

Araştırma Makalesi

Araştırma-Sorgulama Temelli Gizemli Arkeolojik Kazı: DNA İpuçlarına Göre Yüz Yaratma Etkinliği¹

Inquiry-Based Mysterious Archaeological Excavation: A Face-Reconstruction Activity Based on DNA Clues

Burcu AKBAY Doktora Öğrencisi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü burcu.akbay@hotmail.com https://orcid.org/0000-0001-7163-5458	Ayberk BOSTAN SARIOĞLAN Doç. Dr., Balıkesir Üniversitesi Eğitim Fakültesi abostan@balikesir.edu.tr https://orcid.org/0000-0002-2320-9427
---	---

Makale Geliş Tarihi	Makale Kabul Tarihi
11.03.2026	17.06.2026

Öz

Bu çalışmada, araştırma-sorgulamaya dayalı öğretim basamakları ile hazırlanmış DNA ipuçlarına göre yüz yaratma etkinliğinin sunulması ve öğretmen adaylarının etkinliğe yönelik deneyimlerinin paylaşılması amaçlanmıştır. Etkinlik 9 fen bilgisi öğretmen adayıyla iki saat boyunca gerçekleştirilmiştir. Araştırma-sorgulamaya dayalı öğretim basamakları doğrultusunda yürütülen etkinlik süresince öğretmen adayları, iş birliğine dayalı olarak çalışma kâğıtları üzerinde etkin bir şekilde çalışmışlardır. Etkinlik sonunda çalışma kâğıdında yer alan sorulara verilen cevaplar tartışılmış ve değerlendirme yapılmıştır. Çalışma kâğıtlarından elde edilen veriler içerik analizi ile analiz edilmiştir. Öğretmen adaylarının çalışma kâğıdında yer alan sorulara verdikleri cevaplar doğrultusunda ortaya çıkan sonuçlar, öğretmen adaylarının DNA, genetik ve genetik çeşitlilik konularında genel bir farkındalığa sahip olduğunu ancak açıklamalarının derinlikten yoksun ve yüzeysel kaldığını ortaya koymuştur. Öğretmen adaylarının etkinliğe yönelik görüşleri incelendiğinde, etkinliği genel olarak olumlu olarak değerlendirdikleri, özellikle çizim aşamasından büyük keyif aldıkları, etkinliği genel anlamda yeterli ve uygulanabilir buldukları ancak çalışma kâğıdında yer alan soruları yanıtlarken zorluk yaşadıkları belirlenmiştir. Sonuçlara dayanarak, öğretmen adaylarının ilgili konular kapsamında kavramsal farkındalıklarını artırmak için çeşitli öğretim etkinliklerinin geliştirilip uygulanması önerilmektedir. Ayrıca, öğretim süreci içerisinde çeşitli teknolojik uygulamalar entegre edilerek dikkat çekici öğrenme ortamlarının oluşturulması sağlanabilir.

Anahtar Kelimeler: Araştırma-Sorgulama, DNA, Etkinliklerle Fen Öğretimi, Hizmet Öncesi Eğitim

Abstract

This study aimed to present a face creation activity based on DNA clues prepared using inquiry-based teaching steps and to share teacher candidates' experiences of the activity. The activity was conducted with 9 science teacher candidates over two hours. During the activity, which was carried out in line with inquiry-based teaching

¹ Balıkesir Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından 2025/164 proje numarası ile desteklenmiştir.

Önerilen Atıf /Suggested Citation

Akbay, B. & Bostan Sarioğlu, A. 2026, Araştırma-Sorgulama Temelli Gizemli Arkeolojik Kazı: DNA İpuçlarına Göre Yüz Yaratma Etkinliği, Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi Dergisi, 61(3), 2651-2670.

steps, the teacher candidates worked effectively on the worksheets in a collaborative manner. At the end of the activity, the answers to the questions on the worksheet were discussed and evaluated. The data obtained from the worksheets were analyzed using content analysis. The results, based on the teacher candidates' answers to the questions on the worksheet, revealed that the teacher candidates had a general awareness of DNA, genetics, and genetic diversity, but their explanations lacked depth and remained superficial. An examination of the teacher candidates' views on the activity revealed that they generally evaluated the activity positively, particularly enjoyed the drawing phase, found the activity sufficient and applicable overall, but experienced difficulty in answering the questions on the worksheet. Based on the results, it is recommended that various teaching activities be developed and implemented to increase teacher candidates' conceptual awareness within the scope of the relevant topics. Additionally, various technological applications can be integrated into the teaching process to create engaging learning environments.

Keywords: *Inquiry-Based Learning, DNA, Science Education Through Activities, Pre-Service Education*

1. GİRİŞ

Ölkemizde řu an 5. sınıflarda uygulanmakta olan Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Fen Bilimleri Dersi öğretim programında tanımlanan öğrenci profili göz önünde bulundurulduğunda, eleştirel düşünen, araştırmacı, iş birliğı yapan ve problem çözen öğrenci özelliklerinin yer aldığı görölmektedir (MEB, 2024). 7. ve 8. sınıflarda uygulanmakta olan 2018 yılı Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nın özel amaçları dikkate alındığıdaysa, bütün bireylerin fen okuryazarı olarak yetiştirilmesinin amaçlandığı görölmektedir (MEB, 2018a). Ayrıca öğretim programında araştırma-sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımının esas alındığı görölmektedir. Sorgulamaya dayalı öğrenme, öğrencileri bilimsel keşif sürecine aktif bir şekilde dahil etmeyi amaçlayan ve bu sayede bilimsel düşünmeyi geliştiren, mantıksal olarak birbiriyle bağlantılı sorgulama basamaklarına sahip döngüsel bir öğretim yaklaşımıdır (Pedaste vd., 2015). Alanyazın incelendiğinde (Gutwill & Allen, 2012; Kuhn & Pease, 2008; Valanides & Angeli, 2008; Van Joolingen vd., 2007) sorgulamaya dayalı öğrenme basamaklarının çeşitli biçimlerde yapılandırıldığı ve ele alındığı görölmektedir. Pedaste (2015), sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımını konuya ya da probleme dayalı olarak merak uyandırma ve dikkat çekme süreçlerini içerisinde barındıran “oryantasyon”, sorgulama ve hipotez üretme aşamalarını içeren “kavramsallaştırma”, araştırmanın yürütölmesi, verilerin toplanması ve yorumlanması süreçlerini içeren “araştırma-sorgulama”, verilerden sonuç çıkarma ve elde edilen sonuçlarla üretilen hipotezlerin karşılaştırılarak değeriendirilmesinin yapıldığı “sonuç” ve son olarak elde edilen sonuçların akran ve öğretmen ile paylaşarak tartışıldığı ve geri bildirim alındığı ve tüm araştırma- sorgulama döngüsüne dayalı bir öz değeriendirme yapıldığı “tartışma” olmak üzere toplam beş basamak altında toplamış ve değeriendirmiştir. Bu öğrenme yaklaşımının öğrenme-öğretme süreci içerisinde etkin ve verimli bir biçimde uygulanabilmesinde öğretmenin destekleyici ve rehberlik edici bir tutuma sahip olması önemlidir.

Araştırma-sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımının esas alındığı öğrenme ortamlarında öğretmen, geleneksel öğretim yaklaşımlarından farklı olarak öğrencileri bilimsel bilgiye ulaşma ve yapılandırma yolunda teşvik eden, probleme dair öğrencilerde merak uyandıran, iş birliğı içinde çalışmayı destekleyen, farklı bakış açılarını tartışmaya açan ve süreç boyunca rehberlik eden bir konumdadır (Maaß & Artigue, 2013). Bu bağlamda geleceğın öğretmenleri olan öğretmen adaylarının sorgulamaya dayalı öğretime yönelik kazandığı deneyimler büyük önem taşımaktadır. Öğretmen adaylarının sorgulamaya dayalı fen eğitimini sınıf ortamlarında etkin ve rahat bir şekilde uygulayabilmeleri ve öğrenme-öğretme sürecine uygun bir şekilde entegre edebilmeleri için sorgulamaya dayalı fen eğitimini deneyimlemeleri ve özümsemeleri gerekmektedir (Strat & Jegstad, 2022). Öğretmenlerin, öğrencilik yıllarında edindikleri öğretim deneyimlerine benzer bir şekilde kendi öğretimlerini şekillendirdiğı ve yaşadığı deneyimlere göre öğretim inançları geliştirdikleri düşünölmektedir (Weld & Funk, 2005). Ayrıca, öğretmen adaylarının deneyimleyecekleri öğretim süreçlerine, mesleki yaşamlarında da kullanabilecekleri teknolojik uygulamaları entegre ederek, bu uygulamalara yönelik örtük bir farkındalık kazandırılması sağlanabilir. Yapay zekâ dâhil olmak üzere teknolojik uygulamaların öğrenme-öğretme sürecine entegrasyonunun, öğrencilerin öğrenme yetilerini en üst düzeye çıkaracak yenilikçi öğrenme ortamlarının geliştirilmesine önemli ölçüde katkı sağlayacağı düşünölmektedir (Cheung vd., 2021). Bu doğrultuda bu çalışmada da problem durumuna yönelik hazırlanan senaryo ve senaryonun videoya dönüştürölme süreçlerinde yapay zekâ uygulamalarından yararlanılmış ve bu uygulamalara yönelik örtük bir farkındalık kazandırılmak amaçlanmıştır. Tüm bunlardan hareketle, öğretmen adaylarının sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımını sınıf ortamlarında etkin ve verimli bir

şekilde uygulayabilmeleri için öncelikle bu öğretim yöntemini deneyimlemeleri ve bu süreçte olumlu pedagojik inançlar geliştirmeleri önemli bir gerekliliktir. Ayrıca öğretmen adaylarını bu süreçte, farklı ve mesleki hayatlarında da kullanabilecekleri uygulamalardan haberdar etmek önemlidir. Dolayısıyla bu çalışmayla birlikte hem öğretmen adaylarının araştırma-sorgulamaya dayalı öğrenme sürecine ilişkin deneyimlerinin ortaya konması hem de yapay zekâ destekli teknolojilerin öğretim sürecine nasıl dâhil edilebileceğine yönelik farkındalık geliştirmeleri hedeflenmektedir.

Potansiyel avantajları nedeniyle öğrencileri araştırma-sorgulamaya teşvik eden etkinlik ve/veya uygulamalar önemli bir yere sahiptir. Bu bağlamda günlük hayatla yakından ilgili olan genetik bilimi ve DNA ile ilgili çalışmalar öğrencilerin hem araştırma-sorgulama becerilerini kazanmalarına hem de canlılığın işleyişinde önemli bir yere sahip olan biyolojik yapıları anlamalarına olanak sağlamaktadır. Alanyazında DNA, gen ve kromozom kavramlarına ait analoji çalışmaları (Dönel Akgül & Çolak, 2021; Dönel Akgül & Çolak, 2022), öğretim tasarımı etkililiği çalışmaları (Bilgican Yılmaz vd., 2021), kavram öğretimine ilişkin görüşlerin ele alındığı çalışmalar (Can & Akar Vural, 2012), argüman çalışmaları (Özdemir, 2015), kavramsal değişim sürecinin incelendiği çalışmalar (Boz & Görgülü Arı, 2020) mevcuttur. Alanyazında, DNA ve genetik kavramlarındaki yanlış anlaşılmalardan oldukça yüksek olduğunu vurgulayan çeşitli çalışmalar da bulunmaktadır (Boateng ve Kumi-Manu, (2026); Etobro ve Banjoko, (2017); Karagöz ve Çakır, (2011); Sukmawati ve Permadani, (2020). Bu çalışmada da DNA ve genetik konusunun seçilmesinin nedenlerinden biri, alanyazında kavram yanlışları ve eksik kavramsal anlayışlarda sıklıkla dile getirilen konular arasında olmasıdır. Bu anlamda bu çalışmanın, konu kapsamında alanyazına yeni bir veri kaynağı sunacağı düşünölmektedir. Öğretmen adaylarının sorgulamaya dayalı öğrenmeyle ilgili yanlış anlamalara sahip oldukları belirtilmektedir (Kotsis, 2025). Bu nedenle öğretmen adaylarının öğretim yaklaşımlarını teorik olarak öğrenmenin ötesinde pratik olarak da uygulamalı bir şekilde deneyimlemeleri yanlış anlaşılmalardan önüne geçebilir. Ek olarak, araştırma-sorgulama temelli öğrenme, 21. yüzyıl eğitim sistemlerinin odaklandığı yaklaşımlardan biri olduğu için öğretmen adaylarının bu yaklaşıma dair farkındalıklarını geliştirmeye yönelik yapılan ve yapılacak olan her yeni çalışmayla birlikte elde ettikleri deneyim, gelecekteki kariyerlerinde bu yaklaşımı esas alan etkinlikleri daha etkili ve rahat bir şekilde planlayıp uygulamalarında önemli bir yere sahiptir. Bu bağlamda bu çalışmayla hedeflenen, öğretmen adaylarının hem DNA ve genetik kavramları bağlamında içerik bilgilerini görmek hem de pedagojik alan bilgilerinin geliştirilmesidir.

1.1. Araştırma Soruları

1. Öğretmen adayları DNA, gen ve genetik çeşitlilik kavramlarını nasıl anlamlandırmaktadır?
2. Öğretmen adaylarının DNA ipuçlarına göre yüz yaratma etkinliği sürecinde gerçekleşen öğrenmeleri nelerdir?
3. Öğretmen adaylarının DNA ipuçlarına göre yüz yaratma etkinliğine ilişkin görüşleri nelerdir?

2. YÖNTEM

Bu çalışmada nitel araştırma yöntemlerinden durum çalışması kullanılmıştır. Durum çalışması örnek olay çalışması olarak da bilinir ve bir ya da daha fazla olayın derinlemesine incelendiği yöntemdir (McMillan, 2000, akt. Büyüköztürk vd., 2013). Örneklem seçiminde ise amaçlı örnekleme yöntemlerinden ölçüt örnekleme kullanılmıştır. Ölçüt örneklemede belirli özelliklere sahip kişilerle çalışılmasına dayanan bir örnekleme yöntemidir (Büyüköztürk vd., 2013). Bu kapsamda kendini ifade etme ve yorumlama becerisinin iyi olduğu düşünölen 9 öğretmen adayı ile görüşme yapılmıştır. Görüşmelerin analizinde içerik analizi kullanılmıştır. İçerik analizi, bir metnin belirli kurallara göre kodlanıp kategorilerle özetlendiği sistematik bir analiz tekniğidir (Büyüköztürk vd., 2013). Veri analizinin güvenilirliğini sağlamak için, öğretmen adaylarının ifade ettiği görüşler iki araştırmacı tarafından ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Analiz güvenilirliği, Miles & Huberman (2015) tarafından önerilen kodlayıcı güvenilirlik formölü kullanılarak değerlendirilmiş ve %92 olarak bulunmuştur. Miles & Huberman, (2015)'a göre, kodlayıcılar arası güvenilirlik için %80'in üzerindeki değerler yeterli kabul edilmektedir. Dolayısıyla hesaplanan yüzde, analizin yeterince güvenilir olduğunu ifade etmektedir. Ayrıca analizler, her iki araştırmacı fikir birliğine varana kadar devam etmiştir. Bulgular bölümünde de, çalışmanın güvenilirliğini ve tutarlılığını artırmak için öğretmen adaylarının ifadelerine yer verilmiştir.

2.1. Etkinliğin uygulanması

Etkinlik, Türkiye'nin Marmara bölgesindeki bir Devlet Üniversitesinin Eğitim Fakültesinde 4. sınıfta öğrenim gören 9 fen bilgisi öğretmen adayı ile gerçekleştirilmiştir. Öğretmen adayları dört grup halinde bulunan fen laboratuvarında çalışmışlardır. Gruplar etkinlik sürecinde birlikte çalışmış ve çalışma yapraklarına gruplar halinde cevap vermişlerdir. Uygulama, toplamda üç ders saati sürmüştür. Aşağıda etkinlik süresince kullanılan araç-gereçlere yer verilmiştir.

- Projeksiyon cihazı
- Dizüstü bilgisayar
- Kalem-silgi
- Boya kalemli
- Etkinlik çalışma kâğıtları

2.2. Oryantasyon basamağı (10 dk.)

Yapay zekâ uygulamasıyla hazırlanan “Gizemli Arkeolojik Kazı” videosu projeksiyon cihazı aracılığıyla tahtaya yansıtılmıştır. Öğretmen adaylarının videoda anlatılanları takip etmelerini kolaylaştırmak amacıyla videonun metinleştirilmiş hali öğretmen adaylarına dağıtılmıştır. Sürece ait bir örnek Şekil 1’de sunulmuştur.



Şekil 1. Hazırlanan Videoyu İzleyen Öğretmen Adayları

Video izlendikten sonra, Profesör Rossi ve ekibinin heyecan verici yolculuğuna katılacağı ve antik dünyanın gizemlerini çözmeye başlayarak bu tarihi figürlerin yüzlerinin yeniden canlandırılacağı belirtilerek tüm gruplara Çalışma Kâğıdı dağıtılmıştır. Öğretmen adaylarından ellerindeki DNA profilleri ve genetik anahtar sayfalarını kullanarak, bu antik Pompeii sakinlerinin yüzlerini yeniden oluşturmaları istenmiştir. Burada kazandırılması hedeflenen, DNA anahtar sayfasındaki bilgilere göre, farklı genetik kodların göz rengi, saç rengi, saç tipi ve çil durumu gibi özellikleri nasıl belirlediğinin öğrenilmesidir. Her bir grup, ellerindeki DNA profil kartlarına bakarak ve bu bilgileri kullanarak kendi yüz çizimlerini yapmışlardır.

2.3. Kavramsallaştırma basamağı (20 dk.)

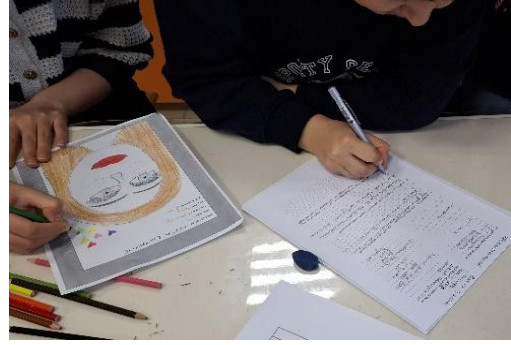
Bu aşamada öğretmen adaylarından beklenen, Profesör Rossi ve ekibinin heyecan verici yolculuğuna katılarak antik dünyanın gizemlerini çözmeye başlamaları ve bu tarihi figürlerin yüzlerini yeniden canlandırarak genlerin, göz ve saç rengi gibi bireysel özelliklerimiz için özel bilgiler sunduğunu etkinlik sırasında sorgulamalarıdır.

2.4. Araştırma-sorgulama basamağı (30 dk.)

Bu aşamada öğretmen adaylarından kendilerine verilen kâğıtta yer alan göz rengi, saç rengi, saç tipi ve çil özellikleri için verilen DNA nükleotid dizilimlerini kullanarak istenilen genetik özelliklere sahip iskeleti oluşturmaları istenilmiştir. Öğretmen adayları, DNA nükleotid dizilim bilgilerine göre göz rengi, saç rengi, saç tipi ve çil gibi özelliklerin farklı DNA ipuçlarına sahip olduğunu görmüşler ve bir gende küçük farklılıklar olabileceğini, örneğin bir kişide A varsa başka birinde T olabileceğini ve bu değişikliklerin, bazı insanların kahverengi gözlü ve diğer insanların mavi gözlü olma özelliğinin DNA'nın verdiği talimat sonucu değişebildiğini görmüşlerdir. Burada öğretmen adaylarına kazandırılması hedeflenen, bu farklılıklara genetik varyasyon denildiğinin kavratılmasıdır. Bu sürece ait örnekler, Şekil 2 ve Şekil 3’te paylaşılmıştır.



Şekil 2. Çalışma Kâğıtları Üzerinde Çalışan Öğretmen Adayları



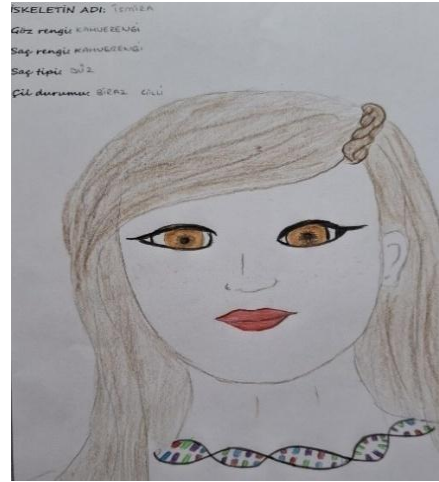
Şekil 3. Öğretmen Adaylarının Çizimlerini Yapmaları

2.5. Sonuç ve tartışma basamağı (60 dk.)

Gruplar, çizmiş oldukları yüzleri ve çalışma kâğıtlarını diğer gruplarla paylaşmışlar ve sonuçları tartışmışlardır. En son olarak ise tüm öğretmen adayları bireysel olarak çizimlerinin diğer gruplar ile olan benzerlik ve farklılıklarını tartışmaları ve öz değerlendirme yapmaları istenilmiştir. Böylelikle tüm süreç sonunda öğrendiklerini değerlendirme şansı bulmuş olmuşturlar. Bu süreçte ait görseller Şekil 4 ve Şekil 5'te verilmiştir.



Şekil 4. Grup Temsilcisinin Çalışmalarını Sunması



Şekil 5. Öğretmen Adaylarının DNA İpuçlarına Dayalı Çizdiği Yüz Profili Örneği

2.6. Etik Kurul İzni

Etik kurulunun adı: Balıkesir Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Araştırmaları Etik Kurulu

Etik onay tarihi: 06.11.2024

Onay belgesi numarası: 444710

3. BULGULAR

Araştırma kapsamında elde edilen bulgular; DNA ve genetik kavramlarına ilişkin kavramsal anlayışlar, etkinlik sürecinde gerçekleşen öğrenmeler ve etkinliğe yönelik değerlendirmeler olmak üzere üç tema altında sunulmuştur.

Tema 1. DNA ve Genetik Kavramlarına İlişkin Kavramsal Anlayışlar**Alt Tema 1.1. Genetik Çeşitlilik ve Kalıtsal Farklılıkların Açıklanması****Tablo 1. Çizimlerinize Ortaya Çıkan Farklılıkların Nedenleri Hakkında Ne Düşünüyorsunuz? Sorusundan Elde Edilen Bulgular**

Kategori	f	Örnek grup ifadeleri
Gen dizilimlerindeki farklılık	2	<i>Genlerinin farklı olmasından kaynaklanıyor. (Gen dizilimlerinin)</i>
Kalıtsal bilgilerin farklı olması	1	<i>Hayal gücü ve genetik varyasyonlardır. DNA'daki kalıtsal bilgilerin farklı olması. Genotip ve fenotiplerin farklı olmasıdır. DNA dizilimi.</i>
Kodlanamayan	1	<i>Genetik çeşitlilikten dolayı farklılık ortaya çıkmıştır.</i>

Öğretmen adaylarının çizimlerde ortaya çıkan farklılıkların nedenlerine ilişkin açıklamaları incelendiğinde, katılımcıların büyük bölümünün farklılıkları gen dizilimleri ve kalıtsal bilginin farklılığı ile ilişkilendirdiği görülmektedir (f=3). Bu durum öğretmen adaylarının bireysel farklılıkların genetik temellerine yönelik temel bir anlayışa sahip olduklarını göstermektedir. Bununla birlikte bir grubun genetik çeşitliliği farklılığın nedeni yerine sonucu olarak açıklaması, genetik çeşitlilik kavramına ilişkin kavramsal eksikliklerin devam ettiğini düşündürmektedir.

Tablo 2. Genetik Varyasyonlar Hakkında Düşündüğünüzde, Kendi Aile Üyelerinizde veya Çevrenizdeki İnsanlarda Farklılık Gözlemlediniz Mi? Bu Farklılıkların Sizinle Nasıl İlişkili Olduğunu Açıklayın Sorusundan Elde Edilen Bulgular

Kategori	Kod	f	Örnek grup ifadeleri
Evet	Genetik çeşitlilik	4	<i>Hiçbiriyle birebir aynı özelliğe sahip değiliz. (Nükleotitlerimizin dizilişlerinin farklı olmasından ötürü.) Fakat genler nesilden nesile aktarıldığı için ortak özelliklerimiz de var. (Saç rengi-göz rengi vb.)</i> <i>Grubumuzdan bir arkadaşımızın tüm kardeşleri ve kendisi de sarışın-kumral iken ablası esmermiş. Kardeşi ve kendisinde çil bulunurken ablasında çil bulunmamaktadır. Mayoz bölünme, döllenme, mutasyonlar gibi etkilerden sonra farklı genetik çeşitlilikler ortaya çıkabilmektedir.</i>

Bu alt temada tüm gruplar (f=4), aile bireyleri ve çevrelerindeki insanların farklı özelliklerini genetik çeşitlilik bağlamında açıklamıştır. Özellikle mayoz bölünme, döllenme ve kalıtsal aktarım süreçlerine yapılan vurgu, öğretmen adaylarının genetik çeşitliliğin temel kaynaklarını bildiklerini göstermektedir. Ancak çoklu gen etkileri ve epigenetik mekanizmalar gibi daha ileri düzey açıklamalara yer verilmemesi dikkat çekmektedir.

Alt Tema 1.2. DNA'nın İşlevleri ve Günlük Yaşaymla İlişkisi**Tablo 3. DNA'nın Kim Olduğumuzu Belirlemedeki Rolü Hakkında Ne Düşünüyorsunuz? Sorusundan Elde Edilen Bulgular**

Kategori	f	Örnek grup ifadeleri
Genetik çeşitliliği sağlama	1	<i>Genetik çeşitliliği sağlaması (üzerinde bulundurduğu gen bölgelerini taşımasından dolayı)</i>
Fenotip ve kişisel özellikleri belirleme	1	<i>DNA bizim dış görünüşümüzü ve kişisel özelliklerimizi belirler.</i>
Kimlik belirleme, genetik miras ve çeşitlilik	1	<i>DNA parmak izi sayesinde milyonlarca insan arasından kendi DNA'mızı bulabiliriz. DNA genetik mirasımızdır. Bizi biz yapan, bizi oluşturan bilgilerimiz DNA'mızdadır. Farklı olmamızın sebebi DNA'mızın herkesten farklı olmasıdır.</i>
Kimlik belirleme	1	<i>DNA üzerinde gen dizilimlerinin sırasının sayısının ve dizilimlerinin farklı olması bizim kim olduğumuzu belirler.</i>

Öğretmen adayları DNA'nın kim olduğumuzu belirlemedeki rolünü en çok kimlik belirleme, genetik miras ve bireysel farklılıklar üzerinden açıklamıştır (f=4). Katılımcılar DNA'nın bireyi diğer insanlardan ayıran temel yapı olduğunu vurgulamışlardır.

Tablo 4. DNA'nın Önemi Hakkında Kendi Yaşamınızda Ne Gibi Örnekler Gözlemlediniz/Gözlemliyorsunuz? Sorusundan Elde Edilen Bulgular

Kategori	f	Örnek grup ifadeleri
Yönetici molekül, kalıtım, genetik bilgi aktarımı	1	<i>Yönetici moleküldür ve kalıttan sorumlu olduğu için genlerin nesilden nesile aktarılmasını sağlar.</i>
Kimlik belirleme	1	<i>DNA bizim kimliğimizi belirler. Çocuk kaybolduğunda DNA testiyle anne ve babası bulunabiliyor.</i>
Genetik bilgi	1	<i>DNA parmak izi ile yurda giriş yapıyoruz. Adli tıp olaylarında, babalık davalarında DNA'nın önemi çok büyüktür. Ablam esmer iken ben sarışınım. Benim çilim yokken kardeşimin çili var.</i>
Genetik hastalık	1	<i>Kromozom sayısı bir eksik veya fazla olsaydı çeşitli genetik hastalıklar ortaya çıkardı.</i>

Bu soruda DNA'nın günlük yaşamdaki önemine ilişkin açıklamalarda kimlik tespiti, adli uygulamalar ve genetik hastalıklar ön plana çıkmıştır. Bu bulgu, öğretmen adaylarının DNA'nın toplumsal ve günlük yaşamla ilişkili yönlerine yönelik farkındalıklarının bulunduğunu göstermektedir. Bununla birlikte açıklamaların çoğu yüzeysel düzeyde kalmış, DNA'nın moleküler işleyişine yönelik ayrıntılı açıklamalar sınırlı olmuştur.

Alt Tema 1.3. Çevresel Faktörler ve Genetik Çeşitlilik**Tablo 5. Bu Etkinlikte Genetik Çeşitliliği Etkileyen Çevresel Faktörler Dikkate Alınmamış Olabilir. Sizce Çevresel Faktörler Genetik Çeşitliliği Nasıl Etkiler? Sorusundan Elde Edilen Bulgular**

Kategori	f	Örnek grup ifadeleri
Adaptasyon-modifikasyon	3	<i>Canlı bulunduğu çevreye adapte olmaya çalışır. Adaptasyon kalıtsaldır. Ama geçici olan çevresel faktörler sonucu oluşan modifikasyon kalıtsal değildir. Çeşitlilik sağlamaz!</i>
Epigenetik	1	<i>Modifikasyon, kısa süreli etkilidir. Mesela bizim kızımız deniz kıyısında yaşadığı için yazın esmerleşebilmektedir. Saçlarını kıvırcık yapabilir.</i> <i>İklim, yaşam koşulları, beslenme şekli gibi faktörler zamanla genetik çeşitliliğe sebep olabilir.</i>

Çevresel faktörlerin genetik çeşitlilik üzerindeki etkisine ilişkin görüşler incelendiğinde, katılımcıların büyük çoğunluğunun açıklamalarını adaptasyon ve modifikasyon kavramları üzerinden yapılandırđı görölmektedir (f=3). Buna karşılık yalnızca bir grubun epigenetik kavramına değinmesi dikkat çekicidir. Bu durum öğretmen adaylarının çevre-gen etkileşimine ilişkin temel kavramları bildiklerini ancak güncel biyolojik açıklamaları yeterince kullanamadıklarını göstermektedir.

Alt Tema 1.4. Genetik Çeşitliliğin Popölasyon Açısından Önemi**Tablo 6. DNA Dizilimlerinin Analizi Sonucunda Aynı Özellik İçin Farklı Genotipler Gözleniyor. Bu Durumun Popölasyonda Genetik Çeşitlilik Açısından Önemi Nedir? Sorusundan Elde Edilen Bulgular**

Kategori	f	Örnek grup ifadeleri
Genetik çeşitliliğin artması	2	<i>Aynı genotip farklı fenotiplerin ortaya çıkması genetik çeşitlilik sağlar. Bunlarda popölasyonda genetik çeşitlilik sağlar.</i>
Genetik çeşitliliğin artması, doğal seçilim	1	<i>Farklı özelliklere sahip canlılar artar. Doğal seçilim artar. Genetik çeşitlilik artar.</i>
Kimlik belirleme, genetik çeşitliliğin artması	1	<i>Hepimizin birbirimizden farklı “biricik” olmamızı sağlıyor. Genetik çeşitlilik sağlıyor. Yıllar sonra kazı çalışması yapıldığında DNA dizilimleri sayesinde her biri farklı özellik ve genotipte olan bireyleri ayırt etmemizi sağlar. Kaç yaşında olduğu, boyu, sosyal statüsüne kadar tespit edilebilir.</i>

Farklı genotiplerin popölasyondaki önemine ilişkin açıklamalarda öğretmen adayları ağırlıklı olarak genetik çeşitliliğin artması temasına vurgu yapmıştır (f=3). Bununla birlikte doğal seçilim ve uyum süreçlerine yönelik açıklamalar oldukça sınırlı kalmıştır. Bazı ifadelerde genetik çeşitlilik ile fenotipik farklılıkların karıştırıldığı görölmüş, bu durum kavramsal yanılgıların sürdüğüne işaret etmiştir.

Alt Tema 1.5. DNA'nın Korunumu ve Bilimsel Kullanım Alanları**Tablo 7.** DNA'nın Uzun Yıllar Boyunca Korunmasını ve Kalıntılarda DNA İzine Rastlanmasını Nasıl Yorumlarsınız? Sorusundan Elde Edilen Bulgular

Kategori	f	Örnek grup ifadeleri
Dayanıklılık	1	<i>Bireye özgü olmasıdır. (DNA izine rastlanmasının asıl sebebi.) DNA'nın canlının tüm hücrelerinde bulunması ve bazı hücrelerin örneğin (diş, kemik, saç gibi) geç deforme olmasından dolayı DNA uzun yıllar boyunca korunur.</i>
Genetik bilgisi	1	<i>Bu durum bize geçmiş hakkında bilgi verir. Kemiklerimiz toprak altında uzun yıllar boyunca kalabildiği için çeşitli testlerle DNA'mızı, genetik özelliklerimizi bulabiliriz.</i>
Kimlik belirleme	1	<i>DNA parmak izi sayesinde kişinin kim olduğu, boyu, yaşı, saç rengi, göz rengi, saç şekli, çil durumuna kadar birçok özelliği tespit edilebilmekte. Bu da arkeoloji, tarih ve tıp alanlarını yakından ilgilendiriyor.</i>
İlişkisiz cevap	1	<i>DNA kişinin tüm özelliklerinin oluşmasını sağlar. Bu yüzden uzun yıllar saklanabilir.</i>

DNA'nın uzun yıllar korunabilmesine ilişkin açıklamalarda öğretmen adayları dayanıklılık, genetik bilgi ve kimlik belirleme boyutlarına vurgu yapmıştır (f=3). Katılımcılar özellikle kemik ve diş gibi yapıların DNA'nın korunmasına katkısından söz etmişlerdir. Buna karşın DNA'nın kimyasal yapısı veya çevresel koşulların etkisi gibi bilimsel açıklamalar sınırlı düzeyde kalmıştır.

Tema 2. Etkinlik Sürecinde Gerçekleşen Öğrenmeler**Tablo 8.** Neler Öğrendiniz? Sorusundan Elde Edilen Bulgular

Kategori	f	Örnek öğrenci ifadeleri
DNA'nın korunumu ve kimlik belirlemedeki rolü	3	<i>"DNA'nın uzun yıllar geçse bile aktarılabildiğini ve insanlara bilgi verdiğini öğrendim." (Ö3)</i>
DNA'nın korunumu	2	<i>"DNA'mız yıllar geçsede korunur ve kolay bir şekilde analiz edilebilir olduğunu öğrendim." (Ö7)</i>
DNA'nın kimlik belirlemedeki rolü ve genetik çeşitlilik	1	<i>"DNA'mız bizim kimliğimizi belirler. Genotip ve fenotiplerdeki farklılıklar herkesin birbirinden farklı olmasını sağlar. DNA'mızdaki nükleotitlerin dizilimi, sırası ve sayısı farklılık sağlar. Genetik çeşitlilik nasıl olur neler genetik çeşitliliğe yardımcı olur bunları öğrendim." (Ö9)</i>
Genotipin fenotip belirlemedeki rolü	1	<i>"Farklı genotip dizilimlerine ait bireylerin özelliklerini kullanarak robot resim oluşturmayı öğrendim." (Ö8)</i>
Genotip farklılığı	1	<i>"Aynı özellik için birçok farklı genotipin olduğunu öğrendim." (Ö6)</i>
DNA'nın aktarımı ve genotipin fenotip üzerindeki etkisi	1	<i>"DNA'mızın yıllar boyunca aktarıldığını ve genotip diziliminin fenotipi etkilediğini öğrendim." (Ö5)</i>

Öğretmen adaylarının etkinlik sonunda edindikleri öğrenmeler incelendiğinde, en sık ifade edilen öğrenmelerin DNA'nın korunumu ve kimlik belirlemedeki rolü ile ilişkili olduğu görülmektedir (f=5). Ayrıca genetik çeşitlilik, genotip-fenotip ilişkisi ve DNA'nın nesiller arası aktarımı gibi konuların da

öğrenildiği ifade edilmiştir. Bu bulgular etkinliğin özellikle DNA'nın işlevleri ve bireysel farklılıklar konularında farkındalık oluşturduğunu göstermektedir.

Tema 3. Etkinliğe Yönelik Değerlendirmeler

Alt Tema 3.1. Etkinlikten Keyif Alınan Unsurlar

Tablo 9. Etkinliğin En Keyif Aldığınız Kısmı Neresiydi? Neden? Sorusundan Elde Edilen Bulgular

Kategori	f	Örnek öğrenci ifadeleri
Çizim	5	"Kendi iskeletimizi çizmemiz. Çünkü resim yaparken keyif alıyorum." (Ö5)
DNA anahtarı eşleştirmesi ve çizim	2	"Gen dizilimlerine bakarak fenotipi bulmak. Çünkü bulmaca gibiydi. Daha sonrasında da kendi iskelet modelimizi çizmemiz oldu." (Ö2)
Çizim ve boyama	2	"Resim çizme ve boyamayı sevdim. Eğlendim çünkü." (Ö7)

Öğretmen adaylarının büyük bölümü etkinlikte en keyif aldıkları bölümün çizim etkinlikleri olduğunu belirtmiştir (f=9). Katılımcılar çizim, boyama ve DNA anahtarlarıyla fenotip eşleştirme süreçlerini eğlenceli ve ilgi çekici bulduklarını ifade etmişlerdir. Bu durum görsel ve uygulamalı etkinliklerin öğrenme sürecine olumlu katkı sağladığını göstermektedir.

Alt Tema 3.2. Karşılaşılan Güçlükler

Tablo 10. Etkinliğin En Zorlandığınız Kısmı Neresiydi? Neden? Sorusundan Elde Edilen Bulgular

Kategori	f	Örnek öğrenci ifadeleri
Çalışma kâğıdı soruları	4	"Verilen soruları cevaplarırken. Sorular biraz zordu." (Ö6)
Yok	3	"Zorlandığım bir kısım olmadı." (Ö5)
Çizim	2	"Resim çizmek. Yeteneğim çok az." (Ö1)

Katılımcıların en sık zorlandıkları bölüm çalışma kâğıdında yer alan sorular olmuştur (f=4). Buna karşılık bazı öğretmen adayları herhangi bir güçlük yaşamadıklarını belirtmiştir (f=3). Bulgular, genetik kavramlara ilişkin bilgi eksikliklerinin özellikle açıklama ve yorum gerektiren sorularda ortaya çıktığını göstermektedir.

Alt Tema 3.3. Etkinliğin Genel Değerlendirilmesi ve Geliştirilmesine Yönelik Görüşler

Tablo 11. Etkinliği nasıl buldunuz? Neden? Sorusundan Elde Edilen Bulgular

Kategori	Kod	f	Örnek öğrenci ifadeleri
Güzel	Geliştirici	2	"Güzel, geliştirici" (Ö1, Ö4)
Güzel	Kullanılabilirlik	1	"Güzel buldum çünkü fen derslerinde de kullanılabilir bir etkinlik." (Ö2)
Eğlenceli	Aktif katılım	1	"Eğlenceli buldum çünkü sadece dinlemek üzerine değildi." (Ö3)
Eğlenceli	Keyif alma ve öğrenme	1	"Çok eğlenceliydi. Hem keyif aldık hem yeni bilgiler öğrendik." (Ö6)
Eğlenceli	Günlük hayatla ilişki kurma ve resim çizme	1	"Eğlenceliydi. Konu günlük hayattan örneklerle anlatıldığı ve resim çizerek geliştirildiği için." (Ö9)
Eğlenceli	Farklılık	1	"Güzel, eğlenceli buldum. Çocuklar için farklı bir etkinlik olur." (Ö7)

Eğlenceli, öğretici	Resim çizme	1	<i>“Eğlenceli ve öğretici. Dizilimlere göre insan yüzü çizdiğimiz için. Kendimi bir robot resim çizen birinin yerine koymuş olmamdı.” (Ö8)</i>
Öğretici	Çeşitlilik	1	<i>“Bence çok öğretici bir etkinlik çünkü içinde resim, hikâye, değerlendirme bulundurduğu için.” (Ö5)</i>

Öğretmen adaylarının tamamına yakını etkinliği eğlenceli, öğretici ve kullanılabilir olarak değerlendirmiştir (f=9). Ayrıca katılımcıların büyük çoğunluğu etkinliğin geliştirilmesine gerek olmadığını ifade etmiştir (f=7).

Tablo 12. Etkinliğin Değiştirilmesi/Geliştirilmesi Gereken Yerler Var Mı? Varsa Neler? Sorusundan Elde Edilen Bulgular

Kategori	f	Örnek öğrenci ifadeleri
Yok	7	<i>“Bence etkinliğin değiştirilmesi/geliştirilmesi gereken yerler yoktu. Güzel planlanan bir etkinlikti.” (Ö6)</i> <i>“Değiştirilmesi gereken kısmı bence yok. Çünkü boy kilo gende etki eden özellikler değil. Bu özellikler fenotipe bağlı. Bu özellikler eklenebilirdi diyemem.” (Ö8)</i>
Süre	1	<i>“Çizim için ayrılan süre daha kısa tutularak öğrencilerin dikkatinin dağılması önlenabilir.” (Ö7)</i>
Çizim içeriğinin geliştirilmesi	1	<i>“Daha fazla detay verilebilirdi çizim aşaması için. Örneğin burun yapısı, yüz şekli gibi.” (Ö3)</i>

Bununla birlikte süre yönetimi ve çizim aşamasının detaylandırılması gibi öneriler de sunulmuştur. Bu bulgular etkinliğin öğretmen adayları tarafından genel olarak olumlu karşılandığını göstermektedir.

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada, 4. sınıf fen bilgisi öğretmen adaylarının, araştırma-sorgulama tabanlı fen etkinliklerine karşı farkındalığının artırılması, “Araştırma-Sorgulama Temelli Hazırlanan Gizemli Arkeolojik Kazı: DNA İpuçlarına Göre Yüz Yaratma Etkinliği” isimli etkinliğin sunulması ve öğretmen adaylarının etkinliğe yönelik deneyimlerinin paylaşılmaması amaçlanmıştır. Çizimlerinize ortaya çıkan farklılıkların nedenleri hakkında ne düşünöyorsunuz? sorusundan elde edilen bulgular göz önünde bulundurulduğunda, öğretmen adaylarından gelen *“Gen dizilimlerinin farklılığı”, “Genetik çeşitlilikten dolayı farklılık ortaya çıkmıştır.”, “Genotip ve fenotiplerinin farklı olması ve DNA nükleotit dizilimlerinin farklı olması.” ve “Hayal gücü ve genetik varyasyonlardır. DNA’daki kalıtsal bilgilerin farklı olması. Genotip ve fenotiplerin farklı olmasıdır. DNA dizilimi.”* cevapları öğretmen adaylarının soruya yönelik genel ve oldukça yüzeysel cevaplar verdiklerini ortaya koymaktadır. Ortaya çıkan cevaplar öğretmen adaylarının gen dizilimlerindeki farklılıkların fenotipteki etkisine dair genel bir farkındalıklarının olduğunu ortaya koymakta ancak bunu ifade etmekte yeterince açıklayıcı ifadelerde bulunmadıklarını göstermektedir. Ayrıca, öğretmen adaylarının çizimlerde gözlemlenen farklılıkların sonucunu değil, nedenini genetik çeşitlilik olarak değerlendirmeleri, doğru bir neden-sonuç ilişkisi kurmada yetersiz kaldıklarını göstermektedir. Öğretmen adaylarından beklenen, fenotipin yalnızca DNA’ya değil, aynı zamanda çevresel faktörlerden kaynaklı epigenetiğe bağlı olarak da değişim gösterebileceğini kavramalarıdır. DNA’nın kim olduğumuzu belirlemedeki rolü hakkında ne düşünöyorsunuz? sorusundan elde edilen bulgular göz önünde bulundurulduğunda, cevaplar öğretmen

adaylarının DNA'nın çeşitli işlevleri hakkında bilgi sahibi olduklarını ortaya koymaktadır. Öğretmen adaylarından gelen genetik çeşitliliği sağlama, kimlik belirleme ve fenotip belirlemeye dayalı cevaplar, ğretmen adaylarının DNA'yı ağırlıklı olarak bilgi taşıyan bir molekül olarak gördüklerini ve fiziksel özellikleri belirlemedeki rolüne odaklandıklarını göstermektedir. Bu durum, DNA konusunun anlatımında genellikle bilgi taşıma ve yönetici molekül gibi özelliklere vurgu yapılmasından kaynaklanıyor olabilir. Buna karşın ğretmen adaylarının çevresel faktörler bağlamında epigenetik, davranış eğilimlerinde genetiğin rolü, hastalıklara yatkınlık gibi DNA'nın daha derin biyolojik işlev ve işleyişlerine dayalı herhangi bir açıklamada bulunmadıkları görölmüştür. Dolayısıyla bu kapsamda genetik mirasın DNA ile sınırlı olmadığı, epigenetik faktörlerin de bu süreçte önemli bir rol oynadığı vb. gibi daha derin bilgilerle ğretmen adaylarının DNA konusundaki bilgi düzeylerinin ve farkındalıklarının artması sağlanabilir. Genetik varyasyonlar hakkında düşündüğünüzde, kendi aile üyelerinizde veya çevrenizdeki insanlarda farklılık gözlemlediniz mi? Bu farklılıkların sizinle nasıl ilişkili olduğunu açıklayın sorusundan elde edilen bulgular göz önünde bulundurulduğunda ğretmen adaylarının, genetik çeşitliliğin oluşmasında rol oynayan temel kaynakları (baskın-çekinik aleller, mayoz bölünme, dölleme, kromozom aktarımı) genel anlamda bildiği, buna karşın genetik çeşitlilikte göz renginin belirlenmesinde olduğu gibi çoklu genlerin etkisi, çevresel faktörlerden kaynaklı epigenetik vb. faktörlerin rolüne dayalı herhangi bir açıklamada bulunmadıkları görölmüştür. DNA'nın önemi hakkında kendi yaşamınızda ne gibi örnekler gözlemlediniz/gözlemliyorsunuz? sorusundan elde edilen bulgular göz önünde bulundurulduğunda ğretmen adaylarının DNA'nın kimlik belirleme, kimlik doğrulama, adli tıp, aile bireylerinin tespiti, genetik çeşitlilik ve genetik hastalıklarla ilgili rolü üzerinde durdukları ve açıklamalarını buna göre yaptıkları görölmüştür. Cevaplar, ğretmen adaylarının DNA'nın biyolojik ve sosyal hayattaki rolü hakkında genel farkındalıklarının olduğunu göstermekle birlikte cevaplarını detaylandırmadan yüzeysel bilgiler verdiğini ortaya koymuştur.

Bu etkinlikte genetik çeşitliliği etkileyen çevresel faktörler dikkate alınmamış olabilir. Sizce çevresel faktörler genetik çeşitliliği nasıl etkiler? sorusundan elde edilen bulgular göz önünde bulundurulduğunda, *"İklim, yaşam koşulları, beslenme şekli gibi faktörler zamanla genetik çeşitliliğe sebep olabilir."* cevabı ğretmen adaylarının çevresel faktörlerin genetik çeşitliliği etkileyebileceğini bildiklerini ancak çevresel faktörlerin genetik çeşitliliğe neden olduğu algısına sahip olduklarını göstermektedir. Çevresel faktörler ve epigenetik, genetik çeşitliliği doğrudan etkileyerek genetik çeşitliliğe neden olmaz, genetik ifadeyi artırıcı/azaltıcı bir etkiye neden olur. *"Modifikasyon, kısa süreli etkilidir. Mesela bizim kızımız deniz kıyısında yaşadığı için yazın esmerleşebilmektedir. Saçlarını kıvrırcık yapabilir."* ve *"Adaptasyon çevreye canlının uyum sağlama yeteneğidir. Bu da genetik çeşitliliğe etki eder."* cevapları modifikasyonun fenotipik değişiklikler olduğunun ve kalıcı olmadığıının, adaptasyonun ise genetik çeşitliliği etkileyen bir uyum sağlama süreci olarak bilindiğini ortaya koymuştur. Öğretmen adaylarının çevresel faktörler ile genetik çeşitlilik ilişkisini epigenetik mekanizma ışığında açıklamaları ve çevresel faktörlerin genetik çeşitliliği etkileme sürecinin daha çok doğal seçim, evrim ve adaptasyon kavramları ile ilişkilendirerek, açıklamalarını buna yönelik geliştirmeleri ve bu anlamda farkındalık kazanmaları gerekmektedir. DNA dizilimlerinin analizi sonucunda aynı özellik için farklı genotipler gözleniyor. Bu durumun popölasyonda genetik çeşitlilik açısından önemi nedir? sorusundan elde edilen bulgular göz önünde bulundurulduğunda, *"Genetik çeşitliliğin artmasına sebep olur."* cevabı ğretmen adaylarının farklı genotiplerin popölasyonda genetik çeşitliliği artırdığını bildiklerini ancak çok yüzeysel cevap vererek genetik çeşitliliğin popölasyon üzerindeki etkilerine yönelik (hastalıklara direnç, doğal seçim, adaptasyon, evrimsel avantajlar) herhangi bir bilgi vermedikleri görölmüştür. *"Hepimizin birbirimizden farklı 'biricik' olmamızı sağlıyor. Genetik eşitlilik sağlıyor. Yıllar sonra kazı çalışması yapıldığında DNA dizilimleri sayesinde her biri farklı özellik ve genotipte olan bireyleri ayırt etmemizi sağlar. Kaç yaşında olduğu, boyu, sosyal statüsüne kadar tespit edilebilir."* cevabı ğretmen adaylarının genetik çeşitliliğin bireysel farklılıkların temelinde yer aldığını bildikleri ancak sosyal statü, boy, yaş gibi çevresel ve kültürel faktörlere dayanan özelliklerin doğrudan DNA'dan tespit edilemeyeceği konusunda yeterli bilgiye sahip olmadıkları görölmüştür. *"Aynı genotip farklı fenotiplerin ortaya çıkması genetik çeşitlilik sağlar. Bunlar da popölasyonda genetik çeşitlilik sağlar."* cevabında aynı genotipin farklı fenotiplere yol açması durumu, genetik çeşitlilikten ziyade çevresel faktörlerden kaynaklı epigenetiğin bir sonucudur. Öğretmen adaylarının bu cevabı, soruyu yanlış anladıklarını ve kavramsal bir hatayı işaret etmektedir. DNA'nın uzun yıllar boyunca korunmasını ve kalıntılarda DNA izine rastlanmasını nasıl yorumlarsınız? sorusundan elde edilen bulgular göz

önünde bulundurulduğunda, *"Bireye özgü olmasıdır. (DNA izine rastlanması asıl sebebi.) DNA'nın canlının tüm hücrelerinde bulunması ve bazı hücrelerin örneğın (diş, kemik, saç gibi) geç deforme olmasından dolayı DNA uzun yıllar boyunca korunur."* cevabından hareketle öğretmen adaylarının DNA'nın kalıcılığının diş, kemik ve saç gibi yapısal olarak dayanıklı dokularla ilişkili olduğunu anladıklarını ancak DNA'nın korunmasında nem, pH vb. gibi çevresel faktörler ve DNA'nın çift sarmal yapısının rolü gibi cevaplara dayalı bir açıklamada bulunmadıkları görülmektedir. DNA'nın uzun yıllar boyunca korunmasının bireye özgü oluştuktan ziyade çevresel koşullar ve DNA'nın yapısal olarak dayanıklılığı bağlamında açıklanmasının önemi vurgulanmalıdır. *"Bu durum bize geçmiş hakkında bilgi verir. Kemiklerimiz toprak altında uzun yıllar boyunca kalabildiğı için çeşitli testlerle DNA'mızı, genetik özelliklerimizi bulabiliriz."* cevabından hareketle öğretmen adaylarının DNA analizlerinin geçmişe dair bilgi edinme ve genetik özelliklerin tespitinde kullanıldığını bildikleri ancak "çeşitli testler" ifadesini detaylandırmadıkları, PCR (Polimeraz Zincir Reaksiyonu) gibi özel analiz tekniklerinden bahsetmedikleri görülmüştür. *"DNA parmak izi sayesinde kişinin kim olduğu, boyu, yaşı, saç rengi, göz rengi, saç şekli, çil durumuna kadar birçok özelliğı tespit edilebilmekte. Bu da arkeoloji, tarih ve tıp alanlarını yakından ilgilendiriyor."* cevabından hareketle öğretmen adaylarının DNA parmak izi yönteminin kişisel özellikleri belirlemede ve kimlik tespitinde kullanıldığını ifade ettikleri, DNA'nın arkeoloji, tıp ve tarih gibi disiplinlerle yakından ilişkili olduğunu bildikleri, buna karşın DNA parmak izi ile boy gibi epigenetik de bağlantılı daha karmaşık özelliklerin doğrudan tespit edilemeyeceğı durumunu gözden kaçırdıkları görülmüştür. *"DNA kişinin tüm özelliklerinin oluşmasını sağlar. Bu yüzden uzun yıllar saklanabilir."* cevabından hareketle öğretmen adaylarının DNA'nın bireyin genetik özelliklerinin temel kaynağı olduğunu ve bunun DNA'nın korunabilirliğiyle ilişkili olduğunu belirttikleri görülmüş ancak DNA'nın uzun yıllar korunmasının yalnızca işleviyle değil, yapısal dayanıklılığı ve çevresel faktörlerle ilgili olduğunu göz ardı ettikleri görülmüştür.

Yükseköğretim Kurulu (YÖK, 2018) tarafından hazırlanan Fen Bilgisi Öğretmenliği Lisans Programı incelendiğinde, II. yarıyıl da Biyoloji 1 dersi kapsamında DNA konusuna, IV. yarıyıl da ise Biyoloji 3 dersi kapsamında genetik konularına yer verildiğı görülmektedir. Bu doğrultuda, araştırmanın çalışma grubunu oluşturan 4. sınıf fen bilgisi öğretmen adaylarının etkinlik içeriğine ilişkin ön bilgiye sahip oldukları söylenebilir. Ancak öğretmen adaylarının etkinlik sürecinde en fazla zorlandıkları bölümün çalışma kâğıdında yer alan sorular olduğunu ifade etmeleri, ilgili kavramları unuttuklarını veya hatırlamakta güçlük çektiklerini göstermektedir. Ayrıca, tüm grupların sorulara genel geçer ve yüzeysel yanıtlar vermesi, bu sonucu destekler nitelikte olup öğretmen adaylarının konuya dair derinlemesine bir kavrayış geliştirmekte zorlandıklarını ortaya koymaktadır. DNA ve genetik ile ilişkili konuların günlük yaşamla doğrudan bağlantılı olması ve aynı zamanda ortaokul fen bilimleri müfredatında yer alması, fen bilgisi öğretmen adaylarının bu konulara yönelik farkındalık ve bilgi düzeylerinin yüksek olmasını gerekli kılmaktadır. Etobro ve Banjoko (2017) öğretmen adaylarının genetik kavramlarına ilişkin yanlış anlamalarını inceledikleri çalışmada öğretmen adaylarının ortalama %75,1'inin genetik kavramları hakkında yanlış anlamalara sahip olduğunu ortaya koymuşlardır. Ayrıca öğretmen adaylarıyla yaptıkları görüşmede öğretmen adaylarının bu yanlış anlamaları konu öğretimindeki öğretim yöntemlerine, konunun soyut kalması gibi çeşitli nedenler bağlamında değerlendirdiklerine ulaşmışlardır. Benzer şekilde Boateng ve Kumi-Manu (2026) öğretmen adaylarının evrim ve genetik kavramlarına ilişkin akademik bilgilerini ve yanlış anlamalarını değerlendirdikleri çalışmalarında, katılımcıların bu kavramlara yönelik çok sayıda yanlış anlamalara sahip olduğu ifade etmişler ve yanlış anlamaların önüne geçmede yenilikçi öğretim stratejilerinin uygulanmasının gerekliliğine dikkat çekmişlerdir. Karagöz ve Çakır (2011) öğretmen adaylarının temel genetik kavramlarına yönelik anlayışlarını inceledikleri çalışmalarında öğretmen adaylarının birçok genetik kavramı hakkında yanlış, tutarsızlık ve eksik bilgiye sahip olduklarını ortaya koyarak yetersiz kavramsal anlayışlarına dikkat çekmişlerdir. Altunoğlu ve Şeker (2015), fen bilimleri öğretmen adaylarının genetik kavramlarına ilişkin anlayışları ve öğrenme yaklaşımlarını inceledikleri çalışmalarında öğretmen adaylarının anlama düzeylerinin oldukça düşük seviyede olduğunu belirtmişlerdir. Sukmawati ve Permadani (2020) ise lise biyoloji öğretmenleriyle gerçekleştirdikleri çalışmalarında öğretmenlerin oldukça yüksek yanlış anlamalara sahip olduklarını ortaya koymuşlardır.

Bu doğrultuda, öğretmen adaylarının DNA ve genetik konularını derinlemesine kavrayarak etkili ve kalıcı bir şekilde öğrenmelerini desteklemek amacıyla, onların aktif katılımını teşvik eden zengin ve etkileşimli öğretim etkinlikleri öğretim sürecine entegre edilerek çeşitli çalışmalar yürütülebilir. DNA

temelli konuların öğretmen adayları tarafından doğru bir biçimde anlaşılması, bu bilgilerin mesleki hayatlarında öğretim sürecine aktarılmasında büyük önem taşımaktadır (Özel vd., 2022). Genel Biyoloji dersinde ortaya çıkan kavram yanılgılarının ve yanlış anlamaların nedenleri arasında öğretim yöntem ve tekniklerinin öğretmen merkezli ve ezbere dayalı olması ve konuların günlük hayatla ilişkilendirilerek öğretilmemesinin yer aldığı ifade edilmiştir (Tekkaya vd., 2000). Bu doğrultuda, öğretmen adaylarına mesleki hayatlarında öğretim süreci içerisine entegre edebilecekleri öğrenci merkezli ve anlamlı öğrenmeyi amaçlayan her etkinlik deneyimi kritik rol oynamaktadır. Çalışmanın bir diğer sonucu, öğretmen adaylarının etkinliğin özellikle çizim bölümünden büyük ölçüde keyif aldıklarını ortaya koymuştur. Bu durum, öğretmen adaylarının çizim ve boyama gibi sanatsal etkinliklere yönelik olumlu tutumlara sahip olduğunu göstermektedir. Öğretmen adayları daha önce bu tür sanatsal etkinliklere yeterince katılım göstermemiş olabilirler. Bu durum da etkinlik kapsamında gerçekleştirilen çizim ve boyama çalışmalarının onların ilgisini çekerek eğlenceli bulmalarına yol açmış olabilir. Bu durumdan hareketle, sanatsal etkinliklere imkân tanıyan benzer içeriklerin öğretim süreçlerine entegre edilmesi, öğretmen adaylarının derse yönelik istek ve ilgilerinin artırılmasına katkı sağlayabilir.

Öğretmen adaylarının çoğunluğunun etkinliği güzel ve eğlenceli bularak olumlu değerlendirdiği ve geliştirilmesi veya değiştirilmesi gereken herhangi bir yönünün bulunmadığını ifade ederek etkinliği yeterli düzeyde gördükleri tespit edilmiştir. Ayrıca öğretmen adayları, etkinliğin çok yönlü ve zengin içeriği sayesinde hem öğretici hem de eğlenceli olduğunu belirtmişler ve bu etkinliği mesleki yaşamlarında da uygulayabileceklerini ifade etmişlerdir. Milli Eğitim Bakanlığı (MEB, 2018a) tarafından hazırlanan ve řu an 6., 7. ve 8. sınıflarda uygulanmakta olan fen bilimleri öğretim programının özel amaçları göz önünde bulundurulduğunda, doğada ve yakın çevrede gerçekleşen olaylara yönelik ilgi ve merak uyandırmanın önemine vurgu yapıldığı görülmektedir. DNA ve genetik konularının yaşamla doğrudan i ie olması, öğrencilerin bu konulara ilgi ve merak duymasını sağlamaktadır. Genetik konularının işlenmesinde günlük hayatla ilişki kurulamaması ve konunun soyut kalması, öğrencilerde motivasyon eksikliğine neden olmaktadır (Marie-Christine vd., 2005). Bu bağlamda, öğrencilerin bu konulara yönelik ilgilerini çekmek ve konunun somutlaştırılmasını sağlamak için bu tarz etkinlikler gerçekleştirilebilir. 8.sınıf fen bilimleri programında yer alan “DNA ve Genetik Kod” başlıklı 2. ünite, DNA, kalıtım, varyasyon vb. içerikler yer almaktadır. Benzer şekilde MEB (2018b) tarafından hazırlanan ortaöğretim biyoloji dersi öğretim programı göz önünde bulundurulduğunda, 10. sınıfın 2. ünitesi olan “Kalıtımın Temel İlkeleri” kapsamında genetik varyasyon konusunun yer aldığı görülmektedir. Ortaokulda kazanılan biyoloji bilgilerinin, ileri düzey biyoloji bilgilerinin öğrenimi için güçlü bir temel oluşturduğu söylenmektedir (Bahar Kumandaş vd., 2018). Öğrencilerin genetikteki temel kavramları anlamlı bir şekilde öğrenmeleri ve içselleştirmeleri, daha karmaşık kavramları anlamaları açısından önemlidir (Mthethwa-Kunene vd., 2015). Bu doğrultuda ortaokul düzeyinde gerçekleşen anlamlı öğrenmenin, ilerleyen süreçlerdeki öğrenme deneyimlerini olumlu yönde etkileyeceği düşünölmektedir. Eğitimin amacı sadece yanlış bilinenleri düzeltmek değil, öğrencilerin bilgiyi zihinlerinde doğru bir şekilde yapılandırılmalarına yardımcı olmaktır (Bahar Kumandaş vd., 2018). Tüm bunlara ek olarak bir öğretmen adayından gelen “*Değiştirilmesi gereken kısmı bence yok. Çünkü boy kilo gende etki eden özellikler değil. Bu özellikler fenotipe bağlı. Bu özellikler eklenebilirdi diyemem.*” cevabı, boy ve kilonun epigenetik dışında genetik faktörlerden de etkilenme durumunun göz ardı edildiğini ortaya koymaktadır. Bu bağlamda öğretmen adaylarının boy ve kilonun genetik ve epigenetik bağlamında değerlendirilmesine yönelik daha derin bir anlayış kazanması gerekmektedir.

Sonuç olarak bu çalışma öğretmen adaylarına araştırma-sorgulamaya dayalı fen etkinliklerine yönelik farkındalık kazandırmış ve mesleki yaşamlarında uygulayabilecekleri veya uyarlayabilecekleri bir etkinliği doğrudan deneyimleme fırsatı sunmuştur. Friedrichsen vd. (2009), öğretmen adaylarının bilgiyi edinirken elde ettiği deneyimlerin, meslek hayatlarında bilgiyi öğretme konusunda model oluşturduğunu belirtmiştir. Aynı zamanda, öğretmen adaylarının sorulara yönelik olarak verdikleri cevaplar, konu kapsamında ne kadar alan bilgisine sahip olduklarını da ortaya koymuştur. Pedagojik alan bilgisi (PAB), öğretmenlerin öğretecekleri konuya ilişkin sahip oldukları bilgi düzeyini ifade eder; ancak etkili bir öğretim için PAB yeterliğine ek olarak bilginin nasıl aktarılacağının da büyük önem taşıdığı belirtilmektedir (Kind, 2009). Bu kapsamda bu etkinlikle birlikte öğretmen adaylarına bir konuyu nasıl öğretebileceklerine dayalı olarak bir etkinlik örneği sunulmuş ve öğretmen adaylarının etkinlik konusu kapsamında sahip oldukları alan bilgisi ortaya konmuştur. Bir şeyin öyle olduğunu bilmenin veya anlamının yanı sıra öğretmen bunun neden öyle olduğunu daha fazla anlamalıdır (Shulman, 1986, s. 9).

5. ÖNERİLER

5.1. Öğretim Sürecine Yönelik Öneriler

- Öğretmen adaylarına etkinlik için verilen süre daha geniş tutularak öğretmen adaylarına düşünceleri ve soruları cevaplandırmaları için daha fazla zaman tanınabilir.

5.2. Öğretmen Eğitimine Yönelik Öneriler

- DNA ve genetik konularına yönelik kavramsal anlayışı iyileştirmek adına öğretim süreçlerine öğrenci merkezli yenilikçi yaklaşımlar entegre edilebilir.
- Öğretmen adaylarının farklı yöntem ve tekniklere dair anlayışlarının geliştirilmesine dayalı uygulamalı çalışmaların sayısı artırılabilir.

5.3. Gelecekte Yapılacak Araştırmalara Yönelik Öneriler

- Öğretmen adaylarının deneyimlerini çeşitlendirmek amacıyla, farklı konu ve içeriklere sahip öğretim etkinlikleri gerçekleştirilerek sonuçları paylaşılabılır.
- Çalışma, farklı ve daha çok örneklem grubuyla tekrarlanarak sonuçların karşılaştırılması sağlanabilir.
- Veri toplama sürecine nitel verilerin yanı sıra nicel veri toplama araçları da eklenebilir.

6. Kaynaklar

- Altunoglu, B. D., & Şeker, M. (2015). The Understandings of Genetics Concepts and Learning Approach of Pre-Service Science Teachers. *Journal of Educational and Social Research*, 5, 61. <https://doi.org/10.5901/jesr.2015.v5n1s1p61>
- Bilgican Yılmaz, F., Karakoc-Topal, O., & Öz Aydın, S. (2021). DNA konusunun Web 2.0 araçlarının entegre edildiği laboratuvar yöntemi ile öğretimi. *Journal of Instructional Technologies and Teacher Education*, 10(1), 16-36. <https://doi.org/10.51960/jitte.887951>
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., ve Demirel, F. (2013). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Pegem Akademi.
- Boateng, S., ve Kumi-Manu, R. N. (2026). Assessing Pre-Service Science Teachers' Academic Knowledge and Misconceptions about Evolution and Genetics Concepts. *European Journal of STEM Education*. 11(1). <https://doi.org/10.20897/ejsteme/17966>
- Boz, V., & Görgülü Arı, A. (2020). Fen bilimleri öğretmen adaylarının DNA replikasyonu konusundaki kavramsal değişimi: kelime ilişkilendirme testi. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 13(69).
- Can, H., & Akar-Vural, R. (2012). Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının kromozom kavramı bilgi düzeyleri ve kavramın öğretimine ilişkin görüşleri. *HAYEF Journal of Education*, 8(2), 1-21.
- Cheung, S. K., Kwok, L. F., Phusavat, K., & Yang, H. H. (2021). Shaping the future learning environments with smart elements: challenges and opportunities. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 18, 1-9.
- Dönel Akgül, G., & Çolak, N. (2021). Fen bilgisi öğretmen adaylarının gen, DNA ve kromozom kavramları için geliştirdikleri analogiler. *Uluslararası Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 2021(17), 1-30. <https://doi.org/10.46778/goputeb.893674>
- Dönel Akgül, G., & Çolak, N. (2022). DNA, Gen ve Kromozom Kavramları İçin Geliştirilen Hikaye Tarzındaki Analogilerin Değerlendirilmesi. *Sinerji Uluslararası Alan Eğitimi Araştırmaları Dergisi*, 3(1), 1-23. <https://doi.org/10.54971/synergy.1109208>
- Etobro, A. B., & Banjoko, S. (2017). Misconceptions of genetics concepts among pre-service teachers. *Global Journal of Educational Research*, 16(2), 121-128. <https://doi.org/10.4314/gjedr.v16i2.6>

- Gutwill, J. P., & Allen, S. (2012). Deepening students' scientific inquiry skills during a science museum field trip. *Journal of the Learning Sciences*, 21(1), 130-181.
- Friedrichsen, P. J., Abell, S. K., Pareja, E. M., Brown, P. L., Lankford, D. M., & Volkmann, M. J. (2009). Does teaching experience matter? Examining biology teachers' prior knowledge for teaching in an alternative certification program. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(4), 357-383.
- Karagöz, M., ve Çakır, M. (2011). Genetikte problem çözme: kavramsal ve süreçsel zorluklar. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 11(3), 1651-1674.
- Kind, V. (2009). Pedagogical content knowledge in science education: perspectives and potential for progress. *Studies in Science Education*, 45(2), 169-204.
- Kotsis, K. T. (2025). A Literature Review on the Misconceptions of Pre-Service Teachers on Inquiry-Based Learning in Science Education. *European Journal of Contemporary Education*. 3. 91-98. [10.59324/ejceel.2025.3\(3\).07](https://doi.org/10.59324/ejceel.2025.3(3).07)
- Kuhn, D., & Pease, M. (2008). What needs to develop in the development of inquiry skills?. *Cognition and Instruction*, 26(4), 512-559.
- Kumandaş, B., Ateşkan, A., & Lane, J. (2018). Misconceptions in biology: A meta-synthesis study of research, 2000–2014. *Journal of Biological Education*, <https://doi.org/10.1080/00219266.2018.1490798>
- Maaß, K., & Artigue, M. (2013). Implementation of inquiry-based learning in day-to-day teaching: a synthesis. *Zdm Mathematics Education*, 45, 779-795.
- Marie-Christine P. J., Knippels, A. J. W., & Boersma, K. T. (2005). Design criteria for learning and teaching genetics. *Journal of Biological Education*, 39(3), 108-112, <https://doi.org/10.1080/00219266.2005.9655976>
- [McMillan, J. H. \(2000\). Educational research: Fundamentals for the consumer \(3. baskı\).](#)
- Miles, M. B., ve Huberman, A. M. (2015). *Genişletilmiş bir kaynak kitap: Nitel veri analizi*. (S. Akbaba Altun, & A. Ersoy, Çev.). Pegem Akademi.
- Millî Eğitim Bakanlığı. (2024). *Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar)*. Millî Eğitim Bakanlığı.
- MEB (2018a). İlköğretim fen bilimleri dersi (3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar) öğretim programı. Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı, Ankara.
- MEB (2018b). Ortaöğretim biyoloji dersi (9, 10, 11, 12. sınıflar) öğretim programı. Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı, Ankara.
- Mthethwa-Kunene, E., Onwu, G. O., & de Villiers, R. (2015). Exploring biology teachers' pedagogical content knowledge in the teaching of genetics in Swaziland science classrooms. *International Journal of Science Education*, 37(7), 1140-1165.
- Özdemir, O. (2015). Sınıf öğretmen adaylarının kalıtsal benzerlik ve farklılıklarla ilgili argümanları. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 38(38), 143-155.
- Özel, Ç. A., Tasdelen, Ö., Yildirim, E. G., & Nesibe Önder, A. (2022). A sample implementation of teaching molecular structure of DNA in the classroom and the opinions of teacher candidates about it. *Teachers and Trainers*, 13(5), 427-441. <https://doi.org/10.47750/jett.2022.13.05.039>
- Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., De Jong, T., Van Riesen, S. A., Kamp, E. T., ... & Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, 14, 47-61.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4–14. Retrieved September 22, 2010, from <http://www.jstor.org/stable/1175860>

- Sukmawati, I., ve Permadani, K. G. (2020). Genetic material upgrading: misconception identification study in high school biology teachers. *Indonesian Journal of Biology Education*, 3(2), 1-6.
- Strat, T. T. S., & Jegstad, K. M. (2022). Norwegian Teacher Educators' Reflections on Inquiry-Based Teaching and Learning in Science Teacher Education. *Journal of Science Teacher Education*, 34(6), 624–644. <https://doi.org/10.1080/1046560X.2022.2125623>
- Tekkaya, C., Çapa, Y., & Yılmaz, Ö. (2000). Biyoloji öğretmen adaylarının genel biyoloji konularındaki kavram yanlışları [Biology teacher candidates' misconceptions about general biology]. *H. U. Journal of Education*, 18(18), 140-147.
- Valanides, N., & Angeli, C. (2008). Distributed cognition in a sixth-grade classroom: An attempt to overcome alternative conceptions about light and color. *Journal of Research on Technology in Education*, 40(3), 309-336.
- Van Joolingen, W. R., De Jong, T., & Dimitrakopoulou, A. (2007). Issues in computer supported inquiry learning in science. *Journal of Computer Assisted Learning*, 23(2), 111.
- Weld, J., & Funk, L. (2005). “I’m not the science type”: Effect of an inquiry biology content course on preservice elementary teachers’ intentions about teaching science. *Journal of Science Teacher Education*, 16(3), 189-204.

Research Article

Araştırma-Sorgulama Temelli Gizemli Arkeolojik Kazı: DNA İpuçlarına Göre Yüz Yaratma Etkinliği

Inquiry-Based Mysterious Archaeological Excavation: A Face-Reconstruction Activity Based on DNA Clues

Burcu AKBAY Doktora Öğrencisi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü burcu.akbay@hotmail.com https://orcid.org/0000-0001-7163-5458	Ayberk BOSTAN SARIOĞLAN Doç. Dr., Balıkesir Üniversitesi Eğitim Fakültesi abostan@balikesir.edu.tr https://orcid.org/0000-0002-2320-9427
---	---

Extended Summary

Considering the specific objectives of the 2018 Science Course Curriculum currently implemented in grades 7 and 8 in our country, it is evident that the aim is to educate all individuals as scientifically literate individuals (MEB, 2018a). Furthermore, it is evident that the curriculum is based on an inquiry-based learning approach. Inquiry-based learning is a cyclical teaching approach that aims to actively involve students in the scientific discovery process, thereby developing scientific thinking, and has logically interconnected inquiry steps (Pedaste et al., 2015). Pedaste (2015) defines the inquiry-based learning approach as consisting of the stages of “orientation,” which includes the processes of arousing curiosity and attracting attention based on the subject or problem; “conceptualization,” which includes inquiry and hypothesis generation; “research -inquiry” stage involving the execution of the research, data collection, and interpretation; “conclusion” stage involving drawing conclusions from the data and evaluating the hypotheses generated by comparing them with the results obtained; and finally, “discussion” stage involving sharing the results obtained with peers and teachers, discussing them, receiving feedback, and conducting a self-evaluation based on the entire research-inquiry cycle. For this learning approach to be applied effectively and efficiently within the learning-teaching process, it is important for the teacher to adopt a supportive and guiding attitude.

In learning environments based on the inquiry-based learning approach, the teacher, unlike traditional teaching approaches, encourages students to access and construct scientific knowledge, arouses curiosity about the problem, supports collaborative work, opens up different perspectives for discussion, and guides students throughout the process (Maaß & Artigue, 2013). In this context, the experiences that teacher candidates, who are the teachers of the future, gain in inquiry-based teaching are of great importance. In order for teacher candidates to be able to effectively and comfortably implement inquiry-based science education in classroom settings and integrate it appropriately into the learning-teaching process, they need to experience and internalize inquiry-based science education (Strat & Jegstad, 2022). Based on all this, it is essential that teacher candidates first experience this teaching method and develop positive pedagogical beliefs during this process in order to be able to apply the inquiry-based learning approach effectively and efficiently in classroom settings.

Activities and/or applications that encourage students to engage in research and inquiry hold an important place due to their potential advantages. In this context, studies related to genetics and DNA, which are closely related to daily life, enable students to both acquire research and inquiry skills and understand biological structures that play an important role in the functioning of life. The activity was conducted with 9 science teacher candidates in their 4th year of study at the Faculty of Education of a

State University in the Marmara region of Turkey. The teacher candidates worked in the science laboratory, divided into four groups. The groups worked together during the activity and answered the worksheets as groups. During the activity, which was conducted in line with inquiry-based teaching steps, the teacher candidates worked effectively on the worksheets in a collaborative manner. At the end of the activity, the answers given to the questions on the worksheet were discussed and evaluated. The data obtained from the worksheets were analyzed using descriptive analysis.

When considering the findings obtained from the question “What do you think are the reasons for the differences that appear in your drawings?”, it is revealed that teacher candidates gave general and rather superficial answers to the question. The answers reveal that teacher candidates have a general awareness of the effect of differences in gene sequences on the phenotype, but they do not provide sufficiently explanatory statements to express this. Prospective teachers are expected to understand that the phenotype can change not only due to DNA but also due to epigenetics, which is influenced by environmental factors. Considering the findings obtained from the question “What do you think about the role of DNA in determining who we are?”, the answers reveal that prospective teachers are knowledgeable about the various functions of DNA.

The responses from teacher candidates based on ensuring genetic diversity, identity determination, and phenotype determination show that teacher candidates view DNA primarily as an information-carrying molecule and focus on its role in determining physical characteristics. This may stem from the fact that the presentation of the DNA topic generally emphasizes characteristics such as information carrying and being a regulatory molecule. In contrast, teacher candidates did not provide any explanations based on DNA's deeper biological functions and processes, such as epigenetics in the context of environmental factors, the role of genetics in behavioral tendencies, or susceptibility to diseases. When you think about genetic variations, have you observed differences among your family members or people around you? Considering the findings obtained from the question “Explain how these differences relate to you,” it was observed that teacher candidates generally know the basic sources that play a role in the formation of genetic diversity (dominant-recessive alleles, meiosis, fertilization, chromosome transfer). However, it was observed that they did not provide any explanation based on the role of factors such as the influence of multiple genes, as in the determination of eye color in genetic diversity, or epigenetic factors arising from environmental factors. Considering the findings obtained from the question “What examples of the importance of DNA have you observed/are you observing in your own life?”, it was seen that teacher candidates focused on the role of DNA in identity determination, identity verification, forensic medicine, identification of family members, genetic diversity, and genetic diseases, and made their explanations accordingly. The answers show that teacher candidates have a general awareness of the role of DNA in biological and social life, but they provided superficial information without elaborating on their answers. Environmental factors affecting genetic diversity may not have been considered in this activity. Considering the findings obtained from the question “How do environmental factors affect genetic diversity?”, it shows that teacher candidates know that environmental factors can affect genetic diversity but perceive that environmental factors cause genetic diversity. Prospective teachers need to explain the relationship between environmental factors and genetic diversity in light of epigenetic mechanisms and develop their explanations by relating the process by which environmental factors affect genetic diversity more to the concepts of natural selection, evolution, and adaptation, thereby gaining awareness in this regard. Analysis of DNA sequences reveals different genotypes for the same trait. Considering the findings obtained from the question “What is the importance of this situation in terms of genetic diversity in the population?”, it has been observed that teacher candidates know that different genotypes increase genetic diversity in the population, but they provide very superficial answers and do not provide any information about the effects of genetic diversity on the population (disease resistance, natural selection, adaptation, evolutionary advantages) regarding the effects of genetic diversity on the population. Considering the findings obtained from the question “How would you interpret the preservation of DNA over many years and the detection of DNA traces in remains?”, it is seen that teacher candidates understand that the persistence of DNA is related to structurally durable tissues such as teeth, bones, and hair, but they do not provide an explanation based on answers such as the role of environmental factors (moisture, pH, etc., and the role of DNA's double helix structure. The importance of explaining the long-term preservation of DNA in the context of

environmental conditions and the structural durability of DNA, rather than individual uniqueness, should be emphasized.

The results obtained from the answers given by teacher candidates to the questions on the worksheet revealed that teacher candidates have a general awareness of DNA, genetics, and genetic diversity, but their explanations lack depth and remain superficial. An examination of the teacher candidates' views on the activity revealed that they generally evaluated the activity positively, particularly enjoyed the drawing phase, found the activity to be generally adequate and applicable, but experienced difficulty in answering the questions on the worksheet. Based on the results, it is recommended that various teaching activities be developed and implemented to increase teacher candidates' conceptual awareness within the scope of the relevant topics. Furthermore, attention-grabbing learning environments can be created by integrating various technological applications into the teaching process. Along with this activity, teacher candidates were presented with an example of an activity based on how they could teach a subject, and their subject knowledge within the scope of the activity was revealed. In addition to knowing or understanding that something is so, the teacher should understand more why it is so (Shulman, 1986, p. 9). In subsequent studies, teaching activities with different topics and content can be carried out to diversify the experiences of teacher candidates, and the results can be shared.