



"GiPSci" Yaklaşımının

Bilim Türkiye Programı Kapsamında

Sorgulama Becerilerini Geliştirmeye Yönelik
Çok Yönlü İncelemesi

T3 Vakfı Eğitim ve Ar-Ge Koordinatörlüğü
Araştırma Birimi

HAZIRLAYANLAR

Merve Koçoğlu

T3 Vakfı Eğitim ve Ar-Ge Koordinatörü

Dr. Mehmet Akın Bulut

T3 Vakfı Akademik Danışmanı
İbn Haldun Üniversitesi

Dr. Bengi Birgili

MEF Üniversitesi

Oksana Gülünay

T3 Vakfı-Eğitim ve Ar-Ge Krd. Uzman

Fatma Rüveyda Baş

T3 Vakfı-Eğitim ve Ar-Ge Krd. Uzman

şubat 2026

Bu yayının tüm hakları T3 Vakfına aittir. T3 Vakfının izni olmaksızın yayının tümünün veya bir kısmının elektronik veya mekanik (fotokopi, kayıt ve bilgi depolama vd.) yollarla basımı, yayımı, çoğaltılması veya dağıtımı yapılamaz. Kaynak göstererek alıntı yapılabilir.

Türkiye Teknoloji Takımı Vakfı, Ünalın Mah. Ayazma Cd. No:3
Üsküdar/İstanbul/TÜRKİYE
iletisim@t3vakfi.org t3vakfi.org (0212) 501 94 34

İÇİNDEKİLER

Sözlük	4
Giriş	5
Uygulama Süreci	12
Araştırma Yöntemi	16
Elde Edilen Bulgular	19
Değerlendirme ve Sonuç	24
Öneriler	27
Kaynakça	31

SÖZLÜK

Bilim Merkezi

Geleneksel sınıf ortamı dışında, etkileşimli sergiler ve uygulamalı etkinliklerle bilimsel süreçleri deneyimleme fırsatı sunan, okul dışı öğrenme ortamlarıdır.

Bilimsel Okuryazarlık

Bireyin, bilimsel bilgiye sahip olması, bilimsel düşünce yöntemlerini (sorgulama, eleştirel düşünme) günlük yaşamda kullanabilmesi ve bilinçli kararlar alabilmesidir.

Sorgulama Temelli Öğrenme
(ing.) Inquiry-Based Learning
(IBL)

Öğrencilerin sorular sorarak, araştırarak, deney tasarlayarak ve verileri analiz ederek bilgiyi aktif olarak inşa etmelerini esas alan pedagojik yaklaşımdır.

GiPSci Modeli
(ing.) Guided Inquiry, Product-
based Science in Science
Centers

Bilim merkezleri için tasarlanmış, Rehberli Sorgulama, Ürün Tabanlı Öğrenme ve Teknoloji Destekli Etkileşim unsurlarını birleştiren bütüncül bir eğitim modelidir.

Rehberli Sorgulama

Sorgulama temelli öğrenmenin bir türü olup öğretmenin öğrenci keşfini desteklemek için yapılandırılmış sorular ve yönlendirmelerle süreci kolaylaştırdığı ancak cevabı doğrudan vermediği yaklaşımdır.

Ürün Tabanlı Öğrenme

Öğrenme sürecinin sonunda, öğrencilerin edindikleri bilgiyi ve becerileri somutlaştıran (fiziksel nesne, dijital içerik, sunum vb.) bir "ürün" ortaya koymasını gerektiren pedagojik yaklaşımdır.

Yapılandırmacı Öğrenme
Yaklaşımı

Öğrencinin bilgiyi pasif olarak almayı kendi deneyimleri ve mevcut bilgileri üzerinden aktif olarak inşa ettiğini savunan öğrenme teorisidir. Öğretmen rehber rolündedir.

5E Öğretim Modeli

Sorgulama temelli bir ders planı formatıdır. Aşamaları: Harekete Geçme (Engage), Keşfetme (Explore), Açıklama/Yaratma (Explain/Create), Derinleştirme (Elaborate) ve Değerlendirme (Evaluate).

Giriş

Bir çocuk, bilim merkezinde mikroskop başına geçtiğinde ve bir damla suyun içindeki mikroskopik yaşamı ilk kez gözlemlediğinde yalnızca biyolojiyle değil; keşfetmenin, merak etmenin ve anlamlandırmanın büyüyle de tanışır. Ya da bir insan iskeletini yakından incelediğinde, kitap sayfalarındaki şekillerin ötesine geçerek vücudun karmaşık yapısını bizzat çözümlene şansı yakalar. İşte o anlar, öğrenmenin sadece bilgi edinmek değil; dokunmak, gözlemlemek, sormak ve bağlantı kurmak olduğunu çocuklara hissettiren özel anlardır (bkz. Şekil 1).



Şekil 1. Bilim Türkiye Atölye Ortamında İnteraktif Öğrenme Anı

Günümüz eğitim dünyasında, öğrenmeyi sınıf duvarlarının dışına taşıyan yaklaşımların önemi giderek artmaktadır. Bu bağlamda bilim merkezleri, etkileşimli sergileri ve atölyeleriyle öğrencilere yalnızca bilgiyi sunmakla kalmaz, aynı zamanda söz konusu bilgiyi kendi deneyimleriyle yapılandırabilecekleri bir öğrenme ortamı sunar. İlgili çalışma, sergi ve atölye entegrasyonuna dayalı bir yapının öğrenciler üzerindeki etkilerini değerlendirmek ve öğrenmenin gerçek yaşamla buluştuğu alanlarda hangi pedagojik dinamiklerin devreye girdiğini irdelemek amacıyla hazırlanmıştır.

Bilimsel okuryazarlık, yalnızca akademik başarı için değil, aynı zamanda bireylerin bilinçli ve sorgulayıcı vatandaşlar olarak yetişmesi için de kritik bir beceri hâline gelmiştir (Kelp,2023; Primasari, Miarsyah & Rusdi,2020). Özellikle 6-14 yaş grubundaki çocukların bilimsel düşünme, merak etme ve araştırma yapma becerilerini erken yaşlarda kazanması, yaşam boyu sürecek öğrenme alışkanlıklarının temellerini oluşturmaktadır. Bu bağlamda bilim merkezleri, genç öğrencilere bilimle tanışma, deneyimleme ve üretme fırsatları sunan önemli öğrenme ortamları olarak öne çıkmaktadır.

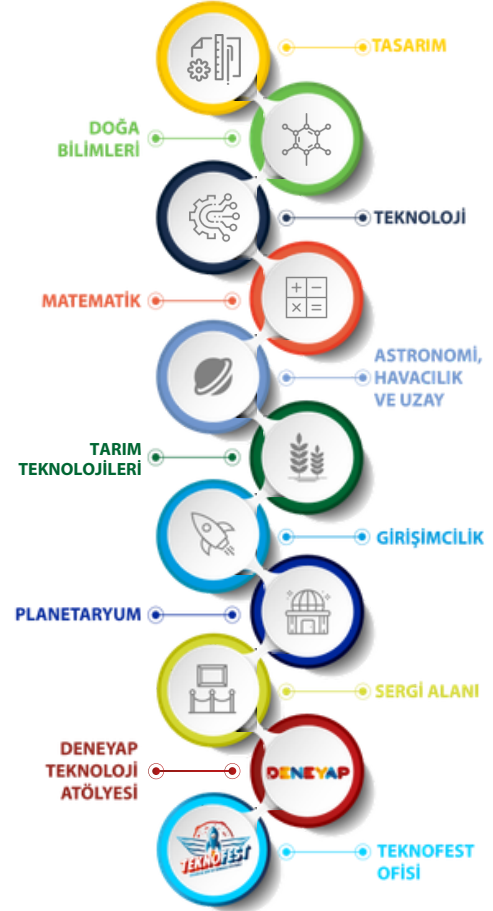
Dünyada sayısı 2.400'ü aşan bilim merkezleri, her yıl yaklaşık 290 milyon ziyaretçiye ev sahipliği yapmaktadır (International Science Council [ISC], 2020). Merkezler, yalnızca bilgiyi sunmakla kalmayıp bireylerin bilimsel süreçleri deneyimlemelerini ve kendi öğrenmelerini inşa etmelerini sağlayan yapılar olarak toplumsal eğitimde kritik bir rol oynamaktadır (Falk & Dierking, 2016).

Türkiye'de de bu eğilim doğrultusunda başlatılan **Bilim Türkiye** programı; teknoloji destekli atölye çalışmaları, interaktif sergiler ve uygulamalı eğitim etkinlikleriyle gençlerin bilime olan ilgisini artırmayı ve onları sorgulayan bireyler olarak yetiştirmeyi hedeflemektedir (Bilim ve Toplum Daire Başkanlığı, 2022; TÜBİTAK, 2023;). Bu araştırma, bilim merkezlerinde uygulanan teknoloji destekli bir eğitim modeli olan *Guided Inquiry, Product-based Science (GiPSci) (Rehberlikli Sorgulama, Ürün Odaklı Bilim)* yaklaşımını inceleyerek genç öğrencilerin sorgulama becerilerinin gelişiminde bu modelin etkisini değerlendirmeyi amaçlamaktadır.

GiPSci modeli; rehberli sorgulama (Guided Inquiry), ürün odaklılık (Product-based Learning) ve bilim merkezlerinin (Science Centers) etkileşimli doğasını birleştiren bütüncül bir öğrenme yaklaşımıdır. Bu modelin temelinde; öğrencilerin yaparak-yaşayarak öğrenmesi, bilimsel süreçleri deneyimlemesi ve kendi ürünlerini ortaya koyarak öğrenmeyi içselleştirmesi yer almaktadır. Literatürde sorgulama temelli öğrenme (STÖ) yaklaşımlarının öğrencilerin bilimsel düşünme ve problem çözme becerilerini geliştirmede etkili olduğu vurgulanmaktadır (Çavaş, 2011; Furtak et al., 2012; Minner, Levy & Century, 2010). Bununla birlikte, öğretmenlerin bu süreçteki rehberlik rolleri, öğrenme ortamının teknolojik ve pedagojik olarak nasıl yapılandırıldığı ve öğrenci ürünlerinin bu süreci nasıl yansıttığı da önemli araştırma konuları arasında yer almaktadır.

Bu bağlamda çalışmanın temel sorusu, *GiPSci modelinin* teknoloji destekli bilim atölyeleri aracılığıyla genç öğrencilerin sorgulama becerilerini ne ölçüde geliştirdiği ve bu sürecin farklı açılardan nasıl değerlendirilebileceğidir (bkz. Şekil 3). Çalışma, özellikle gelişmekte olan ülkelerde, sorgulama temelli eğitimin etkili bir biçimde uygulanması için gerekli olan yapısal, pedagojik ve kültürel faktörleri tartışmaya açmayı hedeflemektedir.

MERKEZLERİMİZDE NELER VAR?



Şekil 2. Bilim Türkiye Atölyeleri



Şekil 3. Eğitimde Dönüşüm: Bilimsel Merak ve İnteraktif Öğrenme Bulutu

Çalışmanın Amacı

Çalışma, bilim merkezlerinde uygulanan teknoloji destekli atölye uygulamalarının, 6-14 yaş arası çocukların sorgulama becerilerine nasıl katkı sağladığını incelemeyi amaçlamaktadır. Özellikle *GiPSci* modeli çerçevesinde yapılandırılan uygulamalar aracılığıyla, öğrencilerin bilimsel düşünme süreçlerine nasıl aktif katıldıkları, rehberlik edilen etkinliklerle nasıl öğrenme ürettikleri ve ortaya koydukları ürünler aracılığıyla bu öğrenmeyi nasıl somutlaştırdıkları analiz edilmektedir (*bkz. Şekil 4*).

Bu bağlamda araştırmanın temel amacı, bilim merkezlerinde yapılandırılmış modelin genç öğrenciler üzerindeki etkisini anlamak ve Türkiye'deki bilim eğitimi uygulamalarına katkı sağlayabilecek özgün bulgular ortaya koymaktır.

Bilim Merkezlerinin Rolü

Bilim merkezleri, geleneksel sınıf ortamlarından farklı olarak öğrencilere bilimsel bilgiyi deneyimleme, gözleme ve sorgulama fırsatı sunan etkileşimli mekanlardır. Eğitimin yalnızca okul duvarları arasında değil, yaşamın içinde ve uygulamalı bir şekilde gerçekleşebileceğini gösteren bu merkezler, çocukların doğuştan sahip oldukları merak duygusunu canlı tutmaktadır. Dünya genelinde sayıları hızla artan bilim merkezleri, STEM alanlarına olan ilgiyi artırmak, bilimsel farkındalık oluşturmak ve çocuklara bilim insanı gibi düşünme fırsatları sunmak amacıyla faaliyet göstermektedir (*bkz. Şekil 2*).

Türkiye'de de 2020 yılından itibaren T3 Vakfı öncülüğünde yürütülen "Bilim Türkiye" programı, şehir merkezlerinde kurulan bilim merkezleriyle binlerce çocuğa ulaşmakta; atölyeler, sergiler ve uygulamalı eğitimlerle bilimsel keşfin kapılarını aralamaktadır (*bkz. Şekil 4*). Bu yönüyle bilim merkezleri, hem tamamlayıcı hem de dönüştürücü bir öğrenme ortamı olarak eğitim ekosisteminde önemli bir yer edinmektedir.



Şekil 4. Bilim Türkiye Atölyelerinde Çocukların Yaratıcı ve Bilimsel Öğrenme Deneyimleri

Sorgulama Temelli Öğrenme Yaklaşımı (IBL)

Sorgulama Temelli Öğrenme (*Inquiry-Based Learning – IBL*), öğrencilerin bilgiyi hazır olarak almak yerine sorular sorarak, araştırarak ve deneyimleyerek inşa etmelerini esas alan bir öğretim yaklaşımıdır (Pedaste et al., 2015). Yaklaşım, öğrencileri yalnızca bilgi tüketicisi değil, aynı zamanda bilgi üreticisi olmaya teşvik eder.

IBL, özellikle bilim eğitimi bağlamında, öğrencilerin gözlem yapma, hipotez oluşturma, deney tasarlama, veri toplama ve sonuç çıkarma gibi bilimsel süreç becerilerini geliştirmede oldukça etkilidir (National Research Council, 2000).

Rehberli sorgulama, bu modelin önemli bir boyutudur; öğretmen veya eğitmen, öğrencinin kendi keşfini yapmasını engellemeden, süreci yapılandıran yönlendirici sorular ve öğrenme ortamları sağlamaktadır (Hmelo-Silver et al., 2007).



Şekil 5. GiPSci Modeli'nin Kuramsal Çerçeve Olarak Kullanımı

GiPSci Modelinin Tanıtımı

GiPSci modeli, "Guided Inquiry and Product-based Learning in Science Centers" ifadesinin kısaltmasıdır (bkz. Şekil 5).

Model, bilim merkezlerinde gerçekleştirilen atölye çalışmalarını yapılandırmak için geliştirilmiş, çok bileşenli bir eğitim yaklaşımıdır.

Modelin temelinde üç ana unsur yer alır:

1. Rehberli Sorgulama,
2. Ürün Tabanlı Öğrenme
3. Bilim Merkezlerinin etkileşimli öğrenme ortamı.

GiPSci modeli; çocukların eğitmen rehberliğinde bilimsel sorulara yanıt aradığı, süreç boyunca teknolojiyi etkin şekilde kullandığı ve sürecin sonunda kendi bilgi ürününü ortaya koyduğu bir yapıyı benimser. Bu ürün bir fiziksel nesne, bir dijital içerik ya da bir bilimsel sunum olabilir. Model, öğrenmenin yalnızca sonuç odaklı değil, aynı zamanda süreç odaklı olmasını da teşvik eder.

Türkiye'deki uygulamaları örnek alınarak yapılandırılan bu model; özellikle dezavantajlı bölgelerde bilimsel okuryazarlığı artırmayı, öğrencilerin problem çözme, yaratıcı düşünme ve iş birliği becerilerini geliştirmeyi hedeflemektedir.

GİPSci Modelinin Pedagojik Altyapısı

GİPSci modelinin temelinde, öğrenmenin bilginin aktarımı değil, öğrencinin kendi bilgiyi yapılandırması olduğu prensibine dayanan **Yapılandırmacı Öğrenme Yaklaşımı** (Constructivist Learning Approach) benimsenmiştir (Piaget, 1970; von Glasersfeld, 1995).

Bu yaklaşım; öğrencilerin öğrenme sürecinde aktif olmasını, bilginin doğrudan verilmesi yerine uygun öğrenme ortamı ve yönlendirici sorularla kendi anlamlarını oluşturmalarını esas almaktadır (Bruner, 1966; Vygotsky, 1978). Eğitimci, öğrencinin bilgi inşa etme sürecini kolaylaştıran bir rehber ve öğrenme ortamını düzenleyen bir tasarımcı rolü üstlenmektedir (Fosnot, 2013).

5 Aşamalı Ders Planı Modeli

GİPSci modeli, *Rehberli Sorgulama* sürecini sistematikleştirmek ve kalıcı öğrenme sağlamak için 5 aşamalı bir ders planı formatını kullanmaktadır. Bu yapı, aktif öğrenme yoluyla bilgi kalıcılığını artırmayı hedeflemektedir.

Atölye süreci aşağıdaki adımlarla ilerlemektedir (bkz. Şekil 6):

1. Harekete Geçme (Engage / Take Action)
2. Keşfetme (Explore)
3. Yaratma / Açıklama (Explain / Create)
4. Derinleştirme (Elaborate)
5. Değerlendirme (Evaluate)



Şekil 6. GİPSci Modelinin Pedagojik Yapısı

Eğitmen **Eğitimi** ve Pedagojik Hazırlık

Bilim Türkiye programının hedeflerine ulaşması için eğitmenlerin *pedagojik* ve *teknik yeterliliği* esastır.

Bu süreçte:

- *Pedagojik Eğitim* - Eğitmenlere GiPSci modelinin felsefesi, 5 aşamalı ders planı modelinin atölye uygulamaları ve bilim iletişimi teknikleri konularında yoğun eğitimler verilmiştir.
- *Teknik ve Atölye Yetkinliği* - Eğitmenler, atölyelerde kullanılan teknolojik donanımların, özgün teknik materyallerin (örneğin, kodlama kitleri, sensörler) hem teknik kullanımı hem de bu materyallerin öğrenme hedeflerine uygun pedagojik entegrasyonu konusunda sürekli desteklenmiştir.
- *Bireysel Farklılıklar* - Eğitimlerde, öğrencilerin farklı öğrenme stillerine (sözel, mantıksal, fiziksel vb.) hitap edebilecek çeşitlendirilmiş öğretim stratejileri üzerinde durulmuştur.

Eğitim süreci, eğitmenlerin *Yapılandırmacı Öğrenme Yaklaşımı'nın* gerektirdiği **"rehber"** rolünü etkin bir şekilde benimsemelerini sağlamıştır.

Yapılandırmacı **Eğitmen Rolü**

Eğitmenler, yalnızca içeriği aktaran kişiler olmaktan çıkarak; öğrencilere doğru soruları sormayı öğretme, dikkat çekici aktiviteler tasarlama ve öğrencilerin fikirleri ile bilgileri üzerine düşünmelerine yardımcı olma gibi temel roller üstlenmektedir (Vygotsky, 1978; Bruner, 1966; Fosnot, 2013).

Programın sürdürülebilirliği ve eğitmen kalitesinin korunması amacıyla, Bilim Türkiye ağı içinde **"eğiticilerin eğitimi"** kampları (bkz. Şekil 7) ve düzenli çevrim içi/fiziki mentörlük toplantıları gerçekleştirilmiştir. Bu mentörlük yaklaşımı, deneyimli eğitmenlerin yeni başlayanlara destek olmasını, atölye uygulamalarında karşılaşılan zorluklara ortak çözümler üretilmesini ve en iyi uygulamaların tüm ağa yayılmasını sağlamıştır.

Böylece atölye içeriklerinin amacı, süresi, anahtar kelimeleri ve ulaşılmak istenen beceriler gibi ders planı etiketlerinin standartlaştırılması sağlanarak programın tüm merkezlerde aynı pedagojik titizlikle uygulanması güvence altına alınmıştır (Darling-Hammond et al., 2017).



Şekil 7. Bilim Türkiye Eğitmen Eğitimi

Uygulama **Süreci**

Çalışma, Türkiye genelinde yürütülen Bilim Türkiye programı kapsamında gerçekleştirilen uygulamaları inceleyerek bilim merkezlerinde sorgulama temelli ve ürün odaklı öğrenme süreçlerinin nasıl yapılandırıldığını gözler önüne sermektedir.

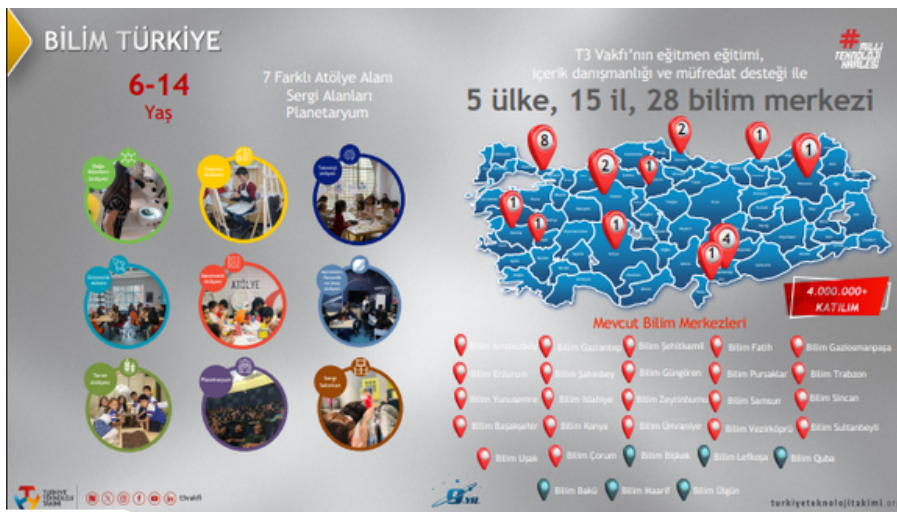
Uygulama süreci, hem öğretmenlerin rehberliğine hem de öğrencilerin aktif katılımına dayanan, çok aşamalı ve dikkatlice yapılandırılmış bir öğrenme ortamında gerçekleşmiştir. Bu ortam, atölye uygulamaları ve sergi alanları arasındaki etkileşimle zenginleşmiş, öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini geliştirmelerine yönelik özel olarak planlanmıştır.

Bilim Türkiye Programına Genel Bakış

T3 Vakfı tarafından 2020 yılında başlatılan Bilim Türkiye Programı, Türkiye'nin Millî Teknoloji Hamlesi ile uyumlu olarak, toplum genelinde bilim ve teknoloji bilincini yaygınlaştırmayı hedeflemektedir.

Program; bilim iletişimini desteklemekte, STEM alanlarına ilgiyi artırmakta ve ekip çalışmasına yatkın, üretken nesillerin yetişmesine katkı sunmaktadır. 2025 yılı itibarıyla, Bilim Türkiye programları 7 Avrasya ülkesine (ör. Azerbaycan, Kırgızistan, Türkiye), 12 ile ve 28 merkeze yayılmıştır. 2020–2025 yılları arasında (bazı tekrar eden katılımlarla birlikte) toplamda 4 milyonu aşkın genç bu programlardan yararlanmışır. 6–14 yaş grubundaki çocuklara hitap eden atölye çalışmaları şu yedi temayı içermektedir: *Teknoloji, Astronomi ve Havacılık, Matematik, Doğa Bilimleri, Tasarım, Girişimcilik ve Tarım Teknolojileri*.

Merkezlerde aynı zamanda etkileşimli sergi alanları ve planetaryumlar bulunmakta, böylece soyut kavramların somutlaştırılması sağlanmaktadır (bkz. Şekil 8). Bu çeşitli eğitim fırsatları, gençlerin bilim ve teknoloji ile deneyimsel ve uygulamalı bir şekilde tanışmalarını sağlamaktadır (T3 Vakfı, 2020).



Şekil 8. Bilim Türkiye Projesi: Coğrafi Genişleme Haritası

Program Çeşitliliği:



Şekil 9. Bilim Türkiye Yenilikçi Eğitim Bileşenleri: Dönemlik Etkinlikler, Planetarium ve Sergi Entegrasyonu

Merkezlerde, öğrenme teknolojileriyle zenginleştirilmiş 600'den fazla özgün atölye içeriği uygulanmaktadır. Atölyeler aracılığıyla genç katılımcılar, aktif öğrenmeye teşvik edilmektedir.

Fırsat eşitliği ilkesi doğrultusunda, tüm merkezlerdeki atölye konsepti, eğitim içeriği ve eğitim donanımı tamamen standartlaştırılmıştır. Bu standartlaşma, katılımcıların nerede eğitim alırlarsa alsınlar aynı yüksek kalitede ve zengin deneyime ulaşmalarını sağlamaktadır.

Program çeşitliliği; bir saatlik atölye içeriklerinden, paket programlara, dönemlik eğitimlere ve tematik atölyelere kadar geniş bir yelpazeyi kapsamaktadır. Ayrıca atölye dışı özel etkinlikler, etkileşimli sergi turları ve planetarium deneyimi gibi bileşenler de öğrenme ortamını zenginleştirmektedir (bkz. Şekil 9).

Atölye ve Sergi Etkileşimlerinin Planlanması

Bilim merkezlerinin en dikkat çekici yönlerinden biri, sergiler ile atölye çalışmalarının bir bütün olarak planlanmasıdır (bkz. Şekil 10). Bu çalışmada, öğrencilerin atölyelerde yürüttükleri etkinlikler, doğrudan sergi alanlarında deneyimledikleri bilimsel temalarla ilişkilendirilmiştir. Örneğin, bir sergide gözlemlenen su ekosistemi, "Mavi Gezegen" teması ve sürdürülebilirlik kavramı, atölye çalışmalarında öğrencilerin çevre bilincini geliştirmeye ve suyun korunmasına yönelik yaratıcı projeler tasarlamalarına zemin hazırlamıştır (Falk & Dierking, 2018; T3 Vakfı, 2024).

Etkileşimli sergi deneyimi, öğrencilerde merak duygusunu tetikleyerek atölye sürecindeki sorgulama ve problem çözme becerilerini harekete geçirmiştir (Rennie & McClafferty, 2014). Bu planlama süreci, GiPSci modelinin temel bileşenlerinden biri olan "bağlamsal öğrenme" ilkesine dayalı olarak yapılandırılmıştır. Eğitimciler, sergi alanlarında öğrencilerin sorularını not almış ve bu sorular atölye etkinliklerinin başlangıcında rehber olarak kullanılmıştır (Pedretti & Navas Iannini, 2020; Bybee, 2013).



Şekil 10. Bilim Merkezlerinde Atölye–Sergi Etkileşiminin Planlanması: GiPSci Modeli Bağlamında Bağlamsal Öğrenme Uygulamaları

Araştırma Yöntemi

Araştırma Bağlamı

Çalışma, Bilim Türkiye ağına uygulanan teknoloji destekli bilim merkezi programı olan *GiPSci modelinin* genç öğrencilerin sorgulama becerilerini nasıl desteklediğini inceleyen bir **karma yöntem** (*mixed-methods*) araştırmasıdır.

Araştırma, T3 Vakfı tarafından 2020 yılında başlatılan ve Türkiye'nin Ulusal Teknoloji hamlesiyle uyumlu olan Bilim Türkiye ağı üzerinden yürütülmüştür.

Kapsam: Çalışma, 7 Avrasya ülkesinde, 12 ilde ve 28 merkezde faaliyet gösteren teknoloji destekli bilim merkezlerindeki interdisipliner programları kapsamıştır.

Hedef Kitle: 6-14 yaş aralığındaki genç öğrenciler hedeflenmiştir.

Katılımcılar ve Veri Kaynakları

Çalışma, sorgulama becerilerinin gelişimini çok boyutlu olarak ele almak amacıyla çeşitli gruplardan kapsamlı veriler toplanmıştır (*bkz. Şekil 11*).

Katılımcı Grubu	Sayı (n)	Rolü ve Niteliği
Genç Öğrencilerin Ürünleri	161	Fiziksel ve dijital öğrenci ürünleri (örneğin, laboratuvar raporları, araştırma posterleri) analiz edilmiştir.
Atölye Gözlemleri	20	GiPSci modelinin uygulanışını yerinde gözlemlemek amacıyla kullanılmıştır.
Eğitmen Eğitimleri Anketleri	405	Eğitmenlerin genel mesleki gelişim ve Bilim Türkiye hedeflerine dair görüşlerini toplamıştır.
Eğitmen Görüşmeleri	10	Eğitmenlerin atölye deneyimleri ve sorgulamayı teşvik etme süreçlerine dair derinlemesine nitel bilgiler sağlamıştır.
Uzman Değerlendirmeleri	14	Eğitmen eğitimleri oturumlarının uzmanlar tarafından değerlendirilmesini içerir.

Şekil 11. Araştırma Katılımcıları ve Çeşitlendirilmiş Veri Seti

Veri Toplama ve **Analiz Süreci**

Çalışma, bulguların geçerliliğini ve güvenilirliğini artırmak için sıralı karma yöntem (*sequential mixed-methods*) akışını izlemiştir.

Veri toplama araçları aşağıda yer alan uluslararası standartlar temel alınarak tasarlanmıştır:

- ISTE Standartları,
- Sorgulamaya Dayalı Öğrenme (IBL) Çerçevesi (Pedaste vd., 2015)
- 5E Öğretim Modeli (Bybee vd., 2006)

Veri Analizi **Yöntemleri**

Çalışma, sorgulama becerilerinin gelişimini çok boyutlu olarak ele almak amacıyla çeşitli gruplardan kapsamlı veriler toplanmıştır.

Toplanan veriler, betimsel içerik analizi kullanılarak özetlenmiş ve önceden belirlenen temalar (ilgi, merak ve sorgulama) çerçevesinde yorumlanmıştır.

- Nicel Analiz: Sıklık hesaplamaları ve Likert ölçeği üzerinden ortalama ve standart sapma değerleri (İlgi, Merak ve Sorgulama puanları) kullanılmıştır.
- Nitel Analiz: Görüşme dökümleri ve saha notları, temaları ve kodları belirlemek için içerik analizi ile incelenmiştir. Kodlama sürecinde iki araştırmacı bağımsız çalışmış ve %94 uzlaşma oranına ulaşmıştır.
- Üçgenleme (Triangulation): Bulguların kapsamlı ve güvenilir olmasını sağlamak amacıyla, farklı veri kaynaklarından elde edilen sonuçlar (gözlemler, öğrenci ürünleri, öğretmen görüşmeleri, anketler ve uzman değerlendirmeleri) birbirleriyle karşılaştırılarak birleştirilmiştir. Bu süreçte akran değerlendirmesi (peer debriefing) ve harici uzman incelemeleri gibi titizlik yöntemleri de uygulanmıştır.

Sistemik metodoloji; GiPSci modelinin teknoloji destekli bilim atölyelerinde ilgi ve merakı başarıyla teşvik etmiş ve sorgulama becerilerini geliştirmede karşılaşılan zorlukları ve boşlukları bütünsel bir bakış açısıyla ortaya koymuştur.

Elde Edilen **Bulgular**

Öğrencilerde Gözlenen **Bilişsel ve Sosyal Gelişim**

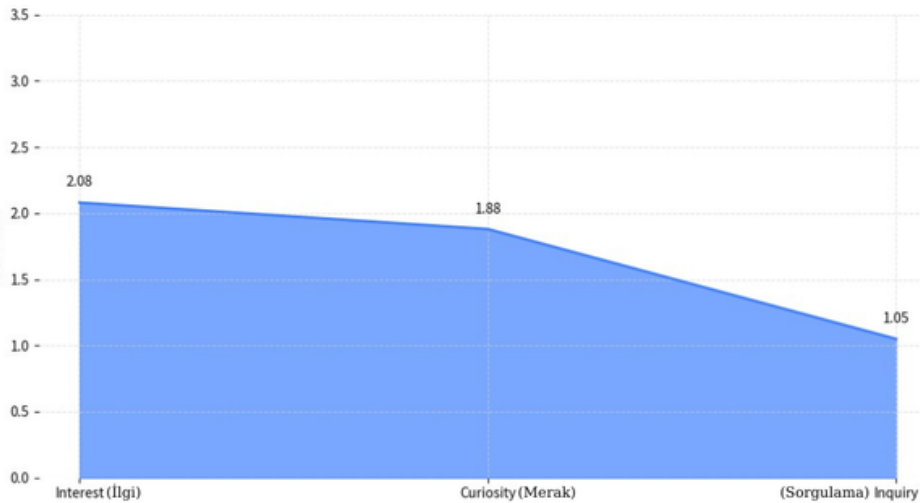
Uygulama sonunda yapılan gözlemler ve ürün analizleri, öğrencilerin yalnızca bilimsel kavramları öğrenmekle kalmayıp aynı zamanda bilimsel süreç becerilerinde de anlamlı gelişmeler gösterdiğini ortaya koymuştur. Özellikle problem tanımlama, hipotez kurma, test etme ve yorumlama becerilerinde belirgin ilerlemeler kaydedilmiştir.

Ayrıca öğrencilerin ekip çalışmasına yatkınlıkları, görev dağılımında sorumluluk alma davranışları ve grup içi iletişimlerini *olumlu* yönde geliştirmiştir. Bazı öğrenciler ilk oturumlarda fikir belirtmekte çekingen davranırken, süreç sonunda gönüllü sunum yapacak öz güvene ulaşmışlardır. Öğrencilerin doldurduğu formlarda yer alan “*Sergideki sorudan sonra kendi hipotezimi kurdum*” ya da “*Arkadaşım ile tartışırken farklı çözüm yolları bulduk*” gibi ifadeler, bu gelişimi destekleyen nitel verilerdir.

ICI Puanlarına İlişkin **Likert Ölçeği Analizi**

ICI (*İlgi-Merak-Sorgulama*) ölçeği, öğrencilerin bilimsel sürece yönelik tutumlarını 1-5 Likert ölçeği üzerinden (1: Kesinlikle katılmıyorum, 5: Kesinlikle katılıyorum) ölçmek amacıyla kullanılmıştır.

Analiz sonuçları, alt boyutlarda ortalama puanları ortaya koymuştur: İlgi (Interest) 2.08, Merak (Curiosity) 1.88, Sorgulama (Inquiry) 1.05. Puanlar, öğrencilerin başlangıçtaki düşük tutum seviyelerini yansıtmaktadır; özellikle sorgulama becerisi en düşük değerle dikkat çekerken, ilgi ve merak boyutlarında görece daha yüksek skorlar gözlenmiştir. Süreç sonunda nitel gözlemlerle desteklendiği üzere, bilişsel ve sosyal gelişimle birlikte bu tutumların olumlu yönde evrilme potansiyeli taşıdığı görülmüştür, ancak gelecek uygulamalarda sorgulamaya yönelik ek müdahaleler (örneğin, rehberli sorgu etkinlikleri) önerilmektedir (*bkz. Şekil 12*).



Şekil 12. ICI (İlgi, Merak, Sorgulama) Ölçeği Alt Boyutları: Ortalama Puan Dağılımı

Veriler, TeSC (Technology-Enhanced Science Centers (Teknoloji Destekli Bilim Merkezleri)) programındaki karma yöntemli analizleri:

- ders gözlemleri [n=20], 6-14 yaş arası 10 farklı merkezde, 3-4 saatlik oturumlar halinde gerçekleştirilen atölye süreçleri,
- öğrenci ürünleri [n=161],
- laboratuvar raporları,
- araştırma posterleri
- eğitmen görüşmeleri [n=10]

üzerinden temel alınarak hesaplanan İCI (İlgi-Merak-Sorgulama) ölçeği sonuçlarını (1-3 puanlık rubrik: 1=düşük, 2=orta, 3=yüksek; Pedaste et al., 2015'in IBL çerçevesine dayalı olarak geliştirilmiş, her alt boyut için 5-7 madde içeren bir araç) yansıtmaktadır.

Bu ölçek, öğrencilerin bilimsel sürece yönelik tutumlarını ölçmek üzere ilgi (örneğin, "Bu konuya ilgim var mı?" maddesi), merak (örneğin, "Yeni şeyler öğrenmek beni heyecanlandırır mı?") ve sorgulama (örneğin, "Hipotez kurup test edebilir miyim?" maddesi) boyutlarında yapılandırılmıştır. Ortalama puanlar, programın en etkili olduğu alanın İlgi ($X=2.08$, $SD=0.94$) olduğunu, ardından Merak ($X=1.88$, $SD=0.68$) geldiğini ve Sorgulama boyutunun ($X=1.05$, $SD=0.86$) en zayıf alan olduğunu göstermektedir.

Saha notları ve öğrenci anketlerinden elde edilen frekans analizleri de bunu desteklemekte olup, ilgi %39.72 ($f=43$), merak %30.5 ($f=56$) ve sorgulama %29.8 ($f=42$) oranlarında gözlemlenmiştir; bu yüzdeler, gözlem formlarındaki kodlama (örneğin, "Neden?" veya "Nasıl?" sorusu sayma) ve açık uçlu yanıtların tematik sayımı yoluyla hesaplanmıştır. İlgi ve Sorgulama boyutlarındaki orta-yüksek değişkenlik ($SD>0.80$), öğrencilerin bireysel farklılıklarının (ön bilgi, öğrenme stilleri veya motivasyon gibi) katılım düzeylerini etkilediğini düşündürmektedir. Sorgulama boyutundaki düşük ortalama puan, daha önce belirtilen sorgulama temelli öğrenme (IBL) yaklaşımlarının güçlendirilmesi ve atölye faaliyetlerinde zaman yönetiminin (örneğin, 1 saatlik oturumlarda bireysel sorgu aşamalarına ayrılan sürenin artırılması) daha hassas planlanması ihtiyacına işaret etmektedir (bkz. Şekil 13).

Bulguları ele almak için, programın daha güçlü sorgulama temelli etkinlikler (yapılandırılmış soru kartları veya uygulamalı araştırmalar gibi) içermesi önerilmektedir. Ayrıca, farklı öğrenci profillerine uygun farklılaştırılmış öğretim stratejileri, özellikle İlgi ve Sorgulama boyutlarındaki değişkenliği azaltmaya yardımcı olabilir. Eğitmenlerin IBL yaklaşımı konusunda sürekli mesleki gelişim programlarıyla (örneğin, train-the-trainer kamplarındaki [n=405] sorgu odaklı modüller) desteklenmesi, programın hedeflerini daha etkin bir şekilde gerçekleştirmesine katkı sağlayacaktır.



Şekil 13. Alan Notlarından ve Öğrenci Anketlerinden Tanımlayıcı İstatistikler

Eğitmen Görüşleri

Eğitmenlerle yapılan görüşmelerde, katılımcıların büyük çoğunluğu *GiPSci modeline* dayalı planlamanın öğrencilerin öğrenme motivasyonunu artırdığını vurgulamıştır.



Şekil 14 GiPSci Modeli Kapsamında Eğitmen Görüşlerinin Tematik Özeti

Not: Tablo biçimi, nitel veri analizinde tematik kodlama yaklaşımına uygun olarak (Miles & Huberman, 1994) yapılandırılmıştır.

Eğitmenler, sergi alanlarında yapılan yönlendirmelerin öğrencilerin atölyeye **yüksek düzeyde ilgiyle** başlamalarını sağladığını belirtmiştir.

Bir eğitmen süreci şu sözlerle özetlemiştir:

"Sergiden çıkan bir çocuğun aklında sorularla gelmesi, atölyede bana değil arkadaşlarına sorması çok kıymetliydi."

Ayrıca eğitmenler, öğrencilerin kendi ürünlerini tasarlarlarken daha önceki öğrenmeleri bütünleştirebildiklerini ve bunun kalıcı öğrenmeyi desteklediğini gözlemlemişlerdir (bkz. Şekil 10). Eğitmenler, rehberlik rolünü üstlenmekte daha fazla inisiyatif kullandıklarını ve öğrenci merkezli yaklaşımın kendilerini de dönüştürdüğünü ifade etmişlerdir (bkz. Şekil 14).

Sergi ve **Atölye Entegrasyonuna** Yönelik **Değerlendirme**

Sergi ve atölye etkileşimi açısından yapılan değerlendirmeler, bu bütünleşik yapının öğrencilerin öğrenme süreçlerini derinleştirdiğini ortaya koymuştur.

Öğrencilerin sergide gördükleri kavramları atölye sürecinde uygulayabilmeleri, soyut kavramları somutlaştırmalarına olanak sağlamıştır. Özellikle sergiden atölyeye yönlendirilen "**soru kartları**" ve "**merak kutuları**", öğrencilerin kendi sorularını üretmelerine ve bu sorulara yönelik ürün tasarımlarına katkı sunmuştur (Falk & Dierking, 2018; Hmelo-Silver et al., 2007). Bu sayede öğrenme süreci tek yönlü değil, dairesel ve etkileşimli bir yapıya bürünmüştür.

Değerlendirme formunda öğrencilerin %85'inin "*sergide gördüklerimi atölyede işe yarar hale getirdim*" ifadesini **olumlu** biçimde işaretlemesi bu bütünleşik yapının etkisini nicel olarak da göstermektedir. Bu bulgu, öğrenme ortamları arasında kurulan anlamlı bağların öğrencilerin bilişsel katılımını artırdığını vurgulayan önceki çalışmalarla da örtüşmektedir (Anderson et al., 2003; Rennie & McClafferty, 2019).

GiPSci Modelinin **Uygulamadaki** **Etkililiği**

GiPSci modeli, bu uygulamada **sorgulama temelli** ve **ürün odaklı öğrenme** yaklaşımlarını bilim merkezleri özelinde başarıyla bütünleştirmiştir.

Modelin üç temel bileşeni olan:

- 1.Sergide merak uyandırma,
- 2.Atölyede rehberli sorgulama,
- 3.Öğrenci ürünü ile öğrenmenin pekiştirilmesi

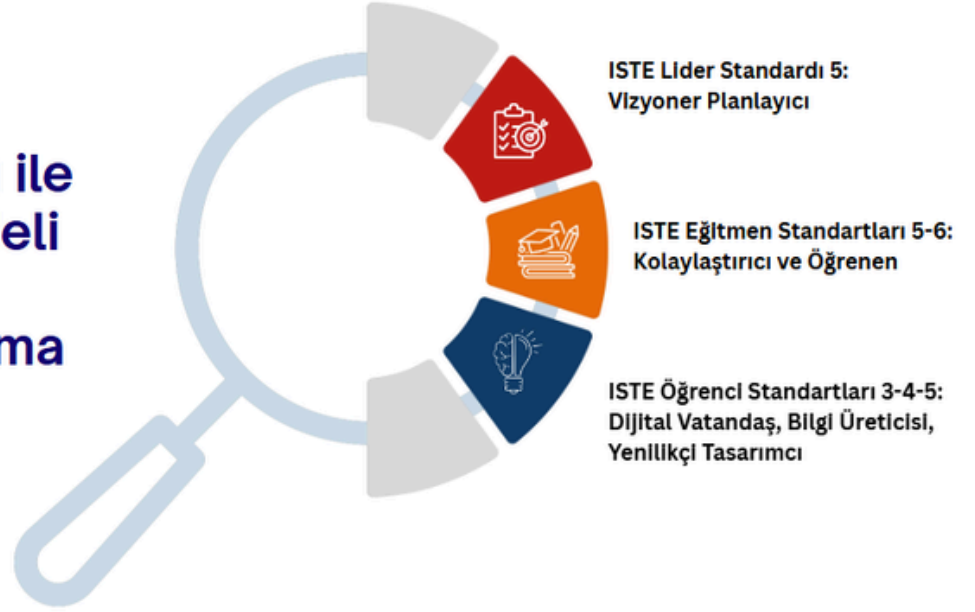
adımları öğrenciler üzerinde anlamlı bilişsel ve sosyal etkiler yaratmıştır (Krajcik & Blumenfeld, 2006; NRC, 2012). Modelin esnek yapısı sayesinde eğitimciler, kendi pedagojik yaklaşımlarını uygulama sürecine entegre edebilmiş ve farklı öğrenci profillerine göre uyarlamalar yapabilmıştır (bkz. Şekil 15). Ayrıca öğrenci ürünlerinin kalitesindeki çeşitlilik ve derinlik, modelin farklı düşünme stillerine hitap ettiğini göstermektedir. Bu bağlamda *GiPSci modeli*, bilim merkezlerinde uygulanabilirliği yüksek, sürdürülebilir ve öğrenci merkezli bir öğrenme çerçevesi olarak değerlendirilmektedir.



Şekil 15. GiPSci Modelinde Sergi-Atölye Entegrasyonu Süreci

Değerlendirme ve Sonuç

ISTE Standartları ile GiPSci Modeli Arasındaki Uyumlandırma



Şekil 16. GiPSci Modeli ile ISTE Öğrenci Standartlarının Uyum Alanları

Çalışma, sergi ve atölye bileşenlerinin yapılandırılmış biçimde birleştirilmesiyle öğrencilerde bilimsel düşünme, problem çözme, yaratıcı üretim ve iş birliği gibi üst düzey becerilerin anlamlı biçimde gelişebileceğini göstermiştir.

GiPSci modeliyle yapılan bütünleştirme, öğrencilerin öğrenmeye karşı motivasyonlarını artırmış; sergi alanında edindikleri gözlemleri atölye ortamına aktarabilmelerini sağlamıştır. Öğretmenlerin rehberlik ettiği sorgulama süreciyle öğrenciler, kendi düşüncelerini yapılandırma ve özgün ürünler ortaya koyma fırsatı bulmuşlardır (Falk & Dierking, 2018; Krajcik & Blumenfeld, 2006).

Uygulama boyunca gözlemlenen gelişmeler, bilim merkezlerinde tematik, yapılandırılmış ve öğrenci merkezli öğrenme ortamlarının önemini bir kez daha ortaya koymuştur. Bu bağlamda, çalışma sonuçları International Society for Technology in Education (ISTE) tarafından belirlenen öğrenci standartları ile karşılaştırılmıştır (*bkz. Şekil 16*).

ISTE Öğrenci Standartları; öğrencilerin dijital çağda aktif öğrenen, bilgi üreten, yenilikçi tasarımcı, iş birliği yapan ve etik dijital vatandaşlar olarak yetişmesini hedeflemektedir (ISTE, 2021). Bu standartların seçilme nedeni, *GiPSci modelinin* teknoloji destekli, ürün odaklı ve sorgulamaya dayalı doğasının ISTE'nin temel öğrenen profilleriyle **yüksek düzeyde** örtüşmesidir. Bu karşılaştırma, modelin uluslararası ölçütlere göre güçlü yönlerinin belirlenmesi açısından anlamlı bir çerçeve sunmaktadır (Ertmer & Ottenbreit-Leftwich, 2010; Mishra & Koehler, 2006).

Programın Güçlü ve Geliştirilmesi Gereken Yönleri

Güçlü Yönler

Programın güçlü yönleri, uygulamanın pedagojik etkililiğini ve öğrenci odaklı yapısını ortaya koymaktadır.

- Sergi ve atölye etkileşiminin planlı ve hedef odaklı olması, öğrencilerin kavramsal bütünlüğü kurmasını kolaylaştırmıştır.
- *GiPSci modeli*, farklı öğrenme stillerine sahip öğrencilere hitap eden esnek bir yapıya sahiptir.
- Öğretmenlerin sürece aktif biçimde dahil olması ve rehberlik rollerini benimsemeleri, öğrenmenin niteliğini artırmıştır.
- Öğrenci ürünlerinin çeşitliliği ve özgünlüğü, yaratıcı düşünmenin etkin biçimde desteklendiğini göstermektedir.

Söz konusu güçlü yönler, programın pedagojik hedeflere ulaşmada **başarılı bir temel** sunduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, bazı alanlarda iyileştirmeler yapılması, programın etkisini daha da artırabilir.

Geliştirilmesi Gereken Yönler

Programın geliştirilmesi gereken yönleri, daha etkili bir öğrenme ortamı oluşturmak için dikkat edilmesi gereken hususları öne çıkarmaktadır.

- Sergi alanlarındaki yönlendirme araçlarının (soru kartları, merak notları vb.) sayısı ve işlevselliği artırılmalıdır.
- Öğretmenlerin sorgulama temelli öğrenme (Inquiry-Based Learning, IBL) yaklaşımı konusunda sürekli hizmet içi eğitimlerle desteklenmesi gerekmektedir (Bell et al., 2010).
- Atölyelerde zaman yönetimi konusunda daha hassas planlamalar yapılmalı, özellikle tasarım sürecine yeterli zaman ayrılmalıdır.
- Katılımcı öğrenci profiline göre farklılaştırılmış içeriklerin oluşturulması, bireysel farklılıkları daha iyi gözetmeyi sağlayacaktır (Tomlinson, 2014).

Söz konusu iyileştirme alanları, programın mevcut potansiyelini daha ileri taşıyarak öğrenme deneyiminin kalitesini artırabilir. Bu bağlamda, önerilen stratejiler programın sürdürülebilirliğini ve etkisini güçlendirecektir.

Öneriler

Eğitim Politikalarına Entegrasyon Potansiyeli

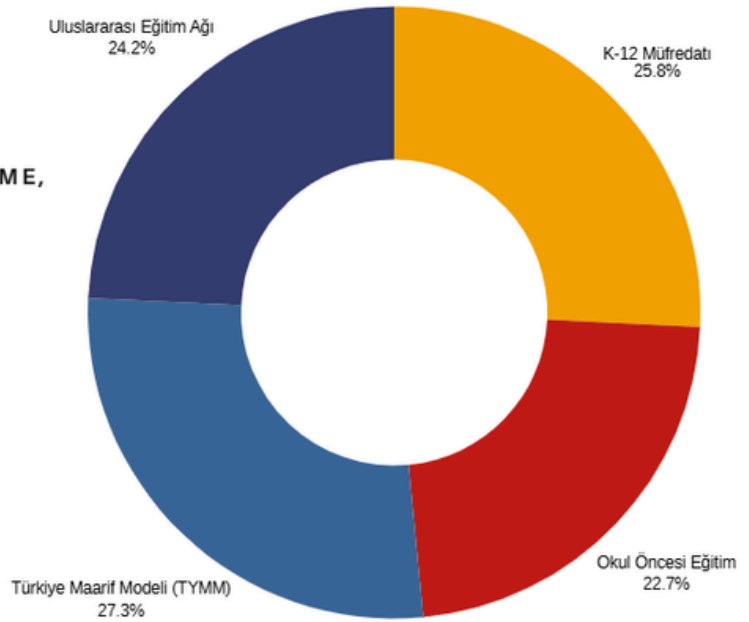
GiPSci, Türkiye'deki ulusal eğitim politikalarına entegrasyon için güçlü bir potansiyele sahiptir. GiPSci'nin yapısı, Milli Eğitim Bakanlığı'nın (MEB) K-12 müfredatı, Okul ncesi Eğitim programları ve özellikle Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli (TYMM) ile yüksek uyum göstermektedir. TYMM'nin disiplinlerarası, ğrenci merkezli ve kültürel değerlere dayalı yaklaşımı, GiPSci'nin sorgulama temelli ve teknoloji destekli öğrenme modeliyle eşleşmektedir. Örneğin, TYMM'nin beceri temelli eğitimi, GiPSci'nin problem çözme ve eleştirel düşünme hedefleriyle uyumludur. Ayrıca, GiPSci'nin Değerler Eğitimi ve Disiplinlerarası Yaklaşımı TYMM'nin Erdem-Değer-Eylem erevesi ile paralellik taşımaktadır.

Grsel (bkz. şekil 17), GiPSci modelinin farklı eğitim politikası alanlarına entegrasyon potansiyelinin yüzdesel dağılımını göstermektedir. şekil 15'te yer alan yüzdeler, GiPSci programının sunduğu özelliklerin toplam entegrasyon potansiyelinin farklı eğitim politikası alanlarına ne ölçüde dağıldığını ve programın her bir alana ilişkin göreceli uyum ağırlığını göstermektedir. Bu dağılıma göre, GiPSci'nin ulusal eğitim sistemindeki dört ana bileşenle de güçlü bir entegrasyon fırsatı sunduğu görülmektedir.

GiPSci, %27.3 ile en yüksek entegrasyon potansiyelini Türkiye Maarif Modeli alanında gösterirken, K-12 Müfredatı (%25.0) da önemli bir paya sahiptir. Bu dengeli dağılım, GiPSci'nin ulusal eğitim sisteminin geniş bir yelpazesinde uygulanabilir ve uyarlanabilir olduğunu kanıtlamaktadır.

Uyum Noktaları

- SORGULAMA TEMELLİ ğRENME, BECERİ ODAKLI MÜFREDAT
- OYUNLAşTIRMA VE ERKEN ğRENME DESTEğİ
- DEğerLER EğİTİMİ, DİSİPLİNLERARASI YAKLAşIM
- KÜRESEL ÖLÇEKTE UYARLANABİLİRLİK



şekil 17. GiPSci Prgramın Eğitim Politikalarına Entegrasyon Potansiyeli

Gelecek **Vizyonu** ve Teknolojik Entegrasyon

GiPSci, teknoloji destekli bir öğrenme yapısına sahiptir. Gelecekte artırılmış gerçeklik (AR), yapay zeka (YZ) destekli öğrenme ve oyunlaştırma gibi yenilikçi teknolojilerin entegrasyonu, modelin etkisini artırabilir:

- **Artırılmış Gerçeklik:**

Bilimtr öğrenme ortamlarında AR, karmaşık bilimsel kavramların görselleştirilmesini sağlar. Örneğin, biyoloji derslerinde hücre yapısının 3D olarak incelenmesi, öğrenmeyi daha etkileşimli hale getirebilir.

- **Yapay Zeka Destekli Öğrenme:**

YZ, bireyselleştirilmiş öğrenme yolları sunarak her öğrencinin ihtiyaçlarına uygun içerik ve hız sağlar. GiPSci'nin sorgulama temelli yaklaşımı, YZ ile güçlendirildiğinde, problem çözme becerilerini daha etkin geliştirir.

- **Oyunlaştırma:**

Öğrenme sürecine oyunlaştırma unsurları eklemek, öğrenci motivasyonunu artırır. Örneğin, bilimsel deneylerin simülasyonlar aracılığıyla oyunlaştırılması, katılımı teşvik eder.

Teknolojilerin entegrasyonu, GiPSci'yi geleceğin eğitim ihtiyaçlarına uygun bir model haline getirir. Model, hem ulusal hem de uluslararası eğitim politikalarına entegrasyonunu güçlendirirken yenilikçi bir öğrenme deneyimi sunar.

Programın **Geliştirilmesi** ve **Yaygınlaştırılması**

Programın geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması için, hem pedagojik hem de uygulamaya yönelik yenilikçi yaklaşımlar sunan aşağıdaki öneriler dikkate alınmalıdır:

- **Pedagojik Temelli Entegrasyon:**

Bilim merkezlerinde sergi ve atölye entegrasyonu yalnızca tematik yakınlığa değil, güçlü bir pedagojik yapılandırmaya da dayandırılmalıdır. GiPSci modeli bu konuda yaygınlaştırılabilecek örnek bir modeldir.

- **Aktif Sorgulama Deneyimi:**

Sorgulama temelli öğrenme yaklaşımları, sadece atölyelerde değil, sergi deneyimlerinin de bir parçası hâline getirilmelidir. Ziyaretçilerin pasif gözlemciler yerine aktif katılımcılar olması sağlanmalıdır.

- **Sürdürülebilir Eğitim Desteği:**

Eğitmenlere yönelik mentörlük programları oluşturularak modelin sürdürülebilirliği desteklenmelidir. Deneyimli eğitimci, yeni başlayanlara rehberlik edebilir.

- **Süreç Odaklı Değerlendirme:**

Ölçme-değerlendirme süreçleri, yalnızca ürün değerlendirmeye değil, süreç değerlendirmeye de odaklanmalıdır. Öğrencilerin düşünce yapılarını ortaya koyan yansıtıcı araçlar kullanılabilir.

- **Öğrenci Geri Bildirimi:**

Program geliştirme sürecine öğrenciler de dâhil edilmelidir. Onlardan alınacak geri bildirimler, hem içeriklerin yenilenmesine hem de katılımın artmasına katkı sağlayacaktır.

- **Uygulama Alanının Genişletilmesi:**

Modelin farklı yaş gruplarında ve temalarda da uygulanabilirliği test edilerek etki alanı genişletilmelidir. Özellikle ortaokul ve lise düzeyinde yapılacak uygulamalar, önemli kıyaslama imkânı sunacaktır.

Kaynakça

Alpaydın, E. (2020). Introduction to machine learning (4th ed.). MIT Press.

Anderson, D., Storksdieck, M., & Spock, M. (2006). Long-Term Impacts of Museum Experiences. In J. H. Falk, L. D. Dierking & S. Foutz (Eds.), In Principle, In Practice: Museums as Learning Institutions (pp. 197–215). AltaMira Press.

Atmaca Demir, B., & Kandemir, C. (2020). EĞİTİMDE SANAL GERÇEKLİK UYGULAMALARI ÜZERİNE: "SİNİFTA BEN DE VARIM" PROJESİ. Turkish Online Journal of Design Art and Communication, 10(4), 339-354.

Bell, R. L., Smetana, L., & Binns, I. (2010). Leaving the lab and going to the library: A practitioner's guide to implementing inquiry-based instruction. The Science Teacher, 77(4), 18-24.

Birgili, B., Bulut, M. A., Gülünay, O., Koçoğlu, M., & Baş, F. R. (2025). Technology-enhanced "GipSci" approach in developing contexts performs well at interest and curiosity, yet, needs reinforcing at inquiry level. Research in Science & Technological Education, 1-38. <https://doi.org/10.1080/02635143.2025.2578303>

Bruner, J. S. (1966). Toward a theory of instruction. Belknap Press of Harvard University Press.

Bybee, R. W. (2013). The BSCS 5E Instructional Model: Creating teachable moments. NSTA Press.

Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Van Scotter, P., Carlson Powell, J., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). The BSCS 5E instructional model: Origins, effectiveness, and applications. BSCS.

Çavaş, P. (2011). The implementation of inquiry-based learning in science education. In M. F. Taşar & G. Çataloğlu (Eds.), Contemporary science education research: Getting to the essence of science education (pp. 52-65). Springer.

Darling-Hammond, L., Hyler, M. E., & Gardner, M. (2017). Effective teacher professional development. Learning Policy Institute.

Divyshikha, D., Singh, P., Rathee, J., & Kataria, K. (2024, October). The role of AI in education: Transforming learning experiences & personalizing education. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.35573.59360>

Ertmer, P. A., & Ottenbreit-Leftwich, A. T. (2010). Teacher technology change: How knowledge, confidence, beliefs, and culture intersect. Journal of Research on Technology in Education, 42(3), 255-284.

European Commission. (2022). Digital education action plan (2021–2027): Resetting education and training for the digital age. https://ec.europa.eu/education/sites/default/files/document-library-docs/deap-2021-2027_en.pdf

Falk, J. H., & Dierking, L. D. (2016). The museum experience revisited. Routledge.

Fosnot, C. T. (2013). Constructivism: Theory, perspectives, and practice (2nd ed.). Teachers College Press.

Furtak, E. M., Maerten-Rivera, J., Shemwell, L., & Penuel, W. R. (2012). Inquiry-based instruction and students' science achievement: A meta-analysis of findings from the field. Journal of Research in Science Teaching, 49(7), 791-817.

Hmelo-Silver, C. E., Duncan, R. G., & Chinn, C. A. (2007). Scaffolding and achievement in problem-based and inquiry learning: A response to Kirschner, Sweller, and Clark (2006). Educational Psychologist, 42(2), 99-107.

Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning. Center for Curriculum Redesign.

Kaynakça

International Science Council (ISC). (2020). Museums and science centres: Critical partners in the ecosystem of science.

ISTE. (2021). ISTE standards for students. International Society for Technology in Education.

Jonassen, D. H. (1999). Designing constructivist learning environments. In C. Reigeluth, *Instructional-design theories and models* (Vol. II, pp. 215–239). Lawrence Erlbaum.

Kelp, N. C. (2023). Developing science literacy in students and society. *Journal of Microbiology & Biology Education*, 24. <https://doi.org/10.1128/jmbe.00049-23>

Krajcik, J. S., & Blumenfeld, P. C. (2006). Project-based learning. In R. K. Sawyer (Ed.), *The Cambridge handbook of the learning sciences* (pp. 317–334). Cambridge University Press.

Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge University Press.

Millî Eğitim Bakanlığı Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü. (2024, Eylül). Eğitimde yapay zekâ uygulamaları uluslararası forumu raporu. https://yegitek.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2024_09/11104346_meb_egitimde_uyz_formu_raporu_web_28082024_tr.pdf

Minner, M. M., Levy, A. J., & Century, J. (2010). Inquiry-based science instruction—What is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(4), 474–496.

Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge (TPACK): A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017–1054.

National Research Council (NRC). (2000). *Inquiry and the national science education standards: A guide for teaching and learning*. National Academies Press.

National Research Council (NRC). (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. National Academies Press.

OECD. (2021). *The state of school education: One year into the COVID pandemic*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/201dde84-en>

Pan, S. (2013). Confucius Institute project: China's cultural diplomacy and soft power projection. *Asian Education and Development Studies*, 2(1), 22–33. <https://doi.org/10.1108/20463161311297608>

Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., De Jong, T., van Riesen, S. A. N., Kamp, E. T., Manoli, C. C., de Valk, T., & Sarapuu, T. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, 14, 47–61.

Pedretti, E., & Navas Iannini, A. (2020). Science centres and museums: Exploring their role in promoting public understanding of science. In M. A. Peters (Ed.), *Encyclopedia of educational philosophy and theory* (pp. 1953–1959). Springer.

Piaget, J. (1970). *Genetic epistemology* (E. Duckworth, Trans.). Columbia University Press.

Primasari, R., Miarsyah, M., & Rusdi, R. (2020). Science literacy, critical thinking skill, and motivation: A correlational study. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 6(2), 273–282. <https://doi.org/10.22219/jpbi.v6i2.11124>

Rennie, L. J., & McClafferty, T. (2014). Science centres and museums: Informal learning providers. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (Vol. 2, pp. 690–708). Routledge.

Rennie, L. J., & McClafferty, T. (2019). Science centers and science museums. In *The SAGE encyclopedia of out-of-school learning* (pp. 642–646). SAGE Publications.

Kaynakça

Saygıner, Ş., & Laçın, E. (2024). Teknoloji Destekli Eğitsel Etkinliklerin Özel Eğitim Öğretmenlerinin Dijital Yeterlilik Düzeylerine Etkisinin İncelenmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(14), 26-39. <https://doi.org/10.56677/mkuefder.1532760>

Selwyn, N. (2022). *Education and technology: Key issues and debates* (3rd ed.). Bloomsbury Academic.

Shan Wang, Fang Wang, Zhen Zhu, Jingxuan Wang, Tam Tran, Zhao Du, *Artificial intelligence in education: A systematic literature review*, Expert Systems with Applications, Volume 252, Part A, 2024, 124167, ISSN 0957-4174, <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2024.124167>.

Showers, B., & Joyce, B. (1996). The evolution of peer coaching. *Educational Leadership*, 53(6), 12-16.

Şahin, M., Keskin, S., Özgür, A., Yurdugül, H. (2017). E-Öğrenme Ortamlarında Öğrenen Özelliklerine Dayalı Etkileşim Profillerinin Belirlenmesi. *Eğitim Teknolojisi Kuram Ve Uygulama*, 7(2), 172-192. <https://doi.org/10.17943/etku.297075>

T3 Vakfı. (2024). *Bilim Türkiye atölyeleri pedagojik çerçeve kılavuzu*. <https://t3vakfi.org/tr/projelerimiz/bilim-turkiye>

Tomlinson, C. A. (2014). *The differentiated classroom: Responding to the needs of all learners*. ASCD.

TÜBİTAK. (2023). *TÜBİTAK bilim ve toplum destekleme programları: Etki değerlendirme raporu*.

Türker, O. (2023, October). Eğitim bağlamında yapay zekâ yazılımları. In *Eğitim bilimleri alanında akademik çalışmalar* (1st ed., Chapter 9). Gece Yayınları.

UNESCO. (2021). *AI and education: Guidance for policy-makers*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000380602>

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes* (M. Cole, V. John-Steiner, S. Scribner, & E. Soubberman, Eds.). Harvard University Press.

Yeşilyurt, S., Dündar, R., & Demir, R. . Z. (2024). Türkiye’de Yapay Zekâ ve Eğitim İlişisini İnceleyen Lisansüstü Tezlerin Analizi: Bir Meta Sentez Çalışması. *Journal of Innovative Research in Social Studies*, 7(1), 47-73. <https://doi.org/10.47503/jirss.1484848>

Yıldırım, A., and H. Şimşek. 2016. *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri*. 10. Baskı. Ankara: Seçkin Yayıncılık

Yun, A. C. Shi, and B. G. Jun. 2022. “Dealing with Socio-Scientific Issues in Science Exhibition: A Literature Review.” *Research in Science Education* 52 (1): 99-110. [10.1007/s11165-020-09930-0](https://doi.org/10.1007/s11165-020-09930-0).

Yun, J. J., E. Jeong, S. Kim, H. Ahn, K. Kim, S. D. Hahm, and K. Park. 2021. “Collective Intelligence: The Creative Way from Knowledge to Open Innovation.” *Science, Technology and Society* 26 (2): 201-222. <https://doi.org/10.1177/09717218211005604>.

Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019, October). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education – Where are the educators? *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16(1), 1-27. <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>

Zervas, P., S. Sotiriou, R. Tiemann, and D. G. Sampson. 2015. “Assessing Problem Solving Competence Through Inquiry-Based Teaching in School Science Education.” *International Association for Development of the Information Society*. In *Proceedings of the 12th International Conference on Cognition and Exploratory Learning in Digital Age (CELDA 2015)*.

Zhao, M., C. J. Mathews, K. L. Mulvey. 2023. “Promoting Diverse Youth’s Career Development Through Informal Science Learning: The Role of Inclusivity and Belonging.” *Journal of Youth & Adolescence* 52 (2): 331-343. <https://doi.org/10.1007/s10964-022-01694-2>.