sıklığı
DNA’nın yapısı	DNA’nın karşılıklı zincirlerindeki nükleotidlerdeki organik bazların birbirine bağlandığı	17
	DNA’nın iki zincirli olması	6
Organik baz-Nükleotid-DNA ilişkisi	Nükleotid ve organik bazın aynı yapı olmadığı	11
	Nükleotidin yapısında organik baz bulunduğu	10
	Her nükleotidde fosfat ve şekerin bulunduğu	8
	Eşlenen DNA’lar bir zincirin eski, diğer zincirin yeni olduğu	19
DNA’nın eşlenmesi	DNA’nın eşlendiğinde birbirinin aynı iki DNA oluşması	17
	Eşlenmek için kullanılan nükleotidlerin sitoplazmadan geldiği	15

Öğrencilerin daha önce bilmeyip etkinlik sayesinde neler öğrendiklerine dair cevaplar üç tema altında incelenmiştir. DNA’nın yapısı temasında altı öğrenci DNA’nın çift zincirli olduğunu, 17 öğrenci ise karşılıklı zincirlerde nükleotidlerdeki organik bazlar arasında bağlar oluştuğunu öğrendiklerini belirtmişlerdir. Organik baz-nükleotid-DNA ilişkisi teması altında 11 öğrenci nükleotid ve organik bazın aynı olmadığını, 10 öğrenci nükleotidin yapısında organik baz bulunduğunu ve sekiz öğrenci ise her nükleotidde şeker ve fosfatın bulunduğunu öğrendiklerini belirtmişlerdir. DNA’nın eşlenmesi temasında ise 19 öğrenci

eşlenen DNA’ların her birinde bir zincirin eski, diğerinin yeni olduğunu, 17 öğrenci eşlenme sonucunda oluşan DNA’ların birbirinin aynı olduğunu, 15 öğrenci eşlenecek nükleotidlerin sitoplazmadan geldiğini öğrendiklerini belirtmişlerdir.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Araştırmada organik baz, nükleotid ve DNA arasındaki hiyerarşik ilişki, DNA’nın yapısı ve DNA’nın eşlenmesinin öğretilmesi amacıyla günlük hayatta kullanılan malzemelerin yer aldığı bir model tasarlanmıştır. Malzemelerin

modele dönüştürülmesi ve eşlenmenin uygulaması öğrencilerle birlikte aşama aşama gerçekleştirilmiştir. Araştırmada etkinlik öncesi ön test ve etkinlik sonrası son test olarak uygulanan başarı testi sonuçlarına göre öğrencilerin konu ile ilgili bilgilerinin arttığı sonucuna ulaşılmıştır. Yapılan istatistik değerlendirmeler sonucunda ön teste göre son test lehine anlamlı farklılık ortaya çıktığı sonucu elde edilmiştir. Öğrencilerin etkinliklerle ilgili görüşlerine başvurulduğu ankette öğrencilerin organik baz-nükleotid-DNA ilişkisi, DNA'nın yapısı ve DNA'nın eşlenmesi teması altında öğrendiklerini belirttikleri ayrıntılar bu sonucu desteklemektedir. Bu sonuçlar, "Mandallarla DNA Modeli" etkinliğinin öğrencilerin konu ile ilgili başarılarını arttırdığını göstermektedir. Ayrıca bu sonuçlar, Akyürek ve Afacan (2013)'in analoji ile kalıtım konusunun öğretildiği çalışmalarında analogilerin öğrencilerin konuyla ilişkin kavramları anlamalarını geliştirdiği sonucuyla benzerlik göstermektedir.

Öğrenciler, yaptıkları etkinlik sayesinde konuyu daha iyi anladıkları ve etkinliği öğretici bulduklarına yönelik olumlu görüş bildirmişlerdir. Öğrencilerin büyük çoğunluğunun yaptıkları etkinliği eğlenceli buldukları sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca uygulama esnasında öğrencilerin oldukça eğlendikleri gözlemlenmiştir. Bu sonuç, Yılmaz ve Ünal'ın (2020) yaptıkları çalışmada elde ettikleri veriler ışığında fen öğretiminde öğrencilerin ilgi ve motivasyonlarını arttırmak için pedagojik analogik modellere daha çok yer verilmesi gerektiği önerileriyle örtüşmektedir.

Öğrencilerin birçoğunun etkinlikte mandalların kullanılmasına değinmeleri günlük hayatta yer alan kolay ulaşılabilir bir malzemeyle öğrenmenin gerçekleşmesinin ilgilerini çektiğini göstermektedir. Genel itibarıyla genetik konularının öğrenciler tarafından zor algılandığını rapor eden çalışmalar (Güneş & Güneş, 2005; Tekkaya vd., 2001; Tuncel & Fidan, 2018) ağırlıkta olmasına rağmen, Subaşı'nın (2020) yaptığı çalışmada üstün yetenekli öğrenciler tarafından biyoloji konularının daha kolay bulunduğu sonucuna ulaşılmıştır. Üstün yetenekli öğrencilerin biyoloji konularını daha kolay anlamalarını günlük yaşamla daha kolay ilişkilendirebilmelerine bağlamaktadırlar.

Dolayısıyla araştırma kapsamında yapılan etkinlikte günlük yaşamda kullanılan bir malzeme olan mandalların kullanılması öğrencilerin anlamalarını kolaylaştırdığı söylenebilir.

Araştırmada organik baz, nükleotid ve DNA arasındaki hiyerarşik ilişki, DNA'nın yapısı ve DNA'nın eşlenmesinin öğretilmesi konusunda uygulanan etkinliğin öğrencilerin hem bilişsel hem de duyuşsal anlamda olumlu yönde gelişimlerini sağladığı sonucuna ulaşılmıştır. Etkinliğin öğrencileri düşünmeye sevk etmesi ve etkinlik kapsamında kullanılan pedagojik analogik DNA modelinin soyut konuları somutlaştırması yoluyla öğrencilerin kavramsal anlamalarının arttığı görülmektedir.

Bu araştırmada modeli oluşturmak için kullanılacak malzemeler araştırmacı tarafından tasarlanmıştır. Kullanılacak malzemelerin seçiminin öğrenciler tarafından yapıldığı bir başka araştırma planlanabilir. Kullanılacak malzemelerin seçiminin öğrencilere bırakılmasının öğrencilerin hayal gücü ve yaratıcılıklarının gelişmesini sağlayacağı düşünülmektedir. Pedagojik analogik modellerin yalnızca DNA konusuyla sınırlı kalmaması diğer soyut fen bilimleri konularında da geliştirilerek kullanılması öğrencilerin anlamlandırarak öğrenmelerine katkıda bulunabilecektir. Ayrıca ortaokul sekizinci sınıflar için geliştirilen etkinliğin ortaöğretim öğrencilerine de uygulanması öğrencilerin konuyu daha iyi kavramalarını ve genetik konusunda daha sağlam bir temel oluşturmalarını sağlayabilecektir.

KAYNAKLAR

- Ahad, N. A., Yin, T. S., Othman, A. R., & Yaacob, C. R. (2011). Sensitivity of normality tests to non-normal data. *Sains Malaysiana*, 40(6), 637-641.
- Akyürek, E., & Afacan, Ö. (2012). Kavram çarkı diyagramı kullanılarak 8. sınıf öğrencilerinin "Hücre Bölünmesi" ünitesindeki kavram yanlışlarının belirlenmesi. *Uluslararası Eğitim Programları ve Öğretim Çalışmaları Dergisi*, 2(3), 47-58.
- Akyürek, E., & Afacan, Ö. (2013). İlköğretim 8. sınıf öğrencilerinin "Hücre Bölünmesi ve Kalıtım" ünitesindeki kavram yanlışlarının tespiti ve analoji ile

- kavramsal değişim metinleri kullanılarak giderilmesi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakóltesi Dergisi*, 14(1), 175-193.
- Altınay, Ö. (2009). *5E modeline dayalı öğretim yönteminin öğrencilerin genetikle ilgili DNA, gen ve kromozom kavramlarını öğrenmelerine etkisi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Ayas, A. (1995). Fen bilimlerinde program geliştirme ve uygulama teknikleri üzerine bir çalışma: İki çağdaş yaklaşımın değerlendirilmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakóltesi Dergisi*, (11), 149-155.
- Aydoğan, A. (2019). *Simölasyon destekli işbirlikli öğretim yönteminin öğrencilerin akademik başarılarına ve fene yönelik tutumlarına etkisi: DNA ve genetik kod ünitesi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. İnönü Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Ayvacı, H. Ş., Bebek, G., & Durmuş, A. (2015). Fen Bilimleri Programı'ndaki modelleme kazanımlarının önemi ve uygulanabilirliği hakkında öğretmen görüşleri. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakóltesi Dergisi* 4(2), 334-350.
- Bahar, M, Johnstone, A. H., & Hansell, M. H. (1999). Revisiting learning difficulties in biology. *Journal of Biological Education*, 33(2), 84-86.
- Bailey, T. (2012). *Aha! Teaching by analogy*. Trafford Publishing.
- Collette, A. T., & Chiappetta, E. L. (1989). *Science instruction in the middle and secondary schools*. Merrill Publishing.
- Çelik, L. (2017). Öğretim materyallerinin hazırlanması ve seçimi. İçinde Ö. Demirel, & E. Altun (Ed.), *Öğretim teknolojileri ve materyal tasarımı* (9. baskı, ss. 27-68). Pegem Yayıncılık.
- Çepni, S. (2007). *Araştırma ve proje çalışmalarına giriş*. Celepler Matbaacılık.
- Demir, A., & Sezek, F. (2009). İlköğretim sekizinci sınıf fen ve teknoloji dersi genetik ünitesindeki kavram yanlışlarının giderilmesinde grafik materyallerin etkisi. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakóltesi Dergisi*, 22(2), 573-587.
- Dönel-Akgöl, G., & Çolak, N. (2021). Fen bilgisi öğretmen adaylarının gen, DNA ve kromozom kavramları için geliştirdikleri analogiler. *Uluslararası Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 10(17), 1-30.
- Düşkün, İ., & Ünal, İ. (2015). Modelle öğretim yönteminin fen eğitimindeki yeri ve önemi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 4(6), 1-18.
- Genç, M., & Şahin, F. (2015). İşbirlikli öğrenmenin başarıya ve tutuma etkisi. *Necatibey Eğitim Fakóltesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 9(1), 375-396.
- Güneş, T. (2006). *Genel biyoloji*. Anı Yayıncılık.
- Güneş, B., Gülçipek, Ç., & Bağcı, N. (2004). Eğitim fakólterindeki fen ve matematik öğretim elemanlarının model ve modelleme hakkındaki görüşlerinin incelenmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 1(1), 35-48.
- Güneş, H., & Güneş, T. (2005). İlköğretim öğrencilerinin biyoloji konularını anlama zorlukları ve nedenleri. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakóltesi Dergisi*, 6(2), 169-175.
- Güney, K. K., Özmen, H., & Kenan, O. (2007, Eylül 5-7). *İlköğretim 8. sınıf genetik ünitesine yönelik bilgisayar destekli bir materyalin geliştirilmesi ve etkililiğinin araştırılması* [Konferans sunumu]. XVI. Ulusal Eğitim Bildirimleri Kongresi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat.
- Harrison, A. G. (2001). How do teachers and textbook writers model scientific ideas for students? *Research in Science Education*, 31, 401-435.
- Hestenes, D. (1996). Modeling methodology for physics teachers. In E. F. Redish, & J. S. Rigden (Eds.), *Proceedings of the International Conference on Undergraduate Physics Education* (pp. 1-21). College Park, MA.
- Johnstone, A. H., & Mahmoud N. A. (1980) Isolating topics of high perceived difficulty in school biology. *Journal of Biological Education*, 14(2), 163-166.
- Kakız, B. (2019). *Öğretmen ve öğrenci görüşlerine göre ortaokul fen bilimleri dersinde zorluk çekilen konular ve nedenleri* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Muęla Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

- Kalkan, K., & Yener, D. (2022). Astronomi öğretiminde materyal ve model destekli etkinliklerin öğrenci başarısı ve tutuma etkisi. *Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi*, 10(2), 406-441.
- Kaya, S., & Kara, Y. (2022). Liselere Geçiş Sistemi (LGS) fen bilimleri sorularının ortaöğretim programıyla uyum düzeyinin belirlenmesi. *Eğitim Bilim ve Araştırma Dergisi*, 3(1), 93-117.
- Keleş, Ö., Uşak, M., & Aydoğdu, M. (2006). Elementary school 8th degree science lessons "genetics" chapter effect of comprehension of DNA Watson-Crick model with in-class applications to student success. *International Journal of Environmental and Science Education*, 1(1), 53-64.
- Leech, N. L., & Onwuegbuzie, A. J. (2009). A typology of mixed methods research designs. *Quality & Quantity: International Journal of Methodology*, 43(2), 265-275.
- Malacinski, G. M., & Zell, P. W. (1996). Manipulating the "Invisible": Learning molecular biology using inexpensive models. *The American Biology Teacher*, 58(7), 428-432.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2018). *Fen bilimleri dersi öğretim programı (ilkokul ve ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar)*. Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları. <http://mufredat.meb.gov.tr/ProgramDetay.aspx?PID=325>
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook*. Sage Publications.
- Novak J. D. (2002). Meaningful learning: The essential factor for conceptual change in limited or inappropriate prepositional hierarchies leading to empowerment of learners. *Science Education*, 86(4), 548-571.
- Özdemir, O. (2005). İlköğretim 8. sınıf öğrencilerinin genetik ve biyoteknoloji konularına ilişkin kavram yanılgıları. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, (20), 49-62.
- Richland, L. E., & Simms, N (2015). Analogy, higher order thinking, and education. *Cognitive Science*, 6(2), 177-192.
- Shapiro, S. S., & Wilk, M. B. (1965). An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika*, 52(3/4), 591-611.
- Subaşı, M. (2020). Üstün yetenekli öğrencilerin fen bilimleri dersine yönelik görüşleri: Hatay Bilim ve Sanat Merkezi Örneği. *Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*, (41), 67-81.
- Taşdemir, A., & Demirbaş, M. (2010). İlköğretim öğrencilerinin fen ve teknoloji dersinde gördükleri konulardaki kavramları günlük yaşamla ilişkilendirebilme düzeyleri. *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi*, 7(1), 124-148.
- Tekkaya, C., Özkan, Ö., & Sungur, S. (2001). Lise öğrencilerinin zor olarak algıladıkları biyoloji kavramları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, (21), 145-150.
- Tuncel, M., & Fidan, M. (2018). Ortaokul fen bilimleri dersinde öğrenmede zorlanılan konular ve çözüm önerileri. İçinde H. İ. Kaya, & Ö. Demir (Editörler), VI. *Uluslararası Eğitim Programları ve Öğretim Kongresi Tam Metin Kitabı* (ss. 49-55). Pegem Akademi.
- Venville, G., & Denovan, J. (2010). How pupils use a model for abstract concepts in genetics. *Journal of Biological Education*, 43(1), 6-14.
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2011). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Seçkin Yayıncılık.
- Yılmaz, Ü. R., & Ünal, C. (2020). Ortaokul düzeyinde güneş, dünya ve ay modelinin geliştirilmesi. *Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20(2), 806-819.

Kaynak Gösterme

- Kara, F. (2023). Fen öğretiminde pedagojik analogik model kullanımı: Mandallarla DNA modeli. *Araştırma Temelli Etkinlik Dergisi*, 13(1), 14-28. <https://www.ated.info.tr/ojs-3.2.1-3/index.php/ated/issue/view/26>

Ek 1

Başarı Testi

1. Nükleotidi oluşturan yapılar nelerdir?
 2. Kaç çeşit nükleotid bulunmaktadır?
 3. DNA'yı oluşturan yapılar nelerdir?
 4. DNA'nın yapısı nasıldır?
 5. DNA neden kendini eşler?
 6. DNA'nın kendini eşleme basamaklarını sıraya koyunuz.
- () Karşılıklı yerleşen nükleotidler tekrar birleşir. Böylece yeni iplik oluşmaya başlar.
- () Nükleotidler ayrılan DNA zincirinin karşı kolunu tamamlar.
- () DNA bir fermuar gibi açılarak DNA ipliği çözülmeye başlar.
- () Bir ucundan başlayan açılma diğer ucuna kadar devam ederek nükleotidler yerleşir. Böylece iki tane birbirinin aynısı DNA oluşarak kendini eşler. Oluşan DNA'ların her birinin bir zinciri eski, bir zinciri yenidir.

Ek 2

Çalışma Kâğıdı

1. Size verilen malzemelerin isimlerini yazarak aşağıya bir nükleotid oluşturunuz.

2. En fazla kaç nükleotid oluşturabilirsiniz?

3. Hangi malzemeyi hangi yapının yerine kullanacaksınız?

4. Oluşturduğunuz nükleotidlerle bir DNA molekülü oluşturunuz.

5. DNA'yı hücrenin neresine konumlandıracaksınız?

6. Eşlenecek nükleotidler nerede bulunmaktadırlar?

Ek 3

Etkinlik Görüş Anketi

1. Yaptığımız “Mandallarla DNA Modeli” etkinliği ile ilgili ne düşünüyorsunuz?
2. Etkinlik DNA’nın yapısı ve eşlenmesi konusunu öğrenmenizde faydalı oldu mu?
3. Etkinlikte daha önce bilmediğiniz neler öğrendiniz?