



## Deney Kılavuzunun Hafif Düzeyde Zihinsel Yetersizliğe Sahip Öğrencilerin Bilimsel Süreç Becerileri Üzerine Etkisi\*

Tülay Şenel-Çoruhlu <sup>ID</sup>1

Sibel Er-Nas <sup>ID</sup>2

Muammer Çalık <sup>ID</sup>3

Cevriye Ergül <sup>ID</sup>4

Salih Çepni <sup>ID</sup>5

Gül Nihal Karagöz <sup>ID</sup>6

### Öz

**Giriş:** Bu çalışmanın temel problemi “Fiziksel Olaylar” öğrenme alanında hazırlanan aktif öğrenme teknikleriyle zenginleştirilmiş ve Tahmin-Gözlem-Açıklama (TGA) yöntemi entegre edilmiş çalışma yaprağı ile desteklenmiş fen deneyleri kılavuzu hafif düzeyde zihinsel yetersizliğe sahip kaynaştırma/bütünleştirme öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerini nasıl değiştirmektedir?” sorusudur. Bu çerçevede araştırmanın amacı, aktif öğrenme teknikleriyle zenginleştirilmiş TGA çalışma yapraklarını içeren fen deneyleri kılavuzunu hazırlamak ve kaynaştırma/bütünleştirme ortamlarına devam eden hafif düzeyde zihinsel yetersizliğe sahip öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini nasıl değiştirdiğini belirlemektir.

**Yöntem:** Özel durum yöntemi kapsamında, çalışmaya hafif düzeyde zihinsel yetersizliğe sahip olan 12 beşinci sınıf öğrencisi katılmıştır. TGA çalışma yapraklarının birinci bölümünde vızıltı 22, ikinci bölümünde deney ile karekod uygulaması ve üçüncü bölümünde kartopu tekniği ile öğrenme galerisi veya kart gösterme tekniklerinden biri seçilerek kullanılmıştır.

**Bulgular:** Müdahaleden sonra öğrencilerin büyük çoğunluğunun verileri yorumlama, deney yapma, gözlem yapma, uzay/zaman ilişkilerini kullanma, iletişim kurma, çıkarım yapma, ölçme ve değişkenleri kontrol etme becerilerinde gelişim gösterdikleri bazı becerilerde ise gelişim gösteremedikleri ortaya çıkmıştır.

**Tartışma:** Öğrencilerin bilimsel süreç beceri gelişimlerinde; TGA yönteminin öğrencilerin tahmin ve gözlemleri arasındaki çelişkileri görebilecekleri ortam sunma, süreçte yapılan deneylerin kavramlar hakkında birebir deneyim kazanma ve karekod uygulamalarının yapmış oldukları deneyleri tekrar tekrar izleyerek pekiştirme fırsatı elde etmeleri noktasında öğrencilere katkıda bulunmuş olabileceği söylenebilir.

**Öneriler:** “Fiziksel olaylar” öğrenme alanında hazırlanan bu kılavuz dikkate alınarak, benzer rehber materyallerin farklı öğrenme disiplinleri içinde hazırlanması önerilmektedir.

**Anahtar sözcükler:** Bilimsel süreç becerileri, hafif düzeyde zihinsel yetersizlik, fen deneyleri kılavuzu, fiziksel olaylar, kaynaştırma/bütünleştirme.

**Atf için:** Şenel-Çoruhlu, T., Er-Nas, S., Çalık, M., Ergül, C., Çepni, S., & Karagöz, G. N. (2022). Deney kılavuzunun hafif düzeyde zihinsel yetersizliğe sahip öğrencilerin bilimsel süreç becerileri üzerine etkisi. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Özel Eğitim Dergisi*, 23(4), 775-809. <https://doi.org/10.21565/ozelegitimdergisi.826644>

\*Bu çalışma TÜBİTAK (Proje No: 118R017) projesi kapsamında toplanan verilerin bir kısmı ile desteklenen son yazarın yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

<sup>1</sup>**Sorumlu Yazar:** Doç. Dr., Trabzon Üniversitesi, E-posta: tselnel@trabzon.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-0263-7844>

<sup>2</sup>Doç. Dr., Trabzon Üniversitesi, E-posta: sibelernas@trabzon.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-5970-2811>

<sup>3</sup>Prof. Dr., Trabzon Üniversitesi, E-posta: muammer38@trabzon.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0001-8323-8783>

<sup>4</sup>Prof. Dr., Ankara Üniversitesi, E-posta: cergul@ankara.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0001-6793-6469>

<sup>5</sup>Prof. Dr., Uludağ Üniversitesi, E-posta: cepnisalih@uludag.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0003-2343-8796>

<sup>6</sup>Öğretmen, Ağrı Cumhuriyet Ortaokulu, E-posta: gulnihalkaragoz61@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-1416-0892>

## Giriş

Dünyada eğitim alanında öncü gelişmiş ülkelere bakıldığında özel gereksinimli öğrencilerin eğitimine ayrı bir önem verildiği görülmektedir (Orhan & Genç, 2015). Bireysel özellikleri ve akademik başarı açısından çeşitli sebeplerden dolayı akranlarından beklenen düzeyden anlamlı farklılık gösteren bireylere özel gereksinimli bireyler denir (Millî Eğitim Bakanlığı [MEB], 2008). Özel gereksinimli bireyler arasında; işitme yetersizliği, zihinsel yetersizlik, özel öğrenme güçlüğü, dil ve konuşma güçlüğü, görme yetersizliği, otizm spektrum bozukluğu, üstün ve özel yeteneğe sahip bireyler yer alabilirler. Bu bireyler içerisinde zihinsel yetersizliğe sahip bireylerin oranının yüksek olduğu söylenebilir (Türkiye İstatistik Kurumu [TÜİK], 2010). Zihinsel yetersizliğe sahip bireyler; hafif, orta ve ağır düzey olmak üzere üç grupta sınıflandırılır (Özsoy vd., 1997). 07.07.2018 tarih ve 30471 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren Özel Eğitim Hizmetleri (ÖEH) yönetmeliğinde hafif düzey zihinsel yetersizlik “zihinsel işlevler ile kavramsal, sosyal ve pratik uyum becerilerinde hafif düzeydeki yetersizliği nedeniyle özel eğitim ve destek eğitim hizmetine sınırlı düzeyde ihtiyacı olan birey” şeklinde tanımlanmaktadır (ÖEH, 2018, s.1). Gelişim aşamalarında gecikmeler yaşayan hafif düzeyde zihinsel yetersizliğe sahip bireyler normal gelişim gösteren akranlarından daha belirgin şekilde farklılaşmaktadırlar (Sevimay-Özer, 2005). Hafif düzeyde zihinsel yetersizliğe sahip bireyler “eğitilebilir” zihinsel yetersizliğe sahip bireylerdir (Gönener vd., 2010). Bu bireyler normal gelişim gösteren akranları ile kıyaslandığında yavaş öğrenmekte (Friend, 2006), okuma, yazma ve matematik gibi derslerde başarısızlıklar yaşamaktadırlar (Güven, 2008). Zihinsel yetersizliğe sahip bu bireyler uygun öğrenme ortamlarında öğrenebilirler (Bevan-Brown, 2013), gelişimlerine destek olacak çalışmalarla günlük yaşam becerilerini geliştirebilirler (Battal, 2007). Hafif düzey zihinsel yetersizliğe sahip bireyler üst düzey bilişsel becerileri kazanmada zorluk çekseler de etkili öğretimlerle bu becerileri kazanabilirler (Sucuoğlu, 2009). Hafif düzeyde zihinsel yetersizliğe sahip bireylerin bilgi ve beceri kazanacakları derslerden bir tanesi de fen bilimleri dersidir. Her ne kadar fen bilimleri zihinsel yetersizliğe sahip öğrenciler için bilişsel performans gerektirmesi, soyut fen kavramlarını içermesinden dolayı zor bir ders olarak görülse de (Bringham vd., 2011), öğrenciler yetersizlikleri kapsamında bu derse ait kazanımları belirli ölçüde kazanabilirler (Villanueva vd., 2012). Nitekim 1996 yılında “Ulusal Fen Eğitim Standartları (National Research Council [NRC], 1996) ve 2000 yılında “Araştırma Sorgulama ve Amerikan Ulusal Fen Eğitimi Standartları (Inquiry and the National Science Education)” içerisinde fen okuryazarlığının önemi üzerinde durulmuş ve tüm öğrencilerin fen okuryazarı olarak yetiştirilmesi gerektiğine vurgu yapılmıştır. Fen eğitimi sayesinde öğrenciler düşünme ve karşılaştıkları problemlere çözüm bulma alanında becerilerini geliştirirler (Woodward, 1994). Mevcut alanyazın incelendiğinde zihinsel yetersizliğe sahip öğrencilere uygun doğru stratejiler seçilerek fen okuryazarı bireyler olmalarına katkı sağlanabileceği görülmektedir (Davies & Ball, 1978; Hountz & Watson, 1999; Knight vd., 2013; Melber, 2004; Scruggs vd., 1993; Scruggs & Mastropieri 1995; Stavroussi vd., 2010). Özel eğitim alanında öğrencilerin fen bilimlerine olan ilgilerini artıracak çalışmalara ihtiyaç duyulduğu çeşitli araştırma sonuçları ile desteklenmektedir (European Commission, 2007). Bu noktadan hareketle çalışmada fen bilimleri dersinde öğrencilerin bilimsel süreç beceri gelişimleri üzerine odaklanılmıştır.

Fen bilimleri bireylerin etrafında bulunan çevreyi keşfedip anlamalarını gerektirir. Fen bilimleri içeriğinde yer alan konular öğrencilerin deneyimleyerek, gözlem yaparak, katılımcı oldukları bir öğrenme ortamı ile desteklenerek sunulduğunda öğrenciler anlamlı öğrenme gerçekleştirebilirler (Altunsoy, 2008). Aktif katılımın sağlandığı uygun müdahalelerle öğrencilerin bilimsel süreç beceri gelişimlerine katkıda bulunulabileceğine inanılmaktadır. Bilimsel süreç becerileri, fen alanında öğrencilerin kendi öğrenme sorumluluklarını alarak süreçte aktif rol almalarına katkıda bulunan, öğrenmede kalıcılığı artıran, öğrencilere araştırma sürecinde kullanılacak farklı yolları ve yöntemlerini kazandıran (Çepni vd., 1997), günlük hayatımızda karşılaştığımız problemleri çözmeye çalışırken kullandığımız becerilerdir (Taşar vd., 2002). Bu beceriler araştırmacılar tarafından farklı şekillerde ifade edilip, gruplandırılmıştır. Bilimsel süreç becerileri, çoğu çalışmada temel (tahmin etme, gözlem yapma, karşılaştırma, iletişim kurma, çıkarım yapma, sınıflandırma ve ölçme) ve üst düzey (hipotez kurma, verileri toplama ve yorumlama, işe-vuruk tanım yapma, değişkenleri belirleme ve kontrol etme, model oluşturma ve deney yapma) beceriler olmak üzere iki grupta incelenmektedir (Aydoğdu, 2009; Germann, 1994; Kılıç vd., 2008; Ramig vd., 1995; Rubin & Norman, 1992; Wellington, 1994; Yeany vd., 1986). Bilimsel süreç becerilerini kazanan veya geliştiren bireyler günlük hayatta yüzleştikleri problemleri bilim insanlarının bakış açıları ve kullandıkları yol ve yöntemlerle çözebilirler (Bozdoğan vd., 2006; Kujawinski, 1997). Bilimsel süreç becerilerinin geliştirilmesi öğrencilerde diğer bilgi ve beceri alanlarının gelişimlerine katkıda bulunmaktadır. Nitekim bilimsel süreç becerilerindeki gelişimin öğrencilerin kavramsal anlamalarını (Türköz, 2015), akademik başarılarını (Aydoğdu, 2006; Ayvacı & Durmuş, 2016; Geren & Dökme, 2015; Hızlıok, 2012; Kara, 2017; Kıcı, 2014; Saputro vd., 2019), derse karşı tutumlarını (Aydoğdu, 2006; Kıcı, 2014), eleştirel düşüncelerini ve yaratıcılıklarını (Aktamış,

2007; Karahan, 2006; Mutlu, 2012) artırdığı yönde yapılmış çalışmalar mevcuttur. Yıldırım ve diğerleri (2016), Türkiye'deki bilimsel süreç becerileri ile ilgili yaklaşık 200 çalışmayı; ihtiyaçlar, amaçlar, metodolojiler, veri toplama araçları, en önemli bulgular ve çalışmaların öğretme-öğrenme üzerinde etkileri açısından incelemişlerdir. Çalışmalar seçilirken; Academic Search Complete, ERIC ve Springer LINK Contemporary gibi sık kullanılan veri tabanlarında "süreç becerileri, bilimsel süreç becerileri, fen eğitimi" anahtar kavramları kullanılmıştır. Çalışma sonucunda araştırmacılar özel eğitim alanında yapılmış herhangi bir çalışmaya rastlanılmadığını ortaya çıkarmışlardır. Bu durum özel gereksinimli öğrencilerin bilimsel süreç beceri gelişimlerine fen eğitiminde 2016 yılına kadar olan dönemde yeterli önemin verilmediğini göstermektedir. Bu açıdan bakıldığında yürütülen çalışmanın alanyazındaki önemli bir eksikliği gidereceğine inanılmaktadır. Benzer şekilde, özel öğrenme güçlüğü olan öğrenciler için fen bilimlerinde müdahale çalışmalarını inceleyen Karaer ve Melekoğlu'nun (2020) çalışmalarında da doğrudan bilimsel süreç becerilerini geliştirmeye yönelik bir müdahale çalışmasının olmadığı rapor edilmiştir. Bu öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin geliştirilmesinin diğer beceri alanlarının gelişimine de katkıda bulunacağı ve fen okuryazarlığını destekleyeceğine inanılmaktadır (Stavroussi vd., 2010). Zihinsel yetersizliğe sahip öğrencilerin yeterli düzeyde fen eğitimi almadığı, fen konu ve kavramlarının bu tanı grubuna öğretimi ile ilgili çok az çalışmanın olduğu söylenebilir (Cawley, 1994; Çapraz, 2016; Mastropieri & Scruggs, 1994; Mete vd., 2017; Patton, 1995; Stavroussi vd., 2010). Bilimsel süreç becerilerinin geliştirilmesi önem arz ederken bu becerilerin geliştirilmesine yönelik yapılan müdahale çalışmalarının yetersiz oluşu bu çalışmanın çıkış noktasını oluşturmuştur.

Her ne kadar bilimsel süreç becerileri fen okuryazarlığının göstergelerinden veya çıktılardan birisi olarak görünse de fen bilimleri derslerinde bilimsel süreç becerilerinin mi yoksa fen konularının/kavramlarının mı daha önemli olduğu tartışılan konulardan birisidir (Colley, 2006; Karşı-Baydere vd., 2020). Bazı çalışmalar bilimsel süreç becerilerinin bağımsız olarak öğretilmesinin daha etkili olacağı görüşünü savunurken bazıları bilimsel süreç becerilerinin fen konuları/kavramlarına entegre edilmesiyle öğretilmesinin daha uygun olacağını iddia etmektedirler (Karşı-Baydere vd., 2020; Rillero, 2008). Bu çalışmada, fen konularının/kavramlarının aktif öğrenme teknikleriyle zenginleştirilmiş Tahmin-Gözlem-Açıklama (TGA) çalışma yapılarıyla öğretilmesinin bilimsel süreç becerilerinin ve fen konu/kavramlarının öğrenilmesini kolaylaştırılacağına inanılmaktadır (Scharmman, 1989). TGA yöntemi White ve Gunstone (1992) tarafından geliştirilmiş olup alanyazında POE (Prediction-Observe-Explanation) olarak adlandırılmaktadır. Prediction-tahmin, observe-gözlem ve explanation-açıklama olarak tercüme edildiğinden ülkemizde TGA (Tahmin-Gözlem-Açıklama) yöntemi olarak kullanılmaktadır. TGA yöntemi çalışma yapıları içerisine entegre edilmiştir. Bu kapsamda, konu bağlamı olarak soyut kavramlar içeren ve öğrencilerin anlamakta zorlandıkları fiziksel olaylar (Anagün vd., 2010; Çelikler & Kara, 2016; Pınarbaşı vd., 1998; Yazıcıoğlu, 2019) öğrenme alanı seçilmiştir. Böylece, hafif düzeyde zihinsel yetersizliğe sahip öğrencilerin aktif olarak ilgili deney/etkinleri yaparken doğrudan bilimsel süreç becerilerinin ve kavramsal anlamalarının birlikte iyileşeceği veya ilerleyeceği düşünülmektedir. Bu çalışmanın temel problemi "Fiziksel Olaylar" öğrenme alanında hazırlanan aktif öğrenme teknikleriyle zenginleştirilmiş ve TGA yöntemi entegre edilmiş çalışma yapıları ile desteklenmiş Fen Deneyleri Kılavuzu hafif düzeyde zihinsel yetersizliğe sahip kaynaştırma/bütünleştirme öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerini nasıl değiştirmektedir?" sorusudur. Araştırmanın bu temel problem çerçevesinde yürütülmesi amaçlanmıştır. Araştırmanın amacı; "Fiziksel Olaylar" öğrenme alanında fen deneyleri kılavuzunu hazırlamak ve kaynaştırma/bütünleştirme ortamlarına devam eden hafif düzeyde zihinsel yetersizliğe sahip öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini nasıl değiştirdiğini belirlemek olarak ifade edilebilir. Çalışmanın alt amaçları ise; "Fiziksel Olaylar" öğrenme alanında fen deneyleri kılavuzunu hazırlamak ve uygulamak" ve "Fen deneyleri kılavuzunun kaynaştırma/bütünleştirme ortamlarına devam eden hafif düzeyde zihinsel yetersizliğe sahip öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini nasıl değiştirdiğini belirlemek" olarak belirtilebilir.

## Yöntem

### Araştırma Modeli

Bu araştırma, aktif öğrenme teknikleriyle zenginleştirilmiş TGA çalışma yapılarını içeren fen deneyleri kılavuzunu hazırlama ve kaynaştırma/bütünleştirme ortamlarına devam eden hafif düzeyde zihinsel yetersizliğe sahip öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini nasıl değiştirdiğini belirlemeyi amaçlayan nitel verilerle desteklenen özel durum çalışmasıdır. Bu çalışmada bir durumun derinlemesine incelenerek yorumlanmasına ve betimlenmesine izin veren özel durum yöntemi kullanılmıştır (Chmiliar, 2010; Yıldırım & Şimşek, 2005). Böylece, sınırlı belirlenmiş bir sistemin (ör. hafif düzeyde zihinsel yetersizliğe sahip öğrenciler ve fiziksel olaylar öğrenme alanı) nasıl işlediği ve çalıştığı (ör. bilimsel süreç becerilerinin gelişimi) hakkında ayrıntılı bir incelemenin yapılması hedeflenmiştir (Çepni, 2010). Çalışma grubundaki her bir öğrenci bir bütün olarak

değerlendirilip, birbirinden bağımsız vakalar olarak düşünüldüğünden, özel durum yönteminin bütüncül çoklu durum deseni tercih edilmiştir (Cohen & Manion, 1994). Çalışma kapsamında 27/03/2017 tarih ve 82554930/01-554 sayılı numaralı Etik Kurul belgesi alınmıştır.

### Çalışma Grubu

Çalışmanın örneklemini 5. sınıf hafif düzeyde zihinsel yetersizliğe sahip 12 (pilot uygulama için dört öğrenci: üç kız, bir erkek; asıl uygulama için sekiz öğrenci: dört kız, dört erkek) öğrenci oluşturmuştur. Öğrencilerin çalışmaya katılmaları ile ilgili velilerinden gerekli izinler alınmıştır. Çalışmaya katılmada gönüllülük ilkesine bağlı kalınmıştır. Pilot uygulama 2018-2019 yılı bahar yarısında, asıl uygulama ise 2019-2020 eğitim öğretim yılı güz yarısında yapılmıştır. Araştırma etiği çerçevesinde asıl uygulamada yer alan öğrencilere; Ada, Ali, Berk, Cem, Ece, Emre, Nur ve Oya şeklinde kod isimler verilmiştir. Çalışmaya katılan öğrencilerin seçiminde okuduğu metni en az %90 doğrulukta ve hecelemeden okuyabilen öğrencilerin seçilmesine önem verilmiştir. Doğru okuma, okuyucunun yazılı metni seslendirirken harf ses uyumuna uygun olarak sözcükleri çözümlemesidir (Katzir vd., 2006). Diğer bir söyleyişle harf ile doğru sesi eşleştirebilmesidir. Doğru okuma oranı; bir dakikada doğru okunan sözcük sayısının bir dakikada okunan tüm sözcüklerin sayısına bölünmesiyle elde edilmiştir. Okuma doğruluğu öğrencilerin doğru seslettikleri sözcük yüzdesi hesaplanarak bulunmuştur. Herhangi bir sınıf seviyesindeki metinde okuma doğruluğu yüzdesi %95-100 ise öğrenci o sınıf düzeyinde bağımsız; %90-95 ise öğretimsel; %90'ın altında ise başarısızlık düzeyindedir (Lerner, 2000; Mercer & Mercer, 2005). Doğru okuma yüzdeleri göz önünde bulundurulduğunda proje kapsamında %90 ve üzerinde doğrulukta hecelemeden okuyabilen öğrencilerin seçimine önem verilmiştir. Çalışma grubunda yer alan öğrencilerin fen bilimlerine ilgi düzeyleri; çok yeterli (Oya, Ada), yeterli (Ece, Ali), orta (Berk, Nur), yetersiz (Emre, Cem) şeklinde değişmektedir. Çok yetersiz ilgi düzeyinde öğrenci bulunmamaktadır. Amaçlı örneklem seçimi ile çalışma grubu oluşturulmuştur. Çalışmada yer alan öğrencilerin her biri tıbbi ve eğitsel değerlendirme sonucu hafif düzeyde zihinsel yetersizlik tanısı almışlardır. Öğrenci tanı bilgileri okul idaresinin yönlendirilmesi ile rehberlik servisinde bulunan öğrenci dosyalarından elde edilmiştir.

Çalışma grubunda yer alan dört öğrenci (Oya, Berk, Ada, Nur) 2018 yılında, bir öğrenci (Ece) 2015 yılında, bir öğrenci (Emre) 2014 yılında, bir öğrenci (Ali) 2013 yılında, bir öğrenci (Cem) 2011 yılında destek eğitimine başlamıştır. Öğrencilerden sadece biri (Ece) destek eğitime devam etmemiştir. Diğer öğrenciler kaynaştırma kapsamında devam ettikleri okullarında destek odada aldıkları eğitime devam etmektedirler. Çalışma grubunda yer alan beş öğrenci (Ada, Berk, Ece, Nur ve Oya) fen bilimleri, yedi öğrenci (Ada, Berk, Cem, Ece, Emre, Nur ve Oya) matematik ve yedi öğrenci ise (Ada, Ali, Berk, Cem, Ece, Emre ve Nur) Türkçe dersinden destek eğitim almıştır.

### Veri Toplama Araçları


Çalışmada veri toplama aracı olarak Bilimsel Süreç Becerileri Gelişim Formları (BiSBeG) kullanılmıştır. BiSBeG formunda yer alan sorular “Fiziksel Olaylar” öğrenme alanındaki “Işığı Keşfe Hazır mısın?”, “Kuvveti Ölçüyorum” ve “Gölge Oyunu” başlıklı üç çalışma yaprağında yer alan kavramlarla ilgili hazırlanmıştır. Her bir çalışma yaprağı ile ilgili bir BiSBeG formu oluşturulmuştur. Çalışma yaprağında yer alan deneye muadil, aynı kazanımlara hizmet eden deneyler belirlenerek BiSBeG formları hazırlanmıştır. Işığın doğrusal/her yöne yayılması, kuvvet/ağırlık ve tam gölge kavramlarının her birine yönelik bir BiSBeG formu oluşturulmuştur. BiSBeG formunda hangi bilimsel süreç becerilerine odaklanılacağı ve hangi performansların ölçülebileceği 10 fen bilimleri ve 10 özel eğitim öğretmeninin görüşleri doğrultusunda belirlenmiştir. Fen bilimleri ve özel eğitim öğretmenleri ile yapılan görüşmelerde fiziksel olaylar öğrenme alanı içerisinde hangi konu-kavram ve bilimsel süreç becerilerine odaklanılması gerektiği ile ilgili bilgiler elde edilmiştir. BiSBeG formunda yer alan deneyler her bir öğrenci tarafından bireysel yapılmış, öğrencilerin her bir beceride gösterdikleri performanslar ön test verileri olarak iki araştırmacı tarafından gözlemlenerek dereceli puanlama anahtarı ile kayıt altına alınmıştır. Çalışmaya başlamadan önce öğrencilerin daha iyi tanınması amacı ile bir demografik bilgi anketi uygulanmıştır. Demografik bilgi anketi ile öğrencilerin destek eğitime başlama yılları, hangi derslerden destek eğitim aldıkları ve fen bilimleri dersine karşı ilgi düzeyleri ile ilgili bilgiler elde edilmiştir. Çalışma kapsamında becerilerle ilgili geçmiş bilgiler değerlendirilmemiştir. Çünkü çalışmanın amacı hazırlanan kılavuzun hafif düzeyde zihinsel yetersizliğe sahip öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini nasıl değiştirdiğini belirlemektir. Bu nedenle çalışmada dereceli puanlama anahtarı ile öğrencilerin ön ve son testten elde ettikleri puanlar ayrı ayrı hesaplanmıştır. Bu şekilde hazırlanan kılavuzun bilimsel süreç becerilerinin gelişimi üzerindeki etkisi ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır.

“Kuvveti Ölçüyorum” çalışma yaprağındaki *tahmin etme, hipotez kurma, ölçme, verileri yorumlama, çıkarım yapma ve iletişim kurma* bilimsel süreç becerilerinde öğrencilere yöneltilen sorular ve BiSBeG formunda

aynı başlıkta yer alan becerilerde öğrencilere yöneltilen alternatif deney ile ilgili muadil sorular Tablo 1’de sunulmuştur.

**Tablo 1**

*Kuvvet Kavramına Yönelik Hazırlanan “Kuvveti Ölçüyorum Çalışma Yaprağı” ve “Bilimsel Süreç Beceri Gelişim Formu”*

Materyal BSB’ler	“Kuvveti ölçüyorum” çalışma yaprağı	Bilimsel süreç becerileri gelişim formu																								
Tahmin etme	İçi su dolu mataranız mı, yoksa defteriniz mi daha ağırdır?	Sizce yukarıda verilen malzemelerden hangisi en hafiftir? Lütfen tahmininizi yazınız.																								
Hipotez kurma	Bu malzemeleri kullanarak neyi kanıtlayabilirsiniz? Lütfen cevabınızı yazınız. Elde ettiğiniz verilerle aşağıdaki tabloyu doldurunuz.	Sizce bu deneyin amacı nedir? Bu deneyi neyi kanıtlamak için yapılacak olabilir? Ölçtüğünüz değerleri aşağıda verilen tabloya kaydediniz.																								
Ölçme	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Dinamometrede okunan değer</th> <th>Ağırlık (Newton)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Maddeler</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Su matarası</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Defter</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Kalemlik</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Not defteri</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Dinamometrede okunan değer	Ağırlık (Newton)	Maddeler		Su matarası		Defter		Kalemlik		Not defteri		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Dinamometrede okunan değer</th> <th>Ağırlık (Newton)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Maddeler</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Okul çantası</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Not defteri</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Portakal</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Kalem kutusu</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Dinamometrede okunan değer	Ağırlık (Newton)	Maddeler		Okul çantası		Not defteri		Portakal		Kalem kutusu	
Dinamometrede okunan değer	Ağırlık (Newton)																									
Maddeler																										
Su matarası																										
Defter																										
Kalemlik																										
Not defteri																										
Dinamometrede okunan değer	Ağırlık (Newton)																									
Maddeler																										
Okul çantası																										
Not defteri																										
Portakal																										
Kalem kutusu																										
Verileri yorumlama	Ağırlığımı ölçtüğünüz maddeleri en ağırdan en hafife doğru aşağıda verilen boşluğa sıralayınız.	Maddeleri ağırlıklarına göre büyükten küçüğe doğru sıralayınız.																								
Çıkarım yapma	 <p>Yukarıdaki resimde üç farklı dinamometre yer almaktadır. 80 Newton’luk bir kuvveti ölçmek isteyen kişi hangi dinamometreyi kullanmalıdır? Nedenini aşağıda verilen boşluğa açıklayınız.</p>	Maddelerin ağırlıkları ile ilgili nasıl bir yorum yapabilirsiniz?																								
İletişim kurma	Bu deneyde öğrendiğin bilgileri arkadaşına nasıl anlattırırın?	Bu deneyde öğrendiğin bilgileri arkadaşına nasıl anlattırırın?																								

Not: BSB = bilimsel süreç becerileri.

Dereceli puanlama anahtarları bilimsel süreç becerilerinden temel (sınıflama, ölçme, uzay-zaman ilişkilerini kullanma, sayıları kullanma, tahmin etme, çıkarım yapma, gözlem, iletişim kurma) ve üst düzey becerileri (hipotez kurma, işlemsel tanımlama, değişkenleri kontrol etme, verileri yorumlama, deney yapma) içerecek şekilde geliştirilmiştir. Her bir beceri için 4’lü puanlama sisteminden yararlanılmıştır. Her puan karşılığında öğrenciden beklenen performans ölçütleri belirlenerek sözel ifade şekline dönüştürülmüştür. Bu aşamada alanyazında yapılan benzer çalışmalar incelenmiştir (Kozcu-Çakır & Sarıkaya, 2018; Savaş, 2011; Temiz 2007; Ünalı, 2016). BiSBeG formunun hazırlanmasında proje ekibinde bulunan akademisyenlerin (iki fen bilimleri, bir özel eğitim ve bir kimya eğitimcisi) görüşlerinden yararlanılmıştır. Proje ekibinde bulunan akademisyenlerden ikisi ölçme-değerlendirme uzmanı olarak puanlama anahtarının hazırlanması ve kriterlerin belirlenmesi noktasında katkıda bulunmuşlardır. BiSBeG formu, yapılacak deneylerin öğrencilerin bireysel farklılıklarına, kazanımlara ve çalışmanın amacına uygunluk kriterleri açısından proje ekibi tarafından incelenmiştir. Hazırlanan form iki öğretmen (bir fen bilimleri ve bir özel eğitim öğretmeni) tarafından sınıfta uygulanabilirliği ve öğrenci seviyesine uygunluk açısından kontrol edilmiştir. Uzmanlar tarafından yapılan incelemeler sonucunda soruların ilgili kriterlere uygun olduğu tespit edilmiş, pilot uygulaması yapılmıştır. Formun pilot uygulaması dört öğrenciyle yürütülmüştür. Pilot uygulamada formda yer alan deneylerin öğrenci seviyesine uygunluğu, uygulama süresi, soruların anlaşılabilirlik düzeyi ile ilgili görüşler elde edilmiştir. Pilot uygulama ve uzman görüşleri sonucunda BiSBeG formunda yapılan değişiklikler, gerekçeleri ile birlikte Ek A’da sunulmuştur. BiSBeG formlarının son hali Ek B’de sunulmuştur. BiSBeG formları öğrencilere ön ve son test olarak uygulanmıştır.

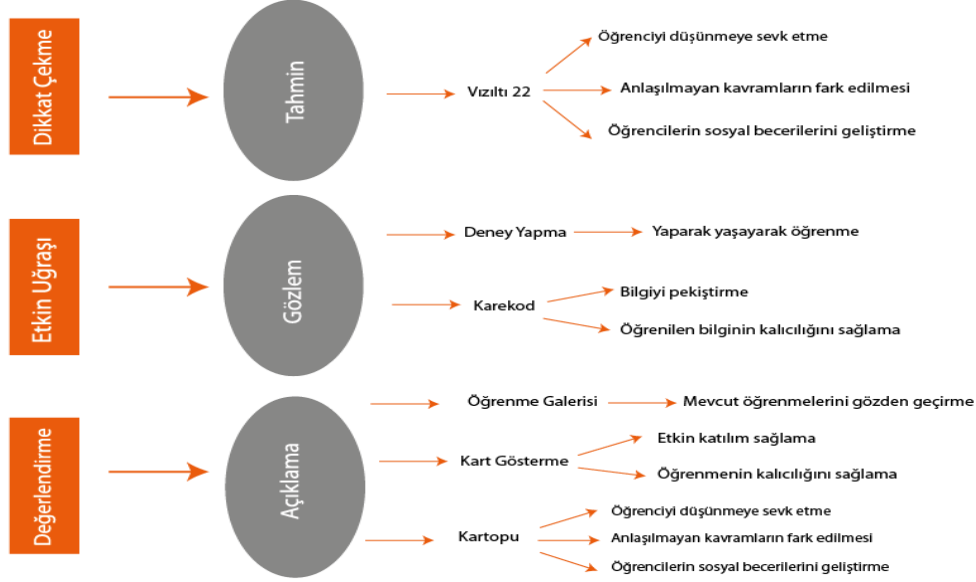
### Fen Bilimleri Deney Kılavuzunun Geliştirilmesi

Araştırmacılar tarafından çalışma kapsamında “Fiziksel Olaylar” öğrenme alanı içerisinde yer alan tam gölge, kuvvet/ağırlık, ışığın doğrusal ve her yöne yayılması kavramlarına yönelik aktif öğrenme teknikleriyle

(AÖT) zenginleştirilmiş üç TGA çalışma yaprağını içeren kılavuz geliştirilmiştir. Bu çalışma yapraklarının geliştirilmesinin teorik temelleri Şekil 1’de sunulmuştur.

### Şekil 1

#### AÖT ile Zenginleştirilmiş TGA Çalışma Yapraklarının Geliştirilmesi



Aktif öğrenme teknikleriyle zenginleştirilmiş çalışma yaprakları oluşturulurken avatarlardan ve karekod uygulamasından yararlanılmıştır. Her öğrencinin fiziksel özelliklerine benzeyen avatarlar kullanılarak hazırlanan materyale karşı aidiyet duyması amaçlanmıştır. Kılavuz içinde yer alan deneyler laboratuvar ortamında çekilmiş ve kılavuza yerleştirilmiştir. Deney videoları internet ortamına Youtube liste dışı olarak yüklenmiş ve her deneyin link adresi (bkz. Tablo 2) kaydedilmiştir. Her deneye ait QR karekodları oluşturulmuş ve çalışma yapraklarında ilgili bölüme yerleştirilmiştir. Öğrenciler deneyleri kendileri yaptıktan sonra karekod uygulamasıyla tabletlerden tekrar izleyebilmişlerdir. Bu sayede öğrenilen bilginin kalıcı olması sağlanmıştır. TGA yönteminin entegre edildiği çalışma yapraklarında dikkat çekme bölümüne tahmin, etkin uğraşı bölümüne gözlem, değerlendirme bölümüne açıklama basamağı yerleştirilmiştir. Çalışma yapraklarının dikkat çekme bölümünde vızıltı 22, etkin uğraşı bölümünde deney yapma süreci ve karekod uygulaması, değerlendirme bölümünde ise kartopu tekniği ile öğrenme galerisi veya kart gösterme tekniklerinden biri seçilerek kullanılmıştır (bkz. Şekil 1). Aşağıda yer alan Tablo 2’de kılavuzda yer alan çalışma yapraklarındaki deneylerin isimleri, ilgili anahtar kavramlar ve linkleri verilmiştir.

**Tablo 2**

#### Çalışma Yaprağı İsmi, Deneylerin Adları, Anahtar Kavramlar ve Linkleri


Çalışma yaprağı ismi	Deney adı	Anahtar kavramlar	Deney linkleri
Işığı keşfe hazır mısınız?	Işık nasıl yayılır?	Işığın doğrusal yayılması	<a href="https://youtu.be/tfKTYMH5jUU_Q">https://youtu.be/tfKTYMH5jUU_Q</a>
Kuvveti ölçüyorum	Işığı keşfe hazır mısınız?	Işığın her yöne yayılması	<a href="https://youtu.be/tJYiraf3W5g">https://youtu.be/tJYiraf3W5g</a>
Gölge oyunu	Kuvveti ölçüyorum	Kuvvet, ağırlık	<a href="https://youtu.be/jlX0a4ftJ9A">https://youtu.be/jlX0a4ftJ9A</a>
	Gölge oyunu	Tam gölge	<a href="https://youtu.be/mQvSj5Xnw">https://youtu.be/mQvSj5Xnw</a>

Kılavuzda kuvvet kavramına yönelik hazırlanan “Kuvveti Ölçüyorum” çalışma yaprağının dikkat çekme başlığında kullanılan materyalin (vızıltı 22 tekniği) içeriği Şekil 2’de verilmiştir. Çalışma yaprağının dikkat çekme bölümünde vızıltı 22 tekniğinden yararlanılmıştır. Bilimsel süreç becerilerinin tahmin aşamasında “İçi su dolu mataranız mı yoksa defteriniz mi daha ağırdır?” sorusu öğrencilere sorulmuştur. Öğretmen 2’şer kişilik gruplar oluşturarak, öğrencilerden kendi aralarında bu sorunun cevabını iki dakika boyunca tartışmalarını ve tartışma sonuçlarını çalışma yaprağı üzerinde ilgili bölüme yazmalarını istemiştir. Çalışma yaprağının etkin uğraşı yer alan materyalin (deney yapımı ve kare kod) içeriği Şekil 3’te verilmiştir.

## Şekil 2

### Çalışma Yapağında Yer Alan Dikkat Çekme Bölümü (Vızılı 22 Tekniği) İçeriği

**EMRE'NİN DENEY DÜNYASI**



İçerisinde su dolu mataranız mı, yoksa defteriniz mi daha ağırdır?

Öğretmeniniz sizi 2'şerli gruplara ayıracaktır. Yanınızdaki arkadaşınızla 2 dakika boyunca size sorulan sorunun cevabını kendi aranızda tartışın. Her bir soru için tartışma sonucu yapmış olduğunuz tahminleri aşağıda verilen boşluğa yazınız.

**Tahmin**






.....

.....

## Şekil 3

### Çalışma Yapağında Yer Alan Etkin Uğraşı Bölümü (Deney Yapımı ve Kare Kod) İçeriği

**Deney için gerekli malzemeler:**

 <b>Dinamometre</b>	 <b>Matara</b>	 <b>Defter</b>	 <b>Kalemlik</b>	 <b>Not defteri</b>
---	--	--	--	--

Bu malzemeleri kullanarak neyi kanıtlayabilirsiniz? Aşağıda verilen boşluğa yazınız.

.....

.....

**Etkinlik 1. Kuvveti Ölçüyorum**

1. Arkadaşlarınızla 2'şer kişilik iki grup oluşturunuz.
2. Kullanacağınız dinamometreyi inceleyiniz (Dinamometreyi kalibre ediniz).
3. Dinamometrenin ucuna su dolu matarayı takarak dinamometrede okunan değeri kaydediniz.
4. Dinamometrenin ucuna defterinizi takarak dinamometrede okunan değeri kaydediniz.
5. Dinamometrenin ucuna kalemliğinizi takarak dinamometrede okunan değeri kaydediniz.
6. Dinamometrenin ucuna not defterinizi takarak dinamometrede okunan değeri kaydediniz.
7. Elde ettiğiniz verilerle aşağıdaki tabloyu doldurunuz.

	Dinamometrede okunan değer (N)	Ağırlık (N)
Malzemeler		
Su Matarası		
Defter		
Kalemlik		
Not defteri		

Gözlemlerimiz:

.....

.....

.....

İçerisinde su dolu mataranız mı, yoksa not defteriniz mi daha ağırdır? Tahmininiz doğru çıktı mı? Aşağıda verilen boşluğa yazınız.

.....


.....

Ağırlığını ölçtüğünüz maddeleri en ağırdan en hafife doğru aşağıda verilen boşluğa sıralayınız.

.....

.....

.....




Tabletinizi kare kod üzerine getirerek deneyleri buradan tekrar izleyebilirsiniz.

Şekil 3'ten görüldüğü gibi, bilimsel süreç becerilerinin gözlem aşaması çalışma yaprağının etkin uğraşı aşaması ile ilişkilendirilmiştir. Etkin uğraşı bölümünde öğrencilerden 2'şer kişilik gruplar oluşturmaları ve ilgili yönergeleri takip ederek deneyi yapmaları istenmiştir. Bu aşamada öğrencilerin grup çalışması ve deney yaparak sürece aktif katılarak, yaparak yaşayarak öğrenmeleri sağlanmıştır. Öğrencilerden deneyde yaptıkları gözlemlerini kaydetmeleri ve etkin uğraşı bölümündeki "İçi su dolu mataranız mı, yoksa not defteriniz mi daha ağırdır? Tahmininiz doğru çıktı mı? Aşağıda verilen boşluğa yazınız?", "Ağırlığını ölçtüğünüz maddeleri en ağırdan en hafife doğru aşağıda verilen boşluğa sıralayınız." sorularına cevap vermeleri istenmiştir. Öğrencilerin karekodlu deneyi izlemeleri teşvik edilerek, öğrenilen bilginin kalıcılığını artırma hedeflenerek etkin uğraşı bölümü sonlandırılmıştır. Çalışma yaprağının değerlendirme bölümünde kullanılan materyalin (kartopu ve kart gösterme) içeriği Şekil 4'te verilmiştir.

#### Şekil 4


##### Çalışma Yaprağında Yer Alan Değerlendirme Bölümü (Kartopu ve Kart Gösterme) İçeriği

**Aşağıda verilen soruyu cevaplandırınız. Öğretmeninizin yönlendirmeleri ile sorunun cevabının ne olacağını arkadaşlarınızla tartışınız.**




50 N  
Ölçülecek kuvvet değeri

I



70 N  
Ölçülecek kuvvet değeri

II




100 N  
Ölçülecek kuvvet değeri

III


Yandaki resimde üç farklı dinamometre yer almaktadır. 80 Newton'luk bir kuvveti ölçmek isteyen kişi hangi dinamometreyi kullanmalıdır? Nedenini aşağıda verilen boşluğa açıklayınız.


.....

Öğretmeninizin aşağıda söylediği her bir ifadeyi dinleyiniz. Her bir ifade okunduktan sonra ifadedeki düşünceye katılma durumunuzu emojiyi kullanarak belirtiniz.

**Unutmayın !:** katılıyorum 

düşünceyi ifade etmektedir.

, kararsızım 

ve katılmıyorum 

1. Kuvvet dinamometre ile ölçülür.
2. Kuvvetin birimi Newton'dur.
3. Su matarası, not defterinden daha ağırdır.
4. Her dinamometre her ağırlığı ölçebilir.
5. Dinamometrelerle cisimlerin ağırlıklarını ölçebiliriz.

Şekil 4'ten görüldüğü gibi, öğrencilerin öğrendikleri bilgileri yeni durumlara transfer edebilmelerine olanak sağlamak için çalışma yaprağının değerlendirme bölümünde kartopu ve kart gösterme tekniklerinden yararlanılmıştır. Bu bölümde "Yandaki resimde üç farklı dinamometre yer almaktadır. 80 Newton'luk bir kuvveti ölçmek isteyen kişi hangi dinamometreyi kullanmalıdır? Nedenini aşağıda verilen boşluğa açıklayınız." sorusu öğrencilere yöneltilmiş ve öğrenciler sorunun cevabını kartopu tekniğine uygun tartışmışlardır. Öğrenciler bu soruyu önce bireysel olarak sonra iki, dört ve sekiz kişilik gruplar halinde tartışmışlardır. Tartışmalar tamamlandıktan sonra öğretmen konuyla ilgili görüşleri sesli bir şekilde öğrencilere sunmuş ve öğrenciler ifade edilen görüşlere katılma durumunu kart gösterme tekniğindeki uygun emojiyi seçerek (katılıyorum, kararsızım ya da katılmıyorum) şeklinde belirtmişlerdir. Bu aşamada öğrencilerin mevcut öğrenmelerini gözden geçirmeleri hedeflenmiştir.

#### Fen Bilimleri Deney Kılavuzunun Uygulama Süreci

Çalışma kapsamında TGA yöntemi içerisinde vızıltı 22, kartopu, öğrenme galerisi, kart gösterme gibi aktif öğrenme tekniklerinden yararlanılmıştır. Vızıltı 22 de "iki öğrenci bir konu üzerinde ikişer dakika" konuşur (Yalın, 2017), bu teknik sayesinde öğrenciler kısa süreli tartışma grupları oluşturarak, konu üzerinde düşünerek düşüncelerini yansıtmaya fırsatı elde ederler. Kartopu tekniğiyle sınıf tartışması gerçekleştirilerek önce bireysel, sonra iki, daha sonra dört ve sekiz kişilik gruplar halinde öğrenciler sınıf tartışmasına katılırlar. "Öğrenme galerisi" tekniğinde etkinlik sonunda her grup bir araya gelerek etkinlik sonucu ulaştıkları sonuçları kağıt üzerine yazarak listeler ve bu kağıdı sınıf panosuna asarak sergilerler. Gruplar panoda bulunan kağıtları inceler, öğrenci grupları kendi listelerinde olmayan ancak kendilerinin de öğrenmiş oldukları bilgilere işaret koyarlar. Duvarda asılan listelerin incelenmesinin ardından öğretmen ulaşılan sonuçları özetler. Bu teknik konu tekrarı ve pekiştirilmesi amacı ile dersin herhangi bir bölümünde rahatlıkla uygulanabilir (Baydoğdu & Şahan, 2018). Kart gösterme



tekniginde ise öğrenciler kendilerine okunan ifadeye katılma durumlarını üzerinde emojielerin bulunduğu kartlarla “katılmıyorum”, “kararsızım” ve “katılmıyorum” şeklinde belirtirler. Bu teknik ile öğrenciler değerlendirme yapma, karar verme, öğrendiklerini gözden geçirme fırsatı elde ederler (Kınık-Topalsan, 2019). Bilimsel süreç beceri gelişimine katkıda bulunulacak kılavuzun geliştirilmesi ile ilgili yürütülen çalışmanın ileride özel gereksinimli bireylere yönelik materyal geliştirmek isteyen araştırmacılara yol göstereceği düşünülmektedir. Hazırlanan kılavuz öğrencilerin bilimsel süreç beceri gelişimlerine katkıda bulunularak fen bilimleri dersine olan ilgi ve tutumlarının olumlu yönde değişimine yarar sağlayabilir.

Fen Bilimleri Deney Kılavuzunun pilot uygulaması hafif düzeyde zihinsel yetersizliğe sahip dört kaynaştırma/bütünleştirme öğrencisi olan ortaokul 5. sınıf öğrencisi ile yürütülmüştür. Öğrenme alanında öncelikle BiSBeG formunun ön uygulamaları gerçekleştirilmiş, ardından aktif öğrenme teknikleri ile zenginleştirilmiş TGA yönteminin entegre edildiği çalışma yapılarını içeren kılavuzun pilot uygulaması yapılmıştır. Son olarak veri toplama aracının son uygulaması gerçekleştirilmiştir. Pilot uygulama yaklaşık 2,5-3 haftada tamamlanmıştır. Pilot uygulama; haftada üç gün (Pazartesi-Salı-Çarşamba) her gün 2’şer ders saati olarak bir haftada toplam altı ders saatini kapsamıştır. Pilot uygulama sonunda veri toplama aracı ve kılavuza son halleri verilmiştir.

Çalışmanın asıl uygulaması ortaokul 5. sınıf hafif düzeyde zihinsel yetersizliğe sahip sekiz kaynaştırma/bütünleştirme öğrencisi ile yürütülmüştür. Aynı okulda sekiz hafif düzeyde zihinsel yetersizliğe sahip kaynaştırma öğrencisine ulaşamadığından asıl uygulama Trabzon ili merkez ilçesine bağlı üç farklı okulda gerçekleştirilmiştir. Birinci okuldan iki, ikinci okuldan iki, üçüncü okulda dört öğrenci uygulamaya katılmıştır. Asıl uygulama 2019-2020 eğitim öğretim yılı güz döneminde yapılmıştır. Asıl uygulama süreci bir kodlu okul için aşağıdaki şekilde özetlenebilir. Bir kodlu okuldan iki hafif düzeyde zihinsel yetersizliği olan öğrenci uygulamaya katılmıştır. Öğrencilerin öncelikle ders programları incelenerek uygun saatlerde bir araya gelmeleri sağlanmıştır. Uygulamaya katılan her bir öğrenciye öncelikle “Fiziksel olaylar” öğrenme alanına yönelik BiSBeG formu ön test olarak bireysel uygulanmıştır. Her bir öğrenci bireysel çalışma yapılarındaki deneyleri yapmışlardır. Öğrencilerin deney başında sergiledikleri performansları dereceli puanlama anahtarı ile kayıt altına alınmıştır. Ardından her bir öğrenciye kendi avatarını içeren fen bilimleri kılavuzu verilmiştir. Öğrenciler deney kılavuzunda verilen deneyleri birebir yaparak gerçekleştirmişlerdir. Kılavuzun uygulanması bittikten sonra “Fiziksel olaylar” öğrenme alanına yönelik hazırlanan BiSBeG formu son test olarak tekrar uygulanmıştır. Öğrencilerin son testte deneylerde gösterdikleri performanslar dereceli puanlama anahtarı ile kayıt altına alınmıştır. Asıl uygulama yaklaşık üç haftada tamamlanmıştır.

### Verilerin Analizi

Süreçte her öğrenci iki farklı araştırmacı tarafından gözlemlenmiş ve öğrencilerin performansları dereceli puanlama anahtarı kullanılarak kayıt altına alınmıştır. Dereceli puanlama anahtarı (bk. Ek C) ile öğrencilerin ön ve son testten elde ettikleri puanlar ayrı ayrı hesaplanmıştır. Her bir öğrenciyle proje ekibinde bulunan bursiyerler bireysel ilgilenmişlerdir. Her öğrencinin performansı gözlemlenmiş, bilimsel süreç beceri gelişim formlarına verdikleri yanıtlar ve performansları dereceli puanlama anahtarı ile kayıt altına alınmıştır. Her öğrencinin performans puanları tablolar kullanılarak ön ve son test için verilmiştir. Kayıt altına alınan veriler proje ekibi tarafından analiz edilmiştir. Bu süreçte proje ekibinden iki kişi (fen bilgisi öğretmenliği mezunu) öncelikle verileri dereceli puanlama anahtarı ile analiz etmişlerdir. Daha sonra bu iki kişi proje ekibinde yer alan iki fen öğretmeni (akademisyen) ile bir araya gelerek analiz sonuçlarını paylaşmışlardır. Performans göstergelerinin uyum oranı indeksi kullanılarak kodlama güvenilirliği .80 olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan bu değer alanyazında ifade edilen kabul edilebilir uyum değerinden (.70) daha yüksek olduğu ortaya çıkmıştır (Tavşancıl & Aslan, 2001).

BiSBeG formundan elde edilen bulgular; ışığın doğrusal/her yöne yayılması, kuvvet/ağırlık ve tam gölge konu/kavramlarında temel ve üst düzey bilimsel süreç becerilerinin her birinde öğrencilerin almış oldukları puanlar ön ve son test için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Her bir beceride öğrencilerin aldıkları ön-son test puanları tablolar kullanılarak verilmiştir. Ardından her bir bilimsel süreç becerisinde kategorilere uygun örnek öğrenci cevapları tablolarda sunulmuştur.

### Bulgular

Bu başlık altında BiSBeG formundan elde edilen bulguların sunumuna yer verilmiştir. BiSBeG formundan elde edilen bulgular; kılavuzunda yer alan üç çalışma yaprağının ilgili oldukları konu/kavram temelli olarak; ışığın doğrusal/her yöne yayılması, kuvvet/ağırlık, tam gölge başlıkları altında sunulmuştur. Öğrencilerin BiSBeG formunda yer alan bilimsel süreç becerilerinde ön-son test gelişim düzeyleri Tablo 3’te sunulmuştur.

**Tablo 3***Öğrencilerin BiSBeG Formunda Yer Alan Bilimsel Süreç Becerilerinde Ön-Son Test Gelişim Düzeyleri*

Konu	BSB	Ada		Ali		Berk		Cem		Ece		Emre		Nur		Oya	
		ÖT	ST	ÖT	ST	ÖT	ST	ÖT	ST	ÖT	ST	ÖT	ST	ÖT	ST	ÖT	ST
Işığın doğrusal/her yöne yayılması	Hipotez kurma	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	3
	Tahmin etme	3	3	3	3	3	3	3	3	1	1	1	3	3	3	3	3
	Verileri yorumlama	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3	3	3
	Uzay/zaman ilişkisi kurma	2	2	1	1	1	1	4	4	1	4	1	4	1	4	1	1
	Çıkarım yapma	3	4	1	4	1	4	4	4	1	4	1	4	1	4	4	4
	İletişim kurma	1	4	3	3	3	3	1	4	3	3	1	3	3	4	3	3
	Gözlem	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4
	Deney yapma	3	4	3	4	3	4	4	4	3	4	3	4	4	4	4	4
	Hipotez kurma	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3
	Tahmin etme	1	3	1	3	3	3	1	1	3	3	1	2	3	3	1	3
Kuvvet/ağırlık	Uzay zaman ilişkisi kurma	1	1	1	4	1	1	4	4	1	1	1	1	1	4	4	4
	Verileri yorumlama	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3	3	4	1	3	3	3
	İletişim kurma	1	1	1	3	1	1	1	1	1	3	1	3	1	1	3	3
	Deney yapma	3	3	3	4	3	4	4	4	3	3	3	3	4	4	4	4
	Gözlem	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	4	3	4
	Tahmin etme 1	4	4	1	4	4	4	4	4	4	1	1	4	4	4	4	4
	Tahmin etme 2	1	4	1	4	1	1	4	4	4	1	4	4	1	4	4	4
	Hipotez kurma	1	4	1	1	1	3	1	4	1	4	1	1	3	4	3	4
	Ölçme	4	4	4	4	1	4	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	Verileri yorumlama	4	4	4	4	1	4	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Tam gölge	Çıkarım yapma	1	1	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	4	1	1	1
	İletişim kurma	1	4	1	1	1	4	1	4	2	4	3	3	4	1	4	3
	Deney yapma	3	4	3	3	3	4	4	4	3	3	3	3	4	4	4	4
	Gözlem	3	4	4	4	1	4	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	Hipotez kurma	1	3	3	3	1	3	1	3	1	3	1	1	3	1	1	3
	Tahmin etme	4	1	4	4	1	1	4	4	4	4	1	4	1	1	4	4
	Uzay-zaman ilişkisi kurma	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	Verileri yorumlama	1	4	1	4	3	4	4	4	1	4	1	4	4	4	4	4
	Değişkenleri kontrol etme	3	4	1	4	1	4	4	4	1	4	3	1	4	4	4	4
	Tam gölge	İletişim kurma	1	4	3	4	1	3	1	4	1	4	1	3	4	4	4
Hipotez kurma		1	3	1	3	1	3	1	3	1	3	1	1	3	1	1	1
Tahmin etme		1	4	1	1	4	4	4	4	1	1	4	4	4	4	4	4
Uzay-zaman ilişkisi kurma		1	4	1	4	4	4	4	4	4	4	1	4	4	4	4	4
Verileri yorumlama		1	4	1	4	3	4	4	4	3	3	1	1	3	4	1	3
Değişkenleri kontrol etme		3	4	2	4	3	3	3	2	3	3	2	2	4	4	4	3
İletişim kurma		2	4	1	4	3	4	1	4	1	3	1	3	3	3	3	4
Deney yapma		3	4	3	4	3	4	4	4	3	4	3	4	4	4	4	4
Gözlem	3	3	3	3	3	4	4	4	3	3	3	3	4	4	4	4	



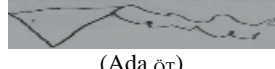
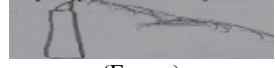

Not: BSB = bilimsel süreç becerileri; ÖT = ön test; ST = son test.

Tablo 3 incelendiğinde “ışığın doğrusal/her yöne yayılması” kavramlarına yönelik BiSBeG formundan elde edilen verilerde iletişim kurma, deney ve gözlem yapma becerilerinde olumlu yönde bir artış gözlemlenirken; uzay/zaman ilişkilerini kullanma, verileri yorumlama ve tahmin etme becerilerinde kısmı yönde bir gelişim gözlemlenmiştir. Ayrıca tüm öğrencilerin ön testte hipotez kurma becerisinde verilen olaydaki bağımsız değişkenin bağımlı değişkene etkisini ifade edemedikleri, son testte ise Ece ve Oya kodlu öğrencilerin bağımsız değişkenin bağımlı değişkene etkisini kısmen doğru bir şekilde ifade ettikleri Tablo 3’te görülmektedir. Hipotez kurma becerisinde sorulan ikinci soruda Oya hariç diğer öğrencilerde gelişim gözlemlenmemiştir. Kuvvet kavramına yönelik BiSBeG formundan elde edilen verilerde tahmin etme, hipotez kurma, ölçme, verileri

yorumlama, iletişim kurma, çıkarım, deney ve gözlem yapma becerilerinde olumlu yönde gelişim gözlemlenmiştir. Tam gölge kavramına yönelik BiSBEG formundan elde edilen verilerde öğrencilerin hipotez kurma, tahmin etme, uzay/zaman ilişkilerini kullanma, verileri yorumlama, değişkenleri kontrol etme, iletişim kurma, deney ve gözlem yapma becerilerinde olumlu yönde gelişim gösterdikleri belirlenmiştir. Işığın doğrusal/her yöne yayılması kavramına yönelik örnek öğrenci cevapları Tablo 4'te sunulmuştur.

**Tablo 4**

*Işığın Doğrusal/Her Yöne Yayılması Kavramına Yönelik BiSBEG Formunda Bilimsel Süreç Becerilerine Yönelik Örnek Öğrenci Cevapları*

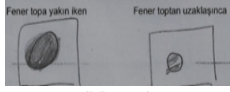
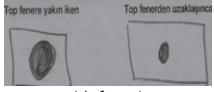
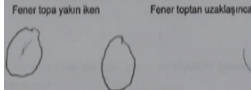
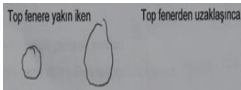
BSB	Puan	Kategori/örnek öğrenci cevapları	
Hipotez kurma	3	“Doğrusal eğimli kanıtlayabiliriz mum alevinin” (Oya ST)	“Işık ışınlarının yayılmasını” (Oya ST)
	1	“Lamba yaparız.” (Nur ÖT)	“Mumu görmek” (Ali ÖT)
Tahmin etme	3	“Doğrusalken görebiliriz.” (Nur ST)	“Doğrusal düz şekilde yayılır.” (Oya ST)
	1	“Bükerek” (Ece ÖT)	“Saçılarak yayılır.” (Cem ST)
Verileri yorumlama	4		“Doğrusal şekilde her tarafa” (Emre ST)
	3	“Mum alevini doğrusal iken gördük.” (Cem ST)	“Işık ışınları her yöne yayılırlar.” (Cem ST)
	1	“Bükerek eğimliyken” (Emre ÖT)	“Fikrim yok.” (Ali ÖT)
Uzay/zaman ilişkilerini kullanma	4	 (Cem ST)	 (Oya ST)
	2	 (Ada ÖT)	
	1	 (Ece ÖT)	 (Ada ÖT)
İletişim kurma	4	“Işığın nasıl yayıldığını öğrendik. Mum, plastik boru, çakmak kullandık. Işığı gördük. Plastik boruyu doğrusal tuttuğumuzda ışığı gördük.” (Cem ST)	“Her yönde yayılır, Doğrusal yönde.” (Ali ST)
	3	“Mumu yaktık borunun içine baktık düzde ışığı gördük.” (Ali ÖT)	“Mumu yaktık mumluğun içine koyduk yayılan ışığı gördük.” (Ali ÖT)
	1	“Mumu yaktık, plastik boruyla baktık. Düz gördük.” (Emre ÖT)	
Çıkarım yapma	4	“Işık doğrusal bir şekilde yayılır.” (Cem ST)	
	1	“İple” (Ali ÖT)	

Not: BSB = bilimsel süreç becerileri; ÖT = ön test; ST = son test.

Tablo 3'te tüm öğrencilerin ön testte hipotez kurma becerisinde verilen olaydaki bağımsız değişkenin bağımlı değişkene etkisini ifade edemedikleri, son testte yalnızca Ece ve Oya kodlu öğrencilerin kısmen doğru ifadeler kullandıkları belirlenmiştir. Tablo 4'te hipotez kurma ile ilgili olarak Oya kodlu öğrencinin kısmen doğru ifadelerinin “Doğrusal eğimli kanıtlayabiliriz mum alevinin” ve “Işık ışınlarının yayılmasını” olduğu görülmektedir. Tam gölge ve kuvvet/ağırlık kavramlarına yönelik BiSBEG formunda bilimsel süreç becerilerinde örnek öğrenci cevapları Tablo 5'te sunulmuştur.

**Tablo 5**

*Tam Gölge ve Kuvvet/Ağırlık Kavramlarına Yönelik BiSBeG Formunda Bilimsel Süreç Becerilerine Örnek Öğrenci Cevapları*

BSB	Puan	Kategori/örnek öğrenci cevapları	
		Tam gölge	Kuvvet/ağırlık
Hipotez kurma	4		“Dinamometreyle ağır mı hafif mi eşyaların olduğuna bakacağız.” (Oya ST)
	3	“Gölgenin boyunu kanıtlamak için.” (Cem ST)	“Ağırlıkların karşılaştırılması. Hangisi ağır hangisi hafif” (Nur ÖT)
	1	“Fikrim yok.” (Berk ÖT)	“Gölge boyudur.” (Nur ST)
Tahmin etme	4	“Fenere top yakinken gölge boyu büyük.” (Cem ST)	“Fikrim yok.” (Berk ÖT)
	1	“Fenere top yakinken gölge boyu büyük.” (Cem ST)	“Şekil 1’de fenere yakinken daha büyük” (Cem ST)
	4	“Fikrim yok.” (Berk ÖT)	“Gölge boyudur.” (Nur ST)
	1	“Fikrim yok.” (Berk ÖT)	“Şekil 2” (Ece ÖT)
Uzay/zaman ilişkilerini kullanma	4		
	1		
Verileri yorumlama	4	“Fener topa yakında gölge büyük, fener toptan uzaklaşınca gölge küçülür.” (Cem ST)	“Top fenere yakinken gölge büyük top fenerden uzaklaşınca gölge küçük.” (Cem ÖT)
	3	“Top uzaktayken küçük, top yakinken büyük.” (Berk ÖT)	“Fenere yakinken büyük.” (Berk ÖT)
	1	“Topun gölgesini gördük.” (Ali ÖT)	“Fikrim yok.” (Ali ÖT)
Değişkenleri kontrol etme	4	a) El fenerinin yeri, b) Gölgenin boyu c) Top, duvar (Cem ST)	“Okul çantası, kalem kutusu, portakal, not defteri.” (Oya ST)
	3	a) Feneri b) Topa baktık c) Top ve fener (Emre ÖT)	“Top fenere yaklaşıncaya gölge büyüdü. Top fenerden uzaklaşınca küçüldü gölge.” (Cem ST)
	2		“Fenere yakinken büyük.” (Berk ÖT)
	1	a) Fenerin b) Top c) Fener (Ece ÖT)	“Fikrim yok.” (Ali ÖT)
İletişim kurma	4	“Feneri topa yaklaştırdık gölge büyüdü, uzaklaştırdık küçüldü.” (Cem ST)	“Okul çantası, kalem kutusu, portakal, not defteri.” (Berk ÖT)
	3	“Lambayı topa tuttuk uzaktık ikincisi de yakın gördük.” (Ali ÖT)	“Top fenere yaklaşıncaya gölge büyüdü. Top fenerden uzaklaşınca küçüldü gölge.” (Cem ST)
	2		“Fenere yakinken büyük.” (Berk ÖT)
	1	“Büyükken küçük, küçükken büyük.” (Ece ÖT)	“Lambayı sabit tuttuk topu küçük gördük.” (Ali ÖT)
Ölçme	4		“Dinamometre ile okul çantası, not defteri, portakal ve kalem kutusunun ağırlıklarını ölçtük.” (Cem ST)
	1		“Dinamometrede nesnelerin hafif mi ağır mı olduğuna baktık sonra ölçtük sıralandırdık.” (Oya ST)
Çıkarım yapma	4		“Eşyaları ölçtük kilogramlarını” (Ece ÖT)
	1		“Ölçü ölçtük.” (Ali ÖT)

Not: BSB = bilimsel süreç becerileri; ÖT = ön test; ST = son test.

Kuvvet kavramına yönelik BiSBEG formunda öğrencilerin hipotez kurma, ölçme, verileri yorumlama, iletişim kurma, çıkarım yapma becerilerinde dört puan düzeyinde açıklamalarının olduğu görülmektedir. Örneğin tahmin etme becerisine yönelik Nur kodlu öğrencinin son testte bilimsel doğru tahminde bulunarak “Okul çantası daha ağırdır.” ifadesini kullandığı belirlenmiştir. Tam gölge kavramına yönelik becerilerde öğrencilerin yapmış oldukları açıklamalarda tahmin etme, uzay/zaman ilişkilerini kullanma becerilerinde yalnızca bir ve dört puan seviyesinde açıklamalarda buldukları görülmektedir. Değişkenleri kontrol etme becerisinde Cem ve Nur kodlu öğrencilerin deney sonucunu etkileyen bağımlı, bağımsız ve kontrol değişkenlerini bilimsel olarak doğru bir şekilde ifade ettikleri Tablo 5’e bakılarak söylenebilir.

### Tartışma

Hipotez kurma becerisine yönelik bulgular incelendiğinde kuvvet ve tam gölge kavramında öğrencilerde olumlu yönde bir gelişim gözlemlenirken; ışığın her yöne ve doğrusal yayılması kavramında Oya ve Ece kodlu öğrenciler hariç diğer öğrencilerde olumlu yönde bir gelişim gözlemlenmemiştir. Bu durumun çeşitli nedenleri olabilir. Işık yayılması kavramı soyut bir kavramdır. Işık yayılması kavramına yönelik yapılan deneylerin kavramı somutlaştırmada yetersiz kaldığı söylenebilir. Diğer bir neden olarak hipotez kurma, üst düzey bilimsel süreç becerilerinden biridir ve öğrencilerin deneylerde ışık yayılması kavramına yönelik kendi hipotezlerini test etmelerine katkıda bulunabilecek uygulamalarla daha önceden sınıf ortamında yeterli karşılaşmamış olmaları, hazırbulunmuşluklarının istenen seviyede olmaması olumlu yönde gelişim göstermelerine engel olabilir. Nitekim hafif düzeyde zihinsel yetersizliğe sahip öğrencilerin üst düzey bilimsel süreç becerilerinden birisi olan hipotez kurma becerisinde güçlük yaşadıkları ve olumlu yönde gelişim gösteremedikleri söylenebilir (Aydoğdu, 2006; Brotherton & Preece, 1996; German & Aram, 1996). Benzer şekilde bu öğrencilerin problemi nasıl çözeceklerini belirleme, planlama, çözümü kontrol ederek sonuçlarını değerlendirme noktasında güçlük yaşadıkları da bilinmektedir (Friend, 2006; Werts vd., 2007). Kuvvet ve tam gölge kavramlarında öğrencilerin hipotez kurma becerisindeki olumlu gelişim, bireysel özellikleri dikkate alınarak hazırlanan çalışma yaprakları, ucuz ve kolay ulaşılabilecek malzemelerle hazırlanan dikkat çekici fen etkinliklerinin (ör. gölge oyunu) kullanılması ve aktif öğrenme teknikleri ile ağırlık, gölge boyu kavramının somutlaştırılmasından kaynaklanabilir. Soyut kavramların öğrencilerin zihninde anımlandırılması öğrencilerin hipotez kurma becerisinin gelişiminde etkili olabilir (Başdaş, 2007; MEB, 2008; Taşkın & Koray, 2006). Ayrıca sürecin hafif düzeyde zihinsel yetersizliğe sahip öğrencilerin özellikleri göz önüne alınarak planlanması öğrencilerin hipotez kurma becerilerinin olumlu yönde gelişimine katkı sağlayabilir. Çalışma kapsamında tahmin etme becerisine yönelik bulgular incelendiğinde öğrencilerin olumlu yönde gelişim gösterdiği gözlemlenmiştir. Çalışma yapraklarına entegre edilmiş TGA yönteminin öğrencilerin tahmin etme becerisinin olumlu yönde gelişimine katkı sağladığı söylenebilir (Çalık & Bayçelebi, 2020; Er-Nas vd., 2019). TGA yöntemi, anlatılacak bir olay veya deneyle ilgili olay öncesinde öğrencilerin tahminlerde bulunmalarını, olayın gözlemlenmesi ve yapılan tahmin ile gözlemin açıklama esasını içerir (Atasoy, 2004; Kearney & Treagust, 2001; White & Gunstone, 1992). Çalışma yapraklarının dikkat çekme bölümünde öğrencilere ilk olarak tahmin yapabilecekleri sorular sorulmuş ve tahminlerini verilen boşluğa yazmaları istenmiştir. Ardından öğrencilere gözlem yapabilecekleri bir deney yaptırılmıştır. Böylelikle tahmin ve gözlemleri arasındaki çelişkileri görebilecekleri bir ortam öğrencilere sunulmuştur. Öğrencilerin var olan çelişkileri ortadan kaldırılmış olduğundan son testte öğrencilerin tahmin yapma becerisinde olumlu yönde bir gelişim gözlemlenmiş olabilir. Alanyazın incelendiğinde TGA yönteminin, öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin olumlu yönde gelişimine katkı sağladığına dair birçok çalışma bulunmaktadır (Aydoğdu, 2012; Bilen, 2009; Bilen & Liew, 2004; Özyılmaz-Akamca, 2008; Russell vd., 2004; Tokur, 2011). Tahmin etme becerisinde öğrenciler yapacakları tahmin için önceki deneyimlerinden yararlanırlar (Çepni vd., 1997). Ağırlık kavramına yönelik yapılan deneyde kullanılan malzemelerle öğrenciler günlük hayatta sıkça karşılaşmaktadırlar. Bu nedenle öğrencilerin deneyimleriyle rahatlıkla cisimlerin ağırlıklarını tahmin edebildikleri söylenebilir. Deney ve gözlem yapma becerilerine yönelik bulgular incelendiğinde ise öğrencilerin olumlu yönde gelişim gösterdikleri görülmektedir. Bu olumlu gelişime mum, şekilli mumluklar, plastik top, fener, kukla, sahne, renkli şeritler, kalem kutusu, okul çantası, oyun hamuru, su matarası ve defter gibi öğrencilerin ilgisini çekmiş araç-gereçler neden olabilir. Bu durum, hafif düzeyde zihinsel yetersizliğe sahip öğrencilerin dikkatini etkinliklere verebilmesi için öncelikle ilgisinin çekilmesi gerektiği fikrini desteklemektedir (MEB, 2008). Fotoğrafları çekilen öğrencilerin avaturları hazırlanarak her öğrencinin kendi kılavuzuna yerleştirilmiştir. Öğrenciler kılavuza karşı bir aidiyet duygusu geliştirmiş olabilir. Ayrıca öğrencilerin dikkatini dağıtan veya bireysel gelişimine uygun olmayan araç-gereçler pilot uygulamadan sonra çıkarılmış veya değiştirilmiştir. Böylelikle deney ve gözlem yapma esnasında öğrencilerin dikkatinin dağılması engellenmeye çalışılmıştır.

Üst düzey bilimsel süreç becerilerinden biri olan verileri yorumlamaya yönelik bulgular incelendiğinde ışığın her yöne yayılması, kuvvet ve tam gölge kavramında öğrencilerde olumlu yönde bir gelişim gözlemlenirken; ışığın her yöne yayılması kavramında öğrencilerde bir gelişim gözlemlenememiştir. Tablo 3 incelendiğinde öğrencilerin verileri kaydedebildikleri fakat verileri kısmen doğru bir şekilde yorumladıkları görülmektedir. Bu durumun birçok sebebi olabilir. Hafif düzeyde zihinsel yetersizliğe sahip öğrenciler yetersizliklerinden dolayı hatırlama, anlama ve cevaplama noktasında sıkıntı yaşayan bireylerdir (Tekinarslan, 2019). Öğrencilerin yetersizliklerinden dolayı kaydettikleri verileri yorumlama noktasında sıkıntı yaşadıkları söylenebilir. Hafif düzeyde zihinsel yetersizliğe sahip öğrenciler hatırlama, genelleme ve öğrendikleri bilgileri ilişkilerine göre sınıflandırmada güçlük yaşamaktadır (MEB, 2008). Ayrıca verileri yorumlama becerisinin üst düzey bilimsel süreç becerilerinden olmasından dolayı öğrencilerin üst düzey becerileri yerine getirme noktasında sıkıntı yaşadığı düşünülmektedir. Nitekim Walters ve Soyibo (2001), yaptıkları çalışmada öğrencilerin üst düzey bilimsel süreç becerilerini incelemiş ve öğrencilerin verileri yorumlama, kaydetme, hipotez kurma ve değişkenleri belirleme gibi üst düzey bilimsel süreç becerilerinin düşük olduğunu belirlemişlerdir. Çalışmada Jamaika’da cinsiyet, sınıf derecesi, okul yeri, okul türü, öğrenci türü ve sosyo-ekonomik yapıları birbirinden farklı olan 9. ve 10. sınıf öğrencileri ile çalışılmıştır. Çalışma sonucunda öğrenci performanslarında sınıf seviyesi, okul tipi, öğrenci tipi ve sosyoekonomik düzey ile ilgili anlamlı farklılıklar olduğu bu farkın geleneksel okullardaki öğrenciler, proje okullarındaki öğrenciler ve sosyoekonomik düzeyi yüksek 10. sınıf öğrencileri lehine olduğunu tespit etmişlerdir. Öğrencilerin verileri yorumlama becerisinde olumlu yönde gelişim göstermeleri; süreç içerisinde aktif rol almaları ile ilişkilendirilebilir. Böylelikle kendi öğrenmelerinin sorumluluğunu almış ve öğrendikleri bilgileri kalıcı hale getirmişlerdir. Öğrenciler aktif olarak rol aldıkları öğrenme ortamlarında kalıcı ve kullanabilecekleri bilgilere rahatça ulaşabilmektedirler (Çiftçi, 2019). Kavramların öğrencilerin günlük hayatta sıkça karşılaştıkları örnekler ile somutlaştırılması öğrencilerin verileri yorumlama becerisinde olumlu yönde gelişim göstermesine katkı sağlamış olabilir. Hafif düzeyde zihinsel yetersizliğe sahip bireylerde soyutlama özelliği genellikle geç gelişmekte veya hiç gelişmemektedir (Biçer & Sarı, 2017). Bu nedenle konuların öğrenciler tarafından anlamlı ve kalıcı hale getirilebilmesi için kavramların somutlaştırılması ve günlük hayatla ilişkilendirilmesi gerekmektedir (Çelikler & Kara, 2016).

Uzay/zaman ilişkisini kullanma becerisine yönelik bulgular incelendiğinde öğrencilerin olumlu yönde gelişim gösterdikleri görülmektedir. Öğrencilerin olumlu yönde gelişim göstermelerinin nedeni B1SBeG formunda ve çalışma yapraklarında yer alan etkinliklerde şekilli mumlukların tüm yüzeyinden ve plastik boruyla doğrusal baktıklarında mum alevini görebilmeleri deneyi birebir deneyimlemelerinden kaynaklanabilir. Böylelikle öğrencilerin çizimlerinde ışık ışınlarını rahatlıkla gösterebildikleri söylenebilir. “Gölge boyu” kavramına yönelik olarak hazırlanan “Gölge Oyunu” çalışma yaprağında yapılan etkinlik sonrası fener veya topun konumunun değiştirilerek, duvarda oluşan gölgenin basit çizimler ile çizilmesi öğrencilerin gölge boylarındaki değişimi somut olarak görmelerine neden olmuştur. Bu sayede öğrenciler ışığın izlediği yol ve gölge oluşumunu uzay-zaman ilişkisi kurarak kavrayabilmişlerdir. Temel düzey bilimsel süreç becerilerinden biri olan çıkarım yapma becerisine yönelik bulgular incelendiğinde öğrencilerin olumlu yönde gelişim gösterdikleri görülmektedir. Öğrencilerin olumlu yönde gelişim göstermesinde süreçte kullanılan TGA yönteminin etkili olduğu düşünülmektedir. TGA yöntemi öğrencilerin fen başarılarının ve derse karşı olumlu tutumlarının gelişmesinde etkilidir (Akgün & Deryakulu 2007; Ayas & Yılmaz 2003; Köseoğlu vd., 2002; Sünkür vd., 2012). TGA yönteminin gözlem aşamasında öğrenciler yapmış oldukları gözlemler sonucunda elde edilen bilgiler ışığında çıkarımlar yapmaktadır. TGA yönteminde gözlem aşamasında yaptıkları tahmin ile gözlemler sonucunda zihinde bir dengesizlik durumu yaşanır. Açıklama aşamasında zihin denge durumuna getirilmeye çalışılır ve öğrenciler yaptığı gözlemler sonucunda açıklamalar yaparlar. Öğrenciler bu durumda kendi çıkarımlarını yapmak zorunda kalmaktadır (Akgün & Deryakulu, 2007). Süreçte kullanılan karekod uygulaması öğrencilere deneylerin yapılışını tekrar tekrar izleme fırsatı sunmuştur. Öğrencilere öğrendikleri bilgileri pekiştirme imkânı sunulmasının çıkarım yapma becerisini olumlu yönde etkilediği düşünülmektedir. Değişkenleri kontrol etme becerisine yönelik bulgular incelendiğinde deneyin birinci aşamasında Emre; ikinci aşamasında ise Cem ve Oya dışındaki tüm öğrencilerde olumlu yönde bir gelişim gözlemlenmiştir. Pilot uygulama sürecinde öğrencilere değişkenler; bağımlı, bağımsız ve kontrol edilen değişken olarak ifade edildiğinde bu ifadeleri anlamadıkları gözlemlenmiştir. Bu nedenle asıl uygulamada bağımlı değişken yerine “Bu deneyde neye baktık?” sorusu, bağımsız değişken yerine “Bu deneyde neleri değiştirdik?” sorusu kontrol edilen değişken yerine ise “Bu deneyde neleri değiştirmedik?” sorusuna yer verilmiştir. Kılavuzda yapılan bu değişikliklerle öğrencilerin sorulan soruyu daha rahat anladıkları bu yüzden değişkenleri kontrol etme becerisinde olumlu bir artış gözlemlendiği söylenebilir. Son olarak iletişim kurma becerisine yönelik bulgular incelendiğinde öğrencilerin olumlu yönde gelişim gösterdikleri görülmektedir. Öğrencilerin iletişim kurma becerisindeki olumlu gelişim çalışma yapraklarında kullanılan vızıltı-22, kartopu, öğrenme galerisi, kart gösterme

ve grup arkadaşlarıyla yaptıkları deneylerden kaynaklanabilir. Aktif öğrenme teknikleri ile öğrencilere görüşlerini ifade edebilecekleri ve akranları ile tartışabilecekleri bir ortam hazırlanmıştır. Böylelikle öğrenciler arasında sosyal ilişkiler artmış ve doğal bir iletişim ortamı kurulmuş olabilir. Nitekim, aktif öğrenme tekniklerinin kullanıldığı öğretim ortamları çok yönlü iletişimin kurulmasına katkı sağlamaktadır (İl, 2018). Ayrıca aktif öğrenme tekniklerinin süreç içerisine entegre edilmesi öğrencilerin sosyal ilişkilerinin gelişimini olumlu etkilemektedir (Chadsey-Rusch, 1992).

Çalışma Trabzon ilinde bulunan 5. sınıf düzeyinde kaynaştırma/bütünleştirme ortamlarına devam eden hafif düzeyde zihinsel yetersizliğe sahip 12 (pilot uygulama için dört öğrenci: üç kız, bir erkek; asıl uygulama için sekiz öğrenci: dört kız, dört erkek) öğrenci ile sınırlıdır. Ayrıca, “Fiziksel olaylar” öğrenme alanında öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin gelişimlerine katkıda bulunacak fen bilimleri deney kılavuzu ışığın doğrusal-her yöne yayılması, kuvvet-ağırlık, tam gölge konu kavramları ile sınırlı tutulmuştur.

### Sonuçlar

Bu bölümde çalışmadan ortaya çıkan sonuçlara yer verilmiştir.

1. Öğrencilerin BiSBeG formunda sorulan sorulara verdikleri cevaplar incelendiğinde hafif düzeyde zihinsel yetersizliğe sahip öğrencilerin büyük çoğunluğunun verileri yorumlama, deney yapma, gözlem yapma, uzay/zaman ilişkilerini kullanma, iletişim kurma, çıkarım yapma, ölçme ve değişkenleri kontrol etme becerilerini kullanma becerilerinde gelişim göstermesinde, öğrencilerin birebir katılımlarının sağlanmasının ve soyut kavramların somutlaştırılmasının etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
2. Üst düzey beceriler arasında yer alan hipotez kurma becerilerinin kısmen gelişmesi, bu becerilerin geliştirilmesinin zor olduğu sonucunu desteklemektedir.
3. Her ne kadar hafif düzeyde zihinsel yetersizliğe sahip öğrencilerin özellikleri dikkate alınarak, uygun yönergeler yazılmış olsa da öğrencilerin temel becerilerinin üst düzey becerilere göre daha kolay geliştiği ortaya çıkmıştır. Bu durum, yapılan müdahalenin hafif düzeyde zihinsel yetersizliğe sahip öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini farklı düzeyde etkilediği sonucunu ortaya çıkarmaktadır.
4. Hafif düzeyde zihinsel yetersizliğe sahip öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinden deney yapma ve gözlem becerisinde daha başarılı olmalarında, zenginleştirilmiş TGA çalışma yapraklarındaki ilgi ve dikkat çekici etkinliklerle ilgili olabilir.
5. Hafif düzeyde zihinsel yetersizliğe sahip öğrencilerin ışığın yayılması gibi soyut kavramları yapılandırmada sıkıntılar yaşamaları, bu öğrencilerin soyut kavramları somut kavramlara göre daha geç öğrendikleri sonucunu ortaya çıkarmaktadır.

### Öneriler

Bu başlık altında çalışmadan ortaya çıkan sonuçlara yönelik öneriler ile yeni araştırmacılar için yapılan bazı öneriler sunulmuştur.

1. Hafif düzeyde zihinsel yetersizliğe sahip öğrencilerde öğrenmenin kalıcı olabilmesi için öğrencilerin süreçte aktif olacağı öğrenme tekniklerine sıkça yer verilmelidir. Ayrıca, hazırlanan kılavuzlardaki etkinliklerde kullanılacak materyallerin somut düzeyde ve kazanıma uygun olarak seçilmesine özen gösterilmelidir.
2. Hafif düzeyde zihinsel yetersizliğe sahip öğrencilerin bireysel farklılıkları dikkate alınarak farklı öğrenme disiplinleri içinde fen bilimleri dersi için hazırlanan bu kılavuza benzer kılavuzlar hazırlanarak öğrencilerin öğrenmelerine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.
3. Mevcut çalışmanın müdahale süresinin sınırlı olması dikkate alındığında, müdahalenin sürdürülebilirliğinin sağlanması adına uzun süreli boylamsal çalışmalar yapılabilir.

### Yazarların Katkı Düzeyleri

Çalışmada araştırma deseninin belirlenmesi ve veri toplama araçlarının geçerlik çalışmalarının yapılmasında Prof. Dr. Muammer Çalık, Prof. Dr. Salih Çepni ve Prof. Dr. Cevriye Ergül’ün görüşlerinden yararlanılmıştır. İngilizce uzun özetin düzeltilmesinde Prof. Dr. Muammer Çalık’ın desteğinden faydalanılmıştır. Makalenin dergi formatına uygun hazırlanması, verilerin düzenlenerek tartışma-sonuç-öneri bölümlerinin düzenlenmesinde Doç. Dr. Tülay Şenel-Çoruhlu, Doç. Dr. Sibel Er-Nas ve Öğretmen Gül Nihal Karagöz görev almışlardır.

### Kaynaklar

- Akgün, Ö. E., & Deryakulu, D. (2007). Düzeltici metin ve tahmin-gözlem-açıklama stratejilerinin öğrencilerin bilişsel çelişki düzeyleri ve kavramsal değişimleri üzerindeki etkisi [The effects of reputational text and predict-observe explain strategies on students' levels of cognitive conflict and conceptual change]. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 40(1), 17-40. [https://doi.org/10.1501/Egifak\\_0000000148](https://doi.org/10.1501/Egifak_0000000148)
- Aktamış, H. (2007). *Fen eğitiminde bilimsel süreç becerilerinin bilimsel yaratıcılığa etkisi: İlköğretim 7. sınıf fizik ünitesi örneği* [The effects of scientific process skills on scientific creativity: The example of primary school seventh grade physics unit] (Tez Numarası: 211593) [Doktora tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Altunsoy, S. (2008). *Ortaöğretim biyoloji öğretiminde araştırmaya dayalı öğrenme yaklaşımının öğrencilerin bilimsel süreç becerilerine, akademik başarılarına ve tutumlarına etkisi* [The effects of scientific process skills on scientific creativity: The example of primary school seventh grade physics unit] (Tez Numarası: 178571) [Yüksek lisans tezi, Selçuk Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Anagün, Ş. S., Ağır, O., & Kaynaş, E. (2010, Mayıs). *İlköğretim öğrencilerinin fen ve teknoloji dersinde öğrendiklerini günlük yaşamlarında kullanım düzeyleri* [Primary school students' usage levels of science and technology course knowledge in their daily lives] [Sözlü bildiri]. 9. Ulusal Sınıf Öğretmenliği Eğitimi Sempozyumu, Fırat Üniversitesi, Elâzığ, Türkiye.
- Atasoy, B. (2004). *Fen öğrenimi ve öğretimi* [Science learning and teaching]. Asil Yayın Dağıtım.
- Ayas, A., & Yılmaz, M. (2003, 15-18 Ekim). *Sınıf öğretmenliği öğrencilerinin asit-baz ve indikatör kavramlarını anlama seviyelerini tespit etmede tahmin gözlem-açıklama (POE) metodunun web ortamında kullanılması* [Using the predictive observation-explanation (POE) method in the web environment to determine the level of understanding of primary school students' acid-base and indicator concepts] [Sözlü bildiri]. 12. Eğitim Bilimleri Kongresi, Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye.
- Aydoğdu, B. (2006). *İlköğretim fen ve teknoloji dersinde bilimsel süreç becerilerini etkileyen değişkenlerin belirlenmesi* [Identification of variables effecting science process skills in primary science and technology course] (Tez Numarası: 189837) [Yüksek lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Aydoğdu, B. (2009). *Fen ve teknoloji dersinde kullanılan farklı deney tekniklerinin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerine, bilimin doğasına yönelik görüşlerine, laboratuvara yönelik tutumlarına ve öğrenme yaklaşımlarına etkileri* [The effects of different laboratory techniques on students' Science process skills, views towards nature of science, attitudes towards laboratory and learning approaches in science and technology course] (Tez Numarası: 239536) [Doktora tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Ayvacı, H. Ş., & Durmuş A. (2016). TGA yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının "ısı ve sıcaklık" konusunda akademik başarılarına etkisi [Effect of laboratory activities based on "predict-observe-explain (POE)" method on pre-service science teachers' academic achievement on "heat and temperature" subject]. *PAU Eğitim Fakültesi Dergisi*, 36, 101-118. <http://dx.doi.org/10.9779/PUJE742>
- Başdaş, E. (2007). *İlköğretim fen eğitiminde, basit malzemelerle yapılan fen aktivitelerinin bilimsel süreç becerilerine, akademik başarıya ve motivasyona etkisi* [The effect of hands-on science learning method in the education of science in primary school on the science process skills, academic achievement and motivation] (Tez Numarası: 200141) [Yüksek lisans tezi, Celal Bayar Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Battal, İ. (2007). *Sınıf öğretmenlerinin ve branş öğretmenlerinin kaynaştırma eğitimine ilişkin yeterliliklerinin değerlendirilmesi (Uşak ili örneği)* [The evaluation of the sufficiency of the class and branch teachers on fusion education (sample of Uşak city)] (Tez Numarası: 205961) [Yüksek lisans tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.



- Baydoğdu, S., & Şahan, H. H. (2018). Öğrenme galerisi öğretim tekniğinin matematik başarısına ve tutuma etkisi [The effect of learning gallery teaching techniques math lesson success and attitude]. *Turkish Studies*, 13(4), 83-98. <http://dx.doi.org/10.7827/TurkishStudies.12957>
- Bevan-Brown, J. (2013). Including people with disabilities: An indigenous perspective. *International Journal of Inclusive Education*, 17(6), 571-583. <https://doi.org/10.1080/13603116.2012.694483>
- Bıçer, E., & Sarı, O. T. (2017). Normal gelişim gösteren ve hafif düzeyde zihinsel engelli öğrencilerin zihin kuramı ve yürütücü işlev becerileri arasındaki ilişkinin incelenmesi [Examination of the relationship between theory of mind and executive function skills for students with normal development and students with mild mental disabilities]. *Eđitimde Kuram ve Uygulama*, 13(2), 261-276. <https://doi.org/10.17244/eku.310222>
- Bilen, K. (2009). *Tahmin et-gözle-açıkla yöntemine dayalı laboratuvar uygulamalarının öğretmen adaylarının kavramsal başarılarına, bilimsel süreç becerilerine, tutumlarına ve bilimin doğası hakkındaki görüşlerine etkisi [The effects of a laboratory instruction designed based on the predict-observation-explain strategy on pre service teachers' on conceptual achievement, science process skills, attitudes and views about the nature of science]* (Tez Numarası: 234458) [Doktora tezi, Gazi Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Bilen, K., & Aydoğdu, M. (2012). Tahmin et-gözle-açıkla (TGA) stratejisine dayalı laboratuvar uygulamalarının öğrencilerin bilimsel süreç becerileri ve bilimin doğası hakkındaki düşünceleri üzerine etkisi [The effect of a laboratory approach based on predict-observation-explain (POE) strategy on the development of students' science process skills and views about nature of science]. *Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 11(1), 49- 69. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/223353>
- Bozdoğan, A. E., Taşdemir, A., & Demirbaş, M. (2006). Fen bilgisi öğretiminde işbirlikli öğrenme yönteminin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini geliştirmeye yönelik etkisi [The effect of cooperative learning method in science education on improving the students' science process skills]. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 7(11), 23-26.
- Brotherton, P. N., & Preece, P. F. (1996). Teaching science process skills. *International Journal of Science Education*, 18(1), 65-74. <https://doi.org/10.1080/0950069960180106>
- Cawley, J. F. (1994). Science for students with disabilities. *Remedial and Special Education*, 15(2), 67-71. <https://doi.org/10.1177/074193259401500202>
- Chadsey-Rusch, J. (1992). Toward defining and measuring social skills in employment settings. *American Journal on Mental Retardation*, 96(4), 405-418. <https://psycnet.apa.org/record/1992-21218-001>
- Chmiliar, I. (2010). *Multiple-case designs*. SAGE Publications.
- Cohen, L., & Manion, L. (1994). *Research methods in education* (4th ed.). Rutledge Publishing.
- Colley, K. E. (2006). Understanding ecology content knowledge and acquiring science process skills through project-based science instruction. *Science Activities*, 43(1), 26-33. <https://doi.org/10.3200/SATS.43.1.26-33>
- Çalık, M., & Bayçelebi, Z. (2020). Developing and implementing prediction-observation-explanation worksheets of healthy foods. *Elementary Education Online*, 19(3), 18-39. <https://doi.org/10.17051/ilkonline.2020.735188>
- Çapraz, C. (2016). *Ortaokul özel alt sınıfta öğrenim gören zihinsel yetersizliği olan öğrencilere doğrudan öğretim yöntemiyle bazı maddelerin "katı-sıvı-gaz" hallerinin öğretimi [Teaching solid-liquid-gas states of some substances to students with intellectual disabilities in a secondary special sub-class through direct instruction method]* (Tez Numarası: 433815) [Doktora tezi, Atatürk Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Çelikler, D., & Kara, F. (2016). Ortaokul 5. sınıf öğrencilerinin "maddenin değişimi" ünitesindeki bilgilerini günlük yaşamla ilişkilendirebilme düzeyleri açısından hazırbulunuşluklarının belirlenmesi [Determining the readiness level of 5th grade students' on relating their knowledge about "change of matter" unit to daily life experiences]. *Kafkas Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 17, 21-39. <https://doi.org/10.9775/kausbed.2016.002>

- Çepni, S., Ayas, A., Johnson, D., & Turgut, M. F. (1997). *Fizik öğretimi [Physics teaching]*. Milli Eğitim Geliştirme Projesi Hizmet Öncesi Öğretmen Eğitimi.
- Çepni, S. (2010). *Araştırma ve proje çalışmalarına giriş [Introduction to research and project studies]*. Erol Ofset Matbaacılık ve Ambalaj Sanayi.
- Çiftçi, Ç. (2019). *5E öğrenme modelinin lise öğrencilerinin çözünürlük dengesi konusundaki başarılarına ve bilimsel süreç becerilerine etkisinin incelenmesi [The examination of the impact of 5E learning cycle model on the success of high school students in solubility equilibrium and scientific process skills]* (Tez Numarası: 584214) [Yüksek lisans tezi, Hacettepe Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Çifci-Tekinarslan, İ. (2019). Zihinsel yetersizliği olan öğrenciler. İ. H. Diken (Ed.), *Özel eğitime gereksinimi olan öğrenciler ve özel eğitim [Students with special education needs and special education]* içinde (ss. 157-193). Pegem Akademi.
- Davies, J. M., & Ball, D. W. (1978). Utilization of the elementary science study with educable mentally retarded students. *Journal of Research in Science Teaching*, 15(4), 281-286.
- Er-Nas, S., Şenel-Çoruhlu, T., Çalık, M., Ergül, C., & Gülay, A. (2019). Öğrenme güçlüğü yaşayan ortaokul öğrencilerine yönelik fen deneyleri kılavuzunun etkililiğinin incelenmesi [Investigating the effectiveness of the science experiments guidebook for students with learning disabilities]. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Özel Eğitim Dergisi*, 20(3), 501-534. <https://doi.org/10.21565/ozelegitimdergisi.484937>
- European Commission. (2007). *Science education now: A renewed pedagogy for the future of Europe*. European Commission. <https://www.eesc.europa.eu/sites/default/files/resources/docs/rapportrocardfinal.pdf>
- Friend, M. (2011). *Special education: Contemporary perspectives for school professionals*. Pearson Education.
- Geren, N. Ö., & Dökme, İ. (2015). 5E öğrenme modeline dayalı etkinliklerin öğrencilerin bilimsel süreç becerileri ve akademik başarılarına etkisi [The effect of 5E learning model-based activities on students' scientific process skills and academic achievement]. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 11(1), 76-95. <https://doi.org/10.17860/efd.70372>
- Germann, P. J. (1994). Testing a model of science process skills acquisition: An interaction with parents' education, preferred language, gender, science attitude, cognitive development, academic ability, and biology knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(7), 749-783. <https://doi.org/10.1002/tea.3660310707>
- Germann, P. J., & Aram, R. J. (1996). Student performances on the science processes of recording data, analyzing data, drawing conclusions, and providing evidence. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(7), 773-798. [https://doi.org/10.1002/\(SICD\)1098-2736\(199609\)33:7<773::AID-TEA5>3.0.CO;2-K](https://doi.org/10.1002/(SICD)1098-2736(199609)33:7<773::AID-TEA5>3.0.CO;2-K)
- Gönener, H. D., Güler, Y., Altay, B., & Açıl, A. (2010). Zihinsel engelli çocukların evde bakımı ve hemşirelik yaklaşımı. *Gaziantep Tıp Dergisi*, 16(2), 57-65. <https://eurjther.com/en/caring-of-a-mental-impaired-child-at-home-and-nursing-approach-161107>
- Güven, M. (2008). Öğretim materyali ve tasarım süreci [Instructional material and design process]. K. Selvi (Ed.), *Öğretim teknolojileri ve materyal tasarımı* içinde (ss. 165-212). Anı Yayıncılık.
- Hızlıok, A. (2012). *İlköğretim birinci kademe 4. sınıflar ve teknoloji dersinde uygulanan bilimsel süreç becerileri temelli etkinliklerinin öğrencilerinin fen ve teknoloji öz yeterliklerine ve akademik başarılarına etkisi [Determine the impact of the activities which are applied to the students of primary 4th class, based on the science process skills, on the students' self-efficacy in science and technology and the academic achievements]* (Tez Numarası: 323620) [Yüksek lisans tezi, Niğde Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Hountz, L. E., & Watson, S. M. R. (1999). Modifying hands-on science lessons for students with special needs: A model of collaboration. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED444823.pdf>

- İl, İ. (2018). *Aktif öğrenme yönteminin 5. sınıf öğrencilerinin sözlü iletişim becerilerine (konuşma-dinleme) etkisi ve öğrencilerin aktif öğrenme uygulamalarına ilişkin görüşleri [The effect of active learning methods on oral communication skills of the 5th grade students (speech-listening) and opinions of the students on active learning practices]* (Tez Numarası: 531165) [Yüksek lisans tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Kara, E. (2017). *Tahmin et-gözle-açıkla stratejisine dayalı fen öğretiminin ortaokul 5. sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine ve başarısına etkisinin araştırılması [Investigation of the effect of science teaching based on the guess-observe-explain strategy on the scientific process skills and achievement of 5th grade students]* (Tez Numarası: 469640) [Yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Karaer, G., & Melekoğlu, M. A. (2020). Özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilere fen bilimleri öğretimi üzerine yapılan çalışmaların incelenmesi [Review of studies on teaching science to students with specific learning disabilities]. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Özel Eğitim Dergisi*, 21(4), 789-811. <https://doi.org/10.21565/ozelegitimdergisi.532903>
- Karahan, Z. (2006). *Fen ve teknoloji dersinde bilimsel süreç becerilerine dayalı öğrenme yaklaşımının öğrenme ürünlerine etkisi [The effect of learning approach based on scientific process skills on learning products in science and technology lesson]* (Tez Numarası: 187350) [Yüksek lisans tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Karsli-Baydere, F., Ayas, A., & Çalik, M. (2019). Effects of 5Es learning model on pre-service science teachers' conceptual understanding and science process skills: A case of gases and gas laws. *Journal of the Serbian Chemical Society*, 85(4), 559-573. <https://doi.org/10.2298/JSC190329123D>
- Katzir, T., Kim, K., Wolf, M., O'Brien, B., Kennedy, B., Lovett, M., & Morris, R. (2006). Reading fluency: It is more than parts. *Annals of Dyslexia*, 56(1), 51-82. <https://doi.org/10.1007/s11881-006-0003-5>
- Kearney, M., & Treagust, D. F. (2001). Constructivism as a referent in the design and development of a computer program using interactive digital video to enhance learning in Physics. *Australian Journal of Educational Technology*, 17(1), 64-79. <https://doi.org/10.14742/ajet.1773>
- Kıncır, S. (2014). *5. sınıf sosyal bilgiler dersindeki gerçekleşen düşler ünitesinin öğretiminde 5E modelinin bilimsel süreç becerilerine, akademik başarıya ve tutuma etkisi [The effects of 5E model on the scientific process skills, academic achievement and attitude towards the course of the unit the dreams which became real in the 5th grade social studies lesson]* (Tez Numarası: 372184) [Yüksek lisans tezi, Akdeniz Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Kılıç, G., Haymana, F., & Bozyılmaz, B. (2008). İlköğretim fen ve teknoloji dersi öğretim programının bilim okuryazarlığı ve bilimsel süreç becerileri açısından analizi [Analysis of the elementary science and technology curriculum of Turkey with respect to different aspects of scientific literacy and scientific process]. *Eğitim ve Bilim*, 33(150), 52-63. <http://egitimvebilim.ted.org.tr/index.php/EB/article/view/630>
- Kınık-Topalsan, A. (2019). Öğretmen adaylarının yenilikçi öğretim uygulamaları sonrası fen bilimleri dersi öğretimi sırasında tercih ettikleri strateji, yöntem, teknik ve taktiklerin değerlendirilmesi. *Education Sciences*, 14(2), 81-96. <https://www.doi.org/10.12739/NWSA.2019.14.2.1C0691>
- Knight, V. F., Spooner, F., Browder, D. M., Smith, B. R., Charles L., & Wood, C. L. (2013). Using systematic instruction and graphic organizers to teach science concepts to students with autism spectrum disorders and intellectual disability. *Focus on Autism and Other Developmental Disabilities*, 28(2), 115-126. <https://doi.org/10.1177/1088357612475301>
- Kozcu-Çakır, N. K., & Sarıkaya, M. (2018). Fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerinin değerlendirilmesi [Evaluation of science process skills of pre-service science teachers]. *Turkish Studies*, 13(4), 859-884. <http://dx.doi.org/10.7827/TurkishStudies.12823>
- Köseoğlu, F., Tümay, H., & Kavak, N. (2002, 16-18 Eylül). *Yapılandırıcı öğrenme teorisine dayanan etkili bir öğretim yöntemi: Tahmin et-gözle-açıkla- "buz ile su kaynatılabilir mi?" [An effective teaching method based on constructivist learning theory: Guess-observe-explain- "Can water be boiled with ice?"]* [Sözlü bildirisi]. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara, Türkiye.

- Kujawinski, D. B. (1997). Assessment and evaluation of science process skills in secondary school biology laboratories [Doctoral dissertation, State University of New York]. <https://www.proquest.com/docview/304386738/fulltextPDF/F58467438E954A02PQ/1?accountid=7181>
- Lerner, J. (2000). *Learning disabilities: Theories, diagnosis, and teaching strategies*. Houghton Mifflin.
- Liew, C. W. (2004). *The effectiveness of predict-observe-explain technique in diagnosing students' understanding of science and identifying their level of achievement* [Unpublished doctoral dissertation]. Curtin University of Technology.
- Mastropieri, M. A., & Scruggs, T. E. (1994). Text versus hands-on science curriculum: Implications for students with disabilities. *Remedial and Special Education*, 15(2), 72-85. <https://doi.org/10.1177%2F074193259401500203>
- Melber, L. (2004). Inquiry for everyone: Authentic science experiences for students with special needs. *Teaching Exceptional Children Plus*, 1(2), 1-11. <http://escholarship.bc.edu/education/tecplus/vol1/iss2/>
- Mercer, C. D., & Mercer, A. R. (2005). *Teaching students with learning problems* (7th ed.). Merrill/PrenticeHall.
- Mete, P., Çapraz, C., & Yıldırım, A. (2017). Zihinsel yetersizliğe sahip öğrenciler için fen eğitimi [Science education for intellectual disabled students]. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 21(1), 289-304. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/475792>
- Millî Eğitim Bakanlığı [Ministry of National Education]. (2008). *Özel eğitim ve rehabilitasyon merkezi zihinsel engelli bireyler destek eğitim programı* [Special education and rehabilitation center mentally disabled individuals support education program]. [https://orgm.meb.gov.tr/meb\\_iys\\_dosyalar/2013\\_09/04010347\\_zihinselengellibireylerdeitekimprogram.pdf](https://orgm.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2013_09/04010347_zihinselengellibireylerdeitekimprogram.pdf)
- Mutlu, S. (2012). *Bilimsel süreç becerileri odaklı fen ve teknoloji eğitiminin ilköğretim öğrencilerinin bilimsel süreç becerileri, motivasyon, tutum ve başarı üzerine etkileri* [The effects of science and technology education based on scientific process skills on scientific process skills, motivation, attitude, and achievement of elementary school students] (Tez Numarası: 304643) [Yüksek lisans tezi, Trakya Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- National Research Council. (1996). *National science education standards*. National Academy Press.
- National Research Council. (2000). *Inquiry and the national science education standards: A guide for teaching and learning*. National Academy Press.
- Orhan, S., & Genç, K. G. (2015). Engellilere yönelik ülkemizdeki özel eğitim hizmet uygulamaları ve örnek ülke karşılaştırması [Implementations of special education services for disabled in Turkey and a comparison]. *Sosyal Politika Çalışmaları Dergisi*, 35(2), 115-146. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/spcd/issue/21125/227532>
- Özel Eğitim Hizmetleri Yönetmeliği [Special Education Services Regulation]. (2018). T.C. Resmî Gazete, (30471), 7 Temmuz 2018, 1-46.
- Özsoy, Y., Özyürek, M., & Eripek, S. (1997). *Özel eğitime muhtaç çocuklar* [Children in need of special education]. Karatepe Yayınları.
- Özyılmaz-Akamca, G. (2008). *İlköğretimde analogiler, kavram karikatürleri ve tahmin-gözlem-açıklama teknikleriyle desteklenmiş fen ve teknoloji eğitiminin öğrenme ürünlerine etkisi* [The effects of science and technology education based on analogies, concept cartoons and predict-observe-explain techniques on learning outcomes] (Tez Numarası: 220317) [Doktora tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Patton, J. R. (1995). Teaching science to students with special needs. *Teaching Exceptional Children*, 27(4), 4-6. <https://doi.org/10.1177/004005999502700401>

- Pınarbaşı, T., Doymuş, K., Canpolat, N., & Bayrakçeken, S. (1998, 23-25 Eylül). *Üniversite kimya bölümleri öğrencilerinin bilgilerini günlük hayatla ilişkilendirebilme düzeyleri [The levels of university chemistry students' associating their knowledge with daily life]* [Sözlü bildiri]. 3. Ulusal Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, Türkiye.
- Ramig, J. E., Bailer, J., & Ramsey, M. J. (1995). *Teaching science process skills*. Good Apple.
- Rillero, P. (1998). Process skills and content knowledge. *Science Activities*, 35(3), 3-4. <https://doi.org/10.1080/00368129809600910>
- Rubin, R. L., & Norman, J. T. (1992). Systematic modeling versus learning cycle: Comparative effects on integrated science process skills achievement. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(1), 715-727. <https://doi.org/10.1002/tea.3660290708>
- Russell, D. W., Lusac, K. B., & Mcrobbie, C. J. (2004). Role of the microcomputer-based laboratory display in supporting the construction of new understandings in thermal physics. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(2), 165-185. <https://doi.org/10.1002/tea.10129>
- Saputro, A. D., Irwanto-Atun, S., & Wilujeng, I. (2019). The impact of problem solving instruction on academic achievement and science process skills among prospective elementary teachers. *Elementary Education Online*, 18(2), 496-507. <https://doi.org/10.17051/ilkonline.2019.561896>
- Savaş, E. (2011). *Akran öğretimi destekli bilimsel süreç becerileri laboratuvar yaklaşımının öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerine etkisi [Effect of the science process skills laboratory approach supported with peer instruction on science process skills of teacher candidates]* (Tez Numarası: 299367) [Yüksek lisans tezi, Balıkesir Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Scharmann, L. C. (1989). Developmental influences of science process skill instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, 26(8), 715-726. <https://doi.org/10.1002/tea.3660260807>
- Scruggs, T. E., & Mastropieri, M. A. (1995). Science and students with mental retardation: An analysis of curriculum features and learner characteristics. *Science Education*, 79(3), 251-271. <https://doi.org/10.1002/sce.3730790303>
- Scruggs, T. T., Mastropieri, M. A., Bakken, J. P., & Brigham, F. J. (1993). Reading vs. doing: The relative effects of textbook-based and inquiry oriented approaches to science education in special education classrooms. *The Journal of Special Education*, 27(1), 1-15. <https://doi.org/10.1177/002246699302700101>
- Sevimay-Özer, D. (2005). *Engelliler için beden eğitimi ve spor [Physical education and sports for the disabled]* (2. baskı). Nobel Yayın Dağıtım.
- Stavroussi, P., Papalexopoulos, P. F., & Vavougiou, D. (2010). Science education and students with intellectual disability: Teaching approaches and implications". *Problems of Education in the 21<sup>st</sup> Century*, 19, 103-112. <http://oaji.net/articles/2014/457-1399917637.pdf>
- Sucuoğlu, B. (2009). Zihinsel engelli tanımları, sınıflandırma ve yaygınlık. B. Sucuoğlu (Ed.), *Zihin engelliler ve eğitimleri [Mentally disabled and their education]* içinde (ss. 51-80). Kök Yayıncılık.
- Sünkür, Ö., Arıbaş M., S., İlhan, M., & Sünkür, M. (2012). Tahmin et-gözle-açıkla yöntemi ile desteklenmiş yansıtıcı düşünmeye dayalı etkinliklerin 7. sınıf öğrencilerinin fen bilimleri dersine yönelik tutumlarına etkisi [The effects of activities based on reflective thinking assisted by prediction-observation-explanation method on the science and technology course attitudes of 7th grade students]. *Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25(33), 25-35. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/231604>
- Taşar, M. F., Temiz, B. K., & Tan, M. (2002, Eylül). *İlköğretim fen öğretim programında hedeflenen öğrenci kazanımlarının bilimsel süreç becerilerine göre sınıflandırılması [Classification of student outcomes targeted in the primary school science curriculum according to scientific process skills]* [Sözlü bildiri]. 5. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara, Türkiye.
- Taşkın, Ö., & Koray, Ö. (2006). *Fen ve teknoloji öğretimi [Science and technology teaching]*. Arı Matbaacılık.

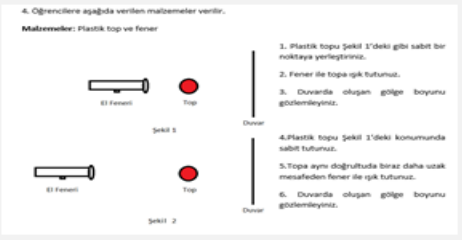
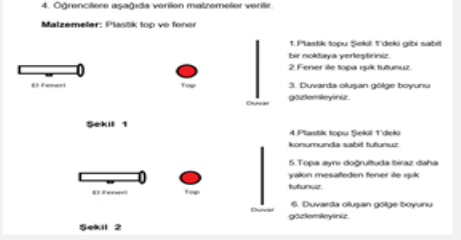
- Tavşancıl, E., & Aslan, E. (2001). *Sözel, yazılı ve diğer materyaller için içerik analizi ve uygulama örnekleri* [Content analysis and application examples for verbal, written and other materials]. Epsilon Yayınevi.
- Temiz, K. B. (2007). *Fizik öğretiminde öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin ölçülmesi* [Assessing science process skills in physics teaching] (Tez Numarası: 205396) [Doktora tezi, Gazi Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Tokur, F. (2011). *TGA stratejisinin fen bilgisi öğretmen adaylarının bitkilerde büyüme gelişme konusunu anlamalarına etkisi* [The effect of POE strategy on preservice science teachers understanding the subject of growth-development in plants] (Tez Numarası: 355536) [Yüksek lisans tezi, Adıyaman Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Türköz, G. (2015). *Bilimin doğası etkinliklerinin öğrencilerin kavramsal anlama, bilimsel süreç becerileri ve bilimin doğası anlayışlarına etkisi* [The effect of nature of science activities on students' scientific process skills, conceptual learning and nature of science approaches] (Tez Numarası: 406989) [Doktora tezi, Pamukkale Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Türkiye İstatistik Kurumu [Turkish Statistical Institute]. (2010). *Engellilerin sorun ve beklentileri araştırması* [Researching the problems and expectations of the disabled].
- Ünalı, Ö. (2012). *Bilimsel süreç becerilerine dayalı fen eğitiminin öğrencilerin fen ve teknoloji dersine ilişkin tutumlarına ve bilimsel süreç becerilerine etkisi* [Effect of the scientific process skills-based science education on students' science attitudes and scientific process skills] (Tez Numarası: 311761) [Yüksek lisans tezi, Ankara Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Villanueva, M. G., Taylor, J., Therrien, W., & Hand, B. (2012). Science education for students with special needs. *Studies in Science Education*, 48(2), 187-215. <https://doi.org/10.1080/14703297.2012.737117>
- Walters, Y. B., & Soyibo, K. (2001). An analysis of high school students' performance on five integrated science process skills. *Research in Science & Technological Education*, 19(2), 133-145. <https://doi.org/10.1080/02635140120087687>
- Wellington, J. (1994). *Secondary science: Contemporary issues and practical approaches*. Routledge.
- Werts, M. G., Culatta, R. A., & Tompkins, J. R. (2007). *Fundamentals of special education: What every teacher needs to know*. Pearson/Merrill Prentice Hall.
- White, R., & Gunstone, R. (1992). *Prediction-observation-explanation*. In R. White & R. Gunstone (Eds.), *Probing understanding* (pp. 44-64). The Falmer Press.
- Woodward, J. (1994). The role of models in secondary science instruction. *Remedial and Special Education*, 15, 94-104. <https://doi.org/10.1177/074193259401500205>
- Yalın, H. İ. (2017). *Öğretim teknolojileri ve materyal geliştirme*. Nobel Akademik.
- Yazıcıoğlu, P. A. (2019). *Fen bilimleri dersinde mektup yazma etkinliğinin 5. sınıf ışığın yayılması/fiziksel olaylar ünitesinde öğrencilerin başarılarına etkisi ve mektup yazma etkinliği hakkında öğrenci görüşlerinin belirlenmesi* [The effect of letter writing activity in science class on the success of students in the 5th grade light diffusion/physical events unit and determination of student opinions about letter writing activity] (Tez Numarası: 554370) [Yüksek lisans tezi, Giresun Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Yeany, R. H., Yap, K. C., & Padilla, M. J. (1986). Analyzing hierarchical relationship among modes of cognitive reasoning and integrated science process skills. *Journal of Research in Science Teaching*, 23(4), 277-291. <https://doi.org/10.1002/tea.3660230403>
- Yıldırım, M., Çalik, M., & Özmen, H. (2016). A meta-synthesis of Turkish studies in science process skills. *International Journal of Environmental and Science Education*, 11(14), 6518-6539. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1115726>
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2005). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* [Qualitative research methods in social sciences]. Seçkin Yayınevi.

Ekler

Ek A

“BiSBeG Formunun” Pilot Çalışması Sonunda Yapılan Değişiklikler

Fiziksel Olaylar Öğrenme Alanında Kullanılan “BiSBeG Formunun” Pilot Çalışması

Kılavuzun İlk Hali	Kılavuzun Son Hali	Değişiklik Yapılmasının Gereksesi
Bu deney neyi kanıtlamak için yapılmış olabilir?	Sizce bu deneyin amacı nedir? Bu deney neyi kanıtlamak için yapılacak olabilir?	Pilot çalışma sonrasında öğrencilerin bu soruya cevap veremedikleri görülmüştür. Soru alan uzmanlarımız görüşleri alarak yeniden düzenlenmiştir.
Plastik boru doğrusal mı yoksa eğimli iken mi ışık ışınlarını gözlemleyebilir? Tahminimizi aşağıda verilen boşluğa yazınız.	Plastik boru doğrusal mı yoksa bükürek, eğimli iken mi ışık ışınlarını gözlemleyebiliriz? Tahminimizi aşağıda verilen boşluğa yazınız.	“Plastik boru doğrusal mı yoksa eğimli iken mi ışık ışınlarını gözlemleyebilir?” ifadesi kaldırılmıştır. Bunun yerine “Plastik boru doğrusal mı yoksa bükürek eğimli iken mi ışık ışınlarını gözlemleyebiliriz?” ifadesi eklenmiştir. Öğrencilerin soruyu daha net anlayabilmeleri için “eğimli” kelimesi yerine deneyin yapıldığı ortamda kullanılan “bükürek eğimli” kelimesi kullanılmıştır.
Bu deney sonucunda ışık ile ilgili hangi sonuçlara ulaşabilirsiniz?	Bu deney sonucunda ışığın yayılmasıyla ilgili hangi sonuçlara ulaşabilirsiniz?	Pilot çalışmada öğrencilerin bu soruyu anlamadıkları görülmüştür. Soru öğrencilerin anlayabilecekleri şekilde yeniden düzenlenmiştir.
Mumdan çıkan ışık ışınlarının ne şekilde yayılacağını gösteriniz.	Mumdan çıkan ışık ışınlarının ne şekilde yayılacağını aşağıdaki boşluğa çizerek gösteriniz.	Öğrencilerden asıl istenen vurgulamak için soru yeniden düzenlenmiştir.
Yapmış olduğunuz gözlemlerden yararlanarak, ışığın nasıl yayıldığını söyleyebilirsiniz.	Sizce ışık ışınları nasıl yayılır? Açıklayınız.	Öğrencilerin deneyi gerçekleştirmeden önce tahminlerini alabilmek için sorudan “Yapmış olduğunuz gözlemlerden yararlanarak, ışığın nasıl yayıldığını söyleyebilirsiniz.” ifadesi kaldırılmıştır. Bunun yerine “Sizce ışık ışınları nasıl yayılır?” ifadesi eklenmiştir.
(Dinamometreyi kalibre ettikten sonra kullanınız.)	-	Dinamometreler öğretmenler tarafından kalibre edildikten sonra öğrencilere verilmiştir. Bu yüzden bu ifade kaldırılmıştır.
Tahmin: Sizce hangisi en ağırdır? Aşağıda verilen boşluğa yazınız.	Tahmin: Sizce yukarıda verilen malzemelerden hangisi en ağırdır? Aşağıda verilen boşluğa yazınız.	Soru öğrencilerin anlayabilecekleri şekilde daha açık bir dil kullanarak yeniden düzenlenmiştir.
Tahmin: Sizce hangisi en hafiftir? Aşağıda verilen boşluğa yazınız.	Tahmin: Sizce yukarıda verilen malzemelerden hangisi en hafiftir? Aşağıda verilen boşluğa yazınız.	Soru öğrencilerin anlayabilecekleri şekilde daha açık bir dil kullanarak yeniden düzenlenmiştir.
4. Öğrencilere aşağıda verilen malzemeler verilir. Malzemeler: Plastik top ve fener.  1. Plastik topu Şekil 1'deki gibi sabit bir noktaya yerleştiriniz. 2. Feneri de topa ışık tutunuz. 3. Duvarda oluşan gölge boyunu gözlemleyiniz. 4. Plastik topu Şekil 1'deki konumunda sabit tutunuz. 5. Topa aynı doğrultuda biraz daha uzak mesafeden feneri de ışık tutunuz. 6. Duvarda oluşan gölge boyunu gözlemleyiniz.	4. Öğrencilere aşağıda verilen malzemeler verilir. Malzemeler: Plastik top ve fener.  1. Plastik topu Şekil 1'deki gibi sabit bir noktaya yerleştiriniz. 2. Feneri de topa ışık tutunuz. 3. Duvarda oluşan gölge boyunu gözlemleyiniz. 4. Plastik topu Şekil 1'deki konumunda sabit tutunuz. 5. Topa aynı doğrultuda biraz daha yakın mesafeden feneri de ışık tutunuz. 6. Duvarda oluşan gölge boyunu gözlemleyiniz.	Pilot çalışma sonrasında öğrencilerin deneyi kolay yapabilmeleri ve aradaki farkı daha net görebilmeleri için deney yeniden düzenlenmiştir. Fener ilk olarak topa uzaktan daha sonra yakından tutulmuştur. Şekil buna göre tekrar düzenlenmiştir.
Hangi durumda topun duvardaki gölgesi en büyüktür? Açıklayınız.	Sizce hangi durumda topun duvardaki gölgesi en büyüktür? Tahminimizi aşağıda verilen boşluğa yazınız.	Öğrencilerin deneyden önce tahminlerini alabilmek için soruyu yeniden düzenlenmiştir.
Bu deneydeki değişkenler nelerdir? Bağımlı değişken Bağımsız değişken Kontrol değişkeni	Aşağıda verilen soruların cevaplarını yazınız. Bu deneyde neleri değiştirdik? Bu deneyde neye baktık? Bu deneyde neleri değiştirmedik?	Pilot çalışmada öğrencilerin bağımlı ve bağımsız değişken sorusuna cevap veremedikleri görülmüştür. Bu nedenle asıl uygulamada bağımlı ve bağımsız değişken kavramları yerine değişkenleri bulabilecekleri daha anlaşılır sorularla değiştirilmiştir. Bu değişikliğin kılavuzun tamamında yapılmıştır.
-	Bu deney sonucunda gölge boyuyla ilgili hangi sonuçlara ulaşabilirsiniz?	Pilot uygulaması sonrasında öğrencilere deney sonrasında gölge boyu kavramıyla ilgili sonuç sorusu sorulmadığı fark edilmiştir. Bu yüzden uzman görüşleri alarak yeni bir soru hazırlanmıştır.

## Ek B

### Fiziksel Olaylar Öğrenme Alanı Bilimsel Süreç Beceri Gelişim Formları

#### 1-İşığın doğrusal/her yöne yayılması kavramlarına yönelik BiSBeG formu

##### 1. Deney

**Malzemeler:** Bir adet mum, plastik boru, kibrit

**Not:** Aşağıdaki soruları deneyi yapmadan önce cevaplayınız.

**Hipotez Kurma:** Sizce bu deneyin amacı nedir? Bu deney neyi kanıtlamak için yapılacak olabilir?

**Tahmin etme:** Plastik boru doğrusal mı yoksa bükerek eğimli iken mi ışık ışınlarını gözlemlenebilir? Tahmininizi aşağıda verilen boşluğa yazınız. Açıklayınız.

##### Deneyin yapılışı:

- 1.Mumu kibrit kullanarak yakınız.
- 2.Plastik boruyu doğrusal şekilde iken mum alevine tutunuz. Alevi doğru bakınız.
- 3.Mum alevini görüp görmediğinizi aşağıdaki tabloya not ediniz.
- 4.Plastik boruyu hafif bükerek eğimli hale getiriniz.
- 5.Büktüğünüz boruyla mum alevine doğru bakınız. Mum alevini görüp görmediğinizi aşağıdaki tabloya yazınız.

Yapılan işlem	Plastik Boru Doğrusal İken		Plastik Boru Eğimli Halde İken	
	Göründü	Görünmedi	Göründü	Görünmedi
Mum alevi				

**Verileri yorumlama:** Mum alevini plastik boru hangi durumda iken görebildiniz? Aşağıda verilen boşluğa yazınız. Açıklayınız.

**Uzay/zaman ilişkilerini kullanma:** Mumdan çıkan ışık ışınlarının ne şekilde yayılacağını aşağıdaki boşluğa çizerek gösteriniz.

**Çıkarım yapma:** Bu deney sonucunda ışığın yayılmasıyla ilgili hangi sonuçlara ulaşabilirsiniz?

**İletişim kurma:** Bu deneyde öğrendiğin bilgileri arkadaşına nasıl anlattırırın?

##### 2. deney:

**Malzemeler:** Mumluk, mum, kibrit

**Not:** Aşağıdaki soruları deneyi yapmadan önce cevaplayınız.

**Hipotez kurma:** Sizce bu deneyin amacı nedir? Bu deney neyi kanıtlamak için yapılacak olabilir?

**Tahmin etme:** Sizce ışık ışınları nasıl yayılır? Aşağıda verilen boşluğa yazınız.

##### Deneyin yapılışı:

1. Üzerinde delikler bulunan mumluk içerisine elinizdeki mumu yerleştiriniz.
2. Mumu kibritle yakınız.
- 3.Mum alevinin mumluk üzerindeki deliklerden görünme durumunu gözlemleyiniz. (Karanlık bir ortam yaratmak için örtü kullanabilirsiniz.)

**Uzay/zaman ilişkilerini kullanma:** Aşağıda verilen boşluğa mumdan çıkan ışınların şeklini çiziniz.



**Verileri yorumlama:** Bu deney sonucunda ışık ışınlarının yayılması ile ilgili ne söylenebilir?



**İletişim kurma:** Bu deneyde öğrendiğin bilgileri arkadaşına nasıl anlattırısın?

## 2-Kuvvet/Ağırlık kavramlarına yönelik BiSBeG formu

### 3. deney:

**Malzemeler:** Dinamometre, okul çantası, bir adet portakal, kalem kutusu, not defteri, poşet

**Not:** Aşağıdaki soruları deneyi yapmadan önce cevaplayınız.

**Tahmin etme:** Sizce yukarıda verilen malzemelerden hangisi en hafiftir? Lütfen tahmininizi yazınız.

**Hipotez kurma:** Sizce bu deneyin amacı nedir? Bu deney neyi kanıtlamak için yapılacak olabilir?

### Deneğin yapılışı:

1. Dinamometreyi kullanarak okul çantanız, kalem kutunuz, not defteriniz ve portakalınızın ağırlıklarını ölçünüz. Portakalın ağırlığını ölçerken poşet kullanmayı unutmayınız.

2. Ölçtüğünüz değerleri aşağıda verilen tabloya kaydediniz.

Maddeler	Dinamometrede ölçülen değer	Ağırlık (Newton)
Okul çantası		
Not defteri		
Portakal		
Kalem kutusu		

**Verileri yorumlama:** Maddeleri ağırlıklarına göre büyükten küçüğe doğru sıralayınız.

**Çıkarım yapma:** Maddelerin ağırlıkları ile ilgili nasıl bir yorum yapabilirsiniz?

**İletişim kurma:** Bu deneyde öğrendiğin bilgileri arkadaşına nasıl anlattırısın?

## 3-Tam gölge kavramına yönelik BiSBeG formu

### 4. deney:

**Malzemeler:** Plastik top ve fener

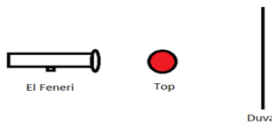
**Not:** Aşağıdaki soruları deneyi yapmadan önce cevaplayınız.

**Hipotez kurma:** Sizce bu deneyin amacı nedir? Bu deney neyi kanıtlamak için yapılacak olabilir?

**Tahmin etme:** Sizce hangi durumda topun duvardaki gölgesi en büyüktür? Tahmininizi aşağıda verilen boşluğa yazınız.



Şekil 1



Şekil 2

### **Deneğin yapılışı:**

1. Plastik topu Şekil 1'deki gibi sabit bir noktaya yerleştiriniz.
2. Fener ile topa ışık tutunuz.
3. Duvarda oluşan gölge boyunu gözlemleyiniz.
4. Plastik topu Şekil 1'deki konumunda sabit tutunuz.
5. Topa aynı doğrultuda biraz daha yakın mesafeden fener ile ışık tutunuz.
6. Duvarda oluşan gölge boyunu gözlemleyiniz.

**Not:** Aşağıdaki soruları deneyi yaptıktan sonra cevaplayınız.

**Uzay/zaman ilişkilerini kullanma:** Aşağıda verilen boşluğa topun oluşturduğu gölgeyi çiziniz. (Top sabit konumdadır)

Fener topa yakın iken

Fener toptan uzaklaşınca

**Verileri yorumlama:** Bu deney sonucunda gölge boyuyla ilgili hangi yorumda bulunabilirsin?

**Değişkenleri kontrol etme:** Aşağıda verilen soruların cevaplarını yazınız.

a) Bu deneyde neleri değiştirdik?

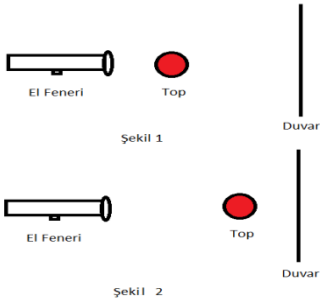
b) Bu deneyde neye baktık?

c) Bu deneyde neleri değiştirmedik?

**İletişim kurma:** Bu deneyde öğrendiğin bilgileri arkadaşına nasıl anlattırırın?

**Not:** Aşağıdaki soruları deneyi yapmadan önce cevaplayınız.

**Hipotez kurma:** Sizce bu deneyin amacı nedir? Bu deney neyi kanıtlamak için yapılacak olabilir?



**Tahmin etme:** Hangi durumda topun duvardaki gölgesi en büyüktür? Tahmininizi aşağıda verilen boşluğa yazınız. **Deneyin yapılışı:**

1. El fenerini Şekil 1'deki gibi sabit bir noktaya yerleştiriniz.
2. Fener ile topa ışık tutunuz.
3. Duvarda oluşan gölge boyunu gözlemleyiniz.
4. Plastik topu Şekil 1'deki konumunda sabit tutunuz.
5. Topu fenerden uzaklaştırınız. Fener ile topa ışık tutunuz.
6. Duvarda oluşan gölge boyunu gözlemleyiniz.

**Not:** Aşağıdaki soruları deneyi yaptıktan sonra cevaplayınız.

**Uzay/zaman ilişkilerini kullanma:** Aşağıda verilen boşluğa topun oluşturduğu gölgeyi çiziniz. (Fener sabit konumdadır)

Top fenerine yakın iken

Top fenerden uzaklaşınca

**Verileri yorumlama:** Bu deney sonucunda gölge boyuyla ilgili hangi yorumda bulunabilirsin?

**Değişkenleri kontrol etme:** Aşağıda verilen soruların cevaplarını yazınız.

a) Bu deneyde neleri değiştirdik?

b) Bu deneyde neye baktık?

c) Bu deneyde neleri değiştirmedik?

**İletişim kurma:** Bu deneyde öğrendiğin bilgileri arkadaşına nasıl anlattırırın?

## Ek C

## BiSBeG Formu Dereceli Puanlama Anahtarı

BECERİ	PUAN	PERFORMANS GÖSTERGELERİ
GÖZLEM	4	Duyu organları kullanılarak gözlem yapılmış, gözlem içeriğinin tamamı bilimsel olarak doğru bir şekilde ifade edilmiştir.
	3	Duyu organları kullanılarak gözlem yapılmış, gözlem içeriği bilimsel olarak kısmen doğru bir şekilde ifade edilmiştir.
	2	Duyu organları kullanılarak gözlem yapılmış, gözlem içeriği bilimsel olarak hatalı veya alternatif kavram içerecek şekilde ifade edilmiştir.
	1	Duyu organları kullanılarak deneyin amacına uygun gözlem yapılmamıştır.
TAHMİN	4	Deneyin amacına ilişkin bir tahmin yapılmıştır.
	3	Deneyin amacını kısmen kapsayan bir tahmin yapılmıştır.
	2	Deneyin amacından tamamen farklı bir tahmin yapılmıştır.
	1	Hiçbir tahmin yapılmamıştır.
SINIFLAMA	4	Benzer-farklı özellikler kullanılarak bilimsel olarak doğru bir şekilde sınıflama yapılmıştır.
	3	Benzer-farklı özellikler kullanılarak bilimsel olarak kısmen doğru sınıflama yapılmıştır.
	2	Benzer-farklı özellikler kullanılarak bilimsel olarak hatalı veya alternatif kavram içeren sınıflama yapılmıştır.
	1	Benzer-farklı özellikler kullanılarak bir sınıflama yapılmamıştır.
ÖLÇME	4	Ölçme işlemi yapılmış ve bilimsel olarak doğru ölçüm bulunmuştur.
	3	Ölçme işlemi tam yapılmış ve kısmen doğru ölçüm bulunmuştur.
	2	Ölçme işlemi eksik yapılmış veya alternatif kavram içeren ölçüm bulunmuştur.
	1	Ölçme işlemi yapılmamıştır.
VERİLERİ YORUMLAMA	4	Deneyden elde edilen veriler kaydedilmiş ve bilimsel olarak doğru bir şekilde yorumlanmıştır.
	3	Deneyden elde edilen veriler kaydedilmiş ve bilimsel olarak kısmen doğru bir şekilde yorumlanmıştır.
	2	Deneyden elde edilen veriler kaydedilmiş ve bilimsel olarak doğru bir şekilde yorumlanmamıştır.
	1	Deneyden elde edilen veriler kaydedilmemiş ve bilimsel olarak doğru bir şekilde yorumlanmamıştır.
HİPOTEZ KURMA	4	Verilen olaydaki bağımsız değişkenin bağımlı değişkene etkisi doğru bir şekilde ifade edilmiştir.
	3	Verilen olaydaki bağımsız değişkenin bağımlı değişkene etkisi kısmen doğru bir şekilde ifade edilmiştir.
	2	Verilen olaydaki bağımsız değişkenin bağımlı değişkene etkisi, yanlış veya alternatif kavram içeren bir şekilde ifade edilmiştir.
	1	Verilen olaydaki bağımsız değişkenin bağımlı değişkene etkisi ifade edilmemiştir.
DEĞİŞKENLERİ KONTROL ETME	4	Deney sonucunu etkileyen bağımlı, bağımsız ve kontrol değişkenler bilimsel olarak doğru bir şekilde ifade edilmiştir.
	3	Deney sonucunu etkileyen bağımlı, bağımsız ve kontrol değişkenlerinden ikisi bilimsel olarak doğru bir şekilde ifade edilmiştir.
	2	Deney sonucunu etkileyen bağımlı, bağımsız ve kontrol değişkenlerinden biri bilimsel olarak doğru bir şekilde ifade edilmiştir.
	1	Deney sonucunu etkileyen bağımlı, bağımsız ve kontrol değişkenler ifade edilmemiştir.
ÇIKARIM YAPMA	4	Olay ya da durum hakkında bilimsel olarak istenilen sonuca ulaşılmıştır.
	3	Olay ya da durum hakkında bilimsel olarak kısmen doğru sonuca ulaşılmıştır.
	2	Olay ya da durum hakkında hatalı veya alternatif kavram içeren bir sonuca ulaşılmıştır.
	1	Deneyde ölçülen büyüklükler birbirleri arasında bilimsel olarak doğru bir şekilde kıyaslanmıştır.
SAYILARI KULLANMA	4	Deneyde ölçülen büyüklükler birbirleri arasında bilimsel olarak doğru bir şekilde kıyaslanmıştır.
	3	Deneyde ölçülen büyüklükler birbirleri arasında bilimsel olarak kısmen doğru bir şekilde kıyaslanmıştır.
	2	Deneyde ölçülen büyüklükler birbirleri arasında hatalı veya alternatif kavram içeren bir şekilde kıyaslanmıştır.
	1	Deneyde ölçülen büyüklükler birbirleri arasında kıyaslanamamıştır.

BECERİ	PUAN	PERFORMANS GÖSTERGELERİ
UZAY/ZAMAN İLİŞKİLERİNİ KULLANMA	4	Nesneler düzlem ve üç boyutlu şekillerine göre bilimsel olarak doğru bir şekilde kâğıda çizilmiştir.
	3	Nesneler düzlem ve üç boyutlu şekillerine göre bilimsel olarak kısmen doğru bir şekilde kâğıda çizilmiştir.
	2	Nesneler düzlem ve üç boyutlu şekillerine göre hatalı veya alternatif kavram içeren bir şekilde kâğıda çizilmiştir.
	1	Nesneleri düzlem ve üç boyutlu şekillerine göre kâğıda çizilmemiştir.
DENEY YAPMA	4	Verilen araç-gereçlerle ve kılavuza uygun olarak bilimsel bir şekilde deney yapılmıştır.
	3	Verilen araç-gereçlerle ve kılavuza uygun olarak rehber eşliğinde yönergeli olarak deney yapılmıştır.
	2	Verilen araç-gereçlerle ve kılavuza uygun olarak hatalı veya alternatif kavram içeren bir deney yapılmıştır.
	1	Verilen araç-gereçlerle ve kılavuza uygun bir deney yapılmamıştır.
İLETİŞİM KURMA	4	Deney sonucunda öğrenilen bilgiler sözel/görsel iletişim yoluyla bilimsel olarak doğru bir şekilde aktarılmıştır.
	3	Deney sonucunda öğrenilen bilgiler sözel/görsel iletişim yoluyla bilimsel olarak kısmen doğru bir şekilde aktarılmıştır.
	2	Deney sonucunda öğrenilen bilgiler sözel/görsel iletişim yoluyla hatalı veya alternatif kavram içeren bir şekilde aktarılmıştır.
	1	Deney sonucunda öğrenilen bilgiler sözel/görsel iletişim yoluyla aktarılamamıştır.
İŞLEMSEL TANIMLAMA	4	Doğrudan ölçülemeyen değişkenler ya da olaylar bilimsel olarak doğru bir şekilde ifade edilmiştir.
	3	Doğrudan ölçülemeyen değişkenler ya da olaylar bilimsel olarak kısmen doğru bir şekilde ifade edilmiştir.
	2	Doğrudan ölçülemeyen değişkenler ya da olaylar hatalı veya alternatif kavram içeren bir şekilde ifade edilmiştir.
	1	Doğrudan ölçülemeyen değişkenler ya da olaylar ifade edilememiştir.



## The Effectiveness of the Experimental Guidebook on the Science Process Skills of Students with Mild Mental Disabilities\*

Tülay Şenel-Çoruhlu<sup>1</sup>

Sibel Er-Nas<sup>2</sup>

Muammer Çalık<sup>3</sup>

Cevriye Ergül<sup>4</sup>

Salih Çepni<sup>5</sup>

Gül Nihal Karagöz<sup>6</sup>

### Abstract

**Introduction:** The main problem of this study was to “How does Science Experimental Guidebook enriched by active learning techniques and Prediction-Observation-Explanation (POE) worksheets related to the "Physical Events" learning area change the scientific process skills of inclusion/integration students with mild mental disabilities?" The aim of this research is to prepare the Science Experimental Guidebook enriched by active learning techniques and POE worksheets, and examine its effect on science process skills of students with mild mental disabilities.

**Method:** Through case study research method, 12 fifth grade students with mild mental disabilities participated in the current study. The first phase of the POE worksheets included buzz 22 technique, while the second phase contained experiments and applications of QR codes. Also, the third phase incorporated snowball technique and electively one of learning gallery and card display techniques.

**Findings:** After the treatment, it was determined that majority of the students with mild mental disabilities improved their science process skills in interpreting data, experimenting, observing, using space/time relations, communicating, inferring, measuring and controlling variables and they could not improve in some skills.

**Discussion:** It has been concluded that it is effective for students with mild mental disabilities to develop their scientific process skills, to ensure one-to-one participation of students and to embody abstract concepts. An opportunity to reinforce the experiments that QR code applications have done over and over again.

**Implications:** Given the guidebook of the “physical events” topic, similar guidebooks should be prepared for different learning disciplines.

**Keywords:** Science process skills, mild mental disability, science experimental guidebook, physical events, inclusion/integration.

*To cite:* Şenel-Çoruhlu, T., Er-Nas, S., Çalık, M., Ergül, C., Çepni, S., & Karagöz, G. N. (2022). The effectiveness of the experimental guidebook on the science process skills of students with mild mental disabilities. *Ankara University Faculty of Educational Sciences Journal of Special Education*, 23(4), 775-809. <https://doi.org/10.21565/ozelegitimdergisi.826644>

\*This study was produced from the master's thesis of the last author, supported by some of the data collected within the scope of TUBITAK (project no: 118R017) project. The authors would like to thank the entire project team and TUBITAK for their kind helps

<sup>1</sup>**Corresponding Author:** Assoc. Prof., Trabzon University, E-mail: tselnel@trabzon.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-0263-7844>

<sup>2</sup>Assoc. Prof., Trabzon University, E-mail: sibelernas@trabzon.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-5970-2811>

<sup>3</sup>Prof. Dr., Trabzon University, E-mail: muammer38@trabzon.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0001-8323-8783>

<sup>4</sup>Prof. Dr., Ankara University, E-mail: cergul@ankara.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0001-6793-6469>

<sup>5</sup>Prof. Dr., Uludağ University, E-mail: cepnisalih@uludag.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0003-2343-8796>

<sup>6</sup>Teacher, Ağrı Cumhuriyet Middle School, E-mail: gulnihalkaragoz61@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-1416-0892>

## Introduction

Inclusive education not only enables mainstreamed students with intellectual disabilities to share the same classroom with their peers but also develops their social interactions. Therefore, inclusive education should be organized to meet the needs of mainstreamed students with mild mental disabilities. Further, related resource rooms should be planned to support their needs if necessary. Because inclusive education (with resource rooms) purpose to improve their daily-life skills (Battal, 2007), special education teachers and subject-specific teachers (i.e., science teachers) prepare "Individualized Education Program (IEP)" given the needs of mainstreamed students with mild mental disabilities (Er-Nas et al., 2019). Hence, IEP offers educational opportunities for them to optimize their learning capacities/competencies in regard to their own learning speed/needs. In brief, inclusive education through resource rooms and IEP attempts to increase self-confidence, social inclusion and academic success levels of mainstreamed students with mild mental disabilities (Battal, 2007).

Since science curricula have intended to improve students' science process skills, they have a pivotal role at achieving the goals of any science curriculum. Science process skills facilitate science learning, afford students to retain their newly generated knowledge/skills into long-term memory, actively engage in their own learning responsibilities, and learn about scientific research methods (Çepni et al., 1997). Also, science process skills are used to solve daily-life problems (Taşar et al., 2002). Even though researchers somewhat differently express and group science process skills, they mostly agree that science process skills have two common groups (e.g., basic and integrated skills) (Aydoğdu, 2009; Germann, 1994; Kılıç et al., 2008; Ramig et al., 1995; Rubin & Norman, 1992; Wellington, 1994; Yeany et al., 1986). Basic science process skills cover prediction, observation, comparison, communication, inference, classification and measurement, whilst integrated science process skills contain formulating hypotheses, collecting and interpreting data, defining operationally, determining and controlling variables, modeling and experimenting (Kılıç et al., 2008). Students, who acquire science process skills properly, can solve their encountered daily life problems by means of scientific ways and methods alike scientists (Bozdoğan et al., 2006). The development of science process skills positively increases students' conceptual understanding, academic achievements and attitudes towards science.

The current literature has revealed that any improvement in science process skills increases students' academic success levels (Aydoğdu, 2006; Geren & Dökme, 2015; Kara, 2017; Kıcıır, 2014; Saputro et al., 2019), conceptual understanding (Türköz, 2015), attitudes towards science (Aydoğdu, 2006; Kıcıır, 2014), critical thinking and creativity (Aktamış, 2007; Karahan, 2006; Mutlu, 2012). That is, the more science process skills develop the more they pose other related skills/outcomes. Yıldırım et al. (2016), who synthesized 200 Turkish studies on science process skills, addressed that there was no study on special education. This means that the current study will fill in an important gap in the related literature. Similarly, Karaer and Melekoğlu (2020), who reviewed science education studies focusing on students with specific learning disabilities, reported that any intervention study of science process skills occurred. The foregoing issues call for alternative pedagogical materials/ways that develop science process skills of mainstreamed students with mild mental disabilities.

Because "physical events" topic contains abstract concepts, students find it problematic to understand and visualize in their minds (Anagün et al., 2010; Çelikler & Kara, 2016; Pınarbaşı et al., 1998; Yazıcıoğlu, 2019). To challenge students' difficulties of this topic, the POE worksheets may provide a proper pedagogical way. That is, the POE worksheets enriched by active learning techniques enable students to gain first-hand experiences and reinforce their newly generated knowledge/skills. To make inclusive education sustainable, further studies are needed to empower science process skills of students with mild mental disabilities.

The aim of this research is to prepare the Science Experimental Guidebook enriched by active learning techniques and POE worksheets and examine its effect on science process skills of students with mild mental disabilities. The following research question guided the current study: "What is the effect of the science experimental guidebook on science process skills of students with mild mental disabilities?"

## Method

### Research Design

This study used case study method to deeply investigate the effect of the science experimental guidebook on science process skills of students with mild mental disabilities. Hence, the development of science process skills was individually examined for each student. Since each student in the study group was evaluated as a whole and considered independent cases, the holistic multi-case pattern of the special case method was preferred (Cohen & Manion, 1994).

### Sample Group

The sample group of the study consisted of 12 students (three females and one male for pilot study; four females and four males for real study) with mild mental disabilities drawn from secondary schools in the city of Trabzon. The pilot study was carried out in the spring semester of the 2018-2019 academic year, whereas the real study was implemented in the fall semester of the 2019-2020 academic year. Given research ethics, the authors used pseudo names for the students (e.g., Ada, Ali, Berk, Cem, Ece, Emre, Nur and Oya). One student (Cem) started support training in 2011, one student (Ali) 2013, one student (Emre) 2014, one student (Ece) 2015 and four students (Ada, Berk, Nur and Oya) in 2018. Only one of the students (Ece) did not attend supplementary education. Other students continued their support training at the same institution. In the study group, five students (Ada, Berk, Ece, Nur and Oya) studied science, seven students (Ada, Berk, Cem, Ece, Emre, Nur and Oya) math and seven students (Ada, Ali, Berk, Cem, Ece, Emre and Nur) received support from the Turkish course.

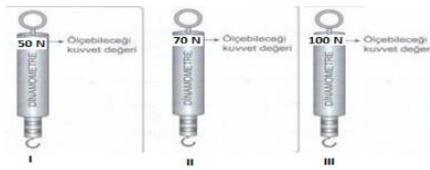
Sample group was established with the selection of purposeful samples. Each of the students in the study was diagnosed with mild mental disability through medical and educational diagnoses. Information about student diagnostic information was obtained from student files found in the guidance service with the guidance of the school administration.

### Data Collection

Before developing related worksheets and activities, 10 science teachers and 10 special education teachers were interviewed to decide the experiments and possible observable performances. Three POE worksheets were developed for the "Physical Events" learning domain. Developmental form for Science Process Skills (DFSPS) and worksheets were separately prepared for each related concept. That is, the POE worksheets and DFSPS employed the same science process skills through the relevant concepts. For instance, the worksheet "I Measure Force" focusing on developing such science process skills as predicting, hypothesis, measuring, interpreting data and making inferences, while the DFSPS deployed the experiment "I measure weights" to measure the same skills (see Table 1 for the sample POE worksheet and DFSPS).

**Table 1**

*The Content of the Worksheet "I Measure Force" and Developmental Form for Science Process Skills*

Targeted SPS	"I measure force" worksheet	Developmental form for science process skills																													
Predicting	Is your water-filled flask or notebook heavier?	Which of the foregoing materials is the lightest? Please write your prediction(s).																													
Formulating hypothesis	What can you prove using these materials? Please write down your response.	What do you think about the purpose of this experiment? What could this experiment prove?																													
Measuring	Fill in related table in regard to your collected data.	Record your measured values onto related table.																													
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Objects</th> <th>Values on the dynamometer</th> <th>Weight (Newton)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Water bottle</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Book</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pencil case</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Notebook</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Objects	Values on the dynamometer	Weight (Newton)	Water bottle			Book			Pencil case			Notebook			<table border="1"> <thead> <tr> <th>Objects</th> <th>Values on the dynamometer</th> <th>Weight (Newton)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>School bag</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Notebook</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Orange</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pencil case</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Objects	Values on the dynamometer	Weight (Newton)	School bag			Notebook			Orange			Pencil case	
Objects	Values on the dynamometer	Weight (Newton)																													
Water bottle																															
Book																															
Pencil case																															
Notebook																															
Objects	Values on the dynamometer	Weight (Newton)																													
School bag																															
Notebook																															
Orange																															
Pencil case																															
Interpreting data	Please sort out the objects in regard to their weights.	Sort out the objects according to their weights How can you make an inference given the weights of the objects?																													
Inferring	 <p>As seen from the picture, there are three different dynamometers. Which of them is used to measure a force of 80 Newton? Please explain your reason(s).</p>																														
Communicating	How would you tell your friend the information you learned in this experiment?	How would you tell your friend the information you learned in this experiment?																													

Note: SPS = science process skill.

Two teachers (one science teacher and one special education teacher) and project team (two science educators, one special education expert and one chemistry educator) examined the DFSPS to ensure the suitability of the experiments and data collection tools. They confirmed that the experiments and data collection tools were appropriate for the mainstreamed students with mild mental disabilities. In addition, the DFSPS was pilot-tested with two students to test its comprehensibility and applicability. Hence, such a procedure illuminated the suitability of the DFSPS, implementation duration, and clarity of the questions.

### Development of Science Experiment Guidebook

The student worksheet comprises of the “attracting attention, activity and evaluation” phases and (POE) strategy was integrated into these phases. The ‘attracting attention’ phase covers buzz 22, ‘activity’ phase includes experiments and QR coded videos and the ‘evaluation’ phase incorporates snowball and card showing/learning gallery techniques.

While devising the POE worksheets, the researchers used hands-on experiments, active learning techniques, avatars and QR codes. Hence, they purposed to illustrate physical identities/features of the mainstreamed students with mild mental disabilities. Then, they placed their avatars into each student’s guidebook to stimulate their senses of belonging to the guidebook. Moreover, the researchers videotaped all experiments in a science laboratory and uploaded them to the Youtube as unlisted. Later, they embedded their QR-codes into the guidebook. After the students implemented the experiments, the teacher allowed them to watch the experiments with QR-codes. Thus, the researchers intended to help the mainstreamed students with mild mental disabilities retain their gained knowledge/skills in their long-term memories. For the POE worksheets, the first phase included buzz 22 technique, while the second phase contained the experiments and applications of QR codes. Also, the third phase incorporated the snowball technique and electively one of the learning gallery and card display techniques. The names, key concepts and links of the experiments in the worksheets in the science guidebook are given in Table 2.

**Table 2**

*Worksheet Name, Names Of Experiments, Key Concepts and Links*

Worksheet name	Experiment name	Key concepts	Links
Are you ready to explore the light?	How does light spread?	Linear propagation of light	<a href="https://youtu.be/tfKTYMH5jUU_Q">https://youtu.be/tfKTYMH5jUU_Q</a>
	Are you ready to explore the sight?	Propagation of light in all directions	<a href="https://youtu.be/tJYiraf3W5g">https://youtu.be/tJYiraf3W5g</a>
I'm measuring the force	Measuring force	Force, weight	<a href="https://youtu.be/jlX0a4ftJ9A">https://youtu.be/jlX0a4ftJ9A</a>
Shadow play	Shadow play	Shadow length	<a href="https://youtu.be/mQvSj5Xnw">https://youtu.be/mQvSj5Xnw</a>

### Data Analysis

After examining relevant literature (Karsli-Baydere et al., 2020; Kozcu-Çakır & Sarıkaya, 2018; Savaş, 2011; Temiz 2007; Ünalı, 2012), the researchers decided to analyze the DFSPS through a 4-point score. Two of the researchers observed each student’s performances and scored their performances in regard to the DFSPS. Furthermore, the inter-rater consistency was found to be .80, which is higher than the acceptable value (.70) (Tavşancıl & Aslan, 2001). The data were presented for each science process skill by means of tables.

### Results

Findings from the DFSPS form; based on the subject/concept related to the three worksheets in the science guidebook was presented under the headings such as; “Linear / all-direction propagation of light”, “force / weight”, “umbra”. Pre-Post Test Development Levels of Students ' Scientific Process Skills in DFSPS Form presented in Table 3.



**Table 3**

*Pre-Post Test Development Levels of Students' Scientific Process Skills in DFSPS Form*

Subj.	SPS	Ada		Ali		Berk		Cem		Ece		Emre		Nur		Oya	
		PrT	PsT	PrT	PsT	PrT	PsT	PrT	PsT	PrT	PsT	PrT	PsT	PrT	PsT	PrT	PsT
Linear / all-direction propagation of light	Hypothesis formulating	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	3
	Predicting	3	3	3	3	3	3	3	3	1	1	1	3	3	3	3	3
	Interpreting data	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3	3	3
	Space/time relationship	2	2	1	1	1	1	4	4	1	4	1	4	1	4	1	1
	Inferring	3	4	1	4	1	4	4	4	1	4	1	4	1	4	4	4
	Communicating	1	4	3	3	3	3	1	4	3	3	1	3	3	4	3	3
	Observation	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4
	Experimentation	3	4	3	4	3	4	4	4	3	4	3	4	4	4	4	4
	Hypothesis formulating	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3
	Predicting	1	3	1	3	3	3	1	1	3	3	1	2	3	3	1	3
Force / Weight	Space/time relationship	1	1	1	4	1	1	4	4	1	1	1	1	1	4	4	4
	Interpreting data	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3	3	4	1	3	3	3
	Communicating	1	1	1	3	1	1	1	1	1	3	1	3	1	1	3	3
	Experimentation	3	3	3	4	3	4	4	4	3	3	3	3	4	4	4	4
	Observation	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	4	3	4
	Predicting 1	4	4	1	4	4	4	4	4	4	1	1	4	4	4	4	4
	Predicting 2	1	4	1	4	1	1	4	4	4	1	4	4	1	4	4	4
	Hypothesis formulating	1	4	1	1	1	3	1	4	1	4	1	1	3	4	3	4
	Measuring	4	4	4	4	1	4	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	Interpreting data	4	4	4	4	1	4	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Umbra	Inferring	1	1	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	4	1	1	1
	Communicating	1	4	1	1	1	4	1	4	2	4	3	3	4	1	4	3
	Experimentation	3	4	3	3	3	4	4	4	3	3	3	3	4	4	4	4
	Observation	3	4	4	4	1	4	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	Hypothesis formulating	1	3	3	3	1	3	1	3	1	3	1	1	3	1	1	3
	Predicting	4	1	4	4	1	1	4	4	4	4	1	4	1	1	4	4
	Space/time relationship	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	Interpreting data	1	4	1	4	3	4	4	4	1	4	1	4	4	4	4	4
	Controlling variables	3	4	1	4	1	4	4	4	1	4	3	1	4	4	4	4
	Communicating	1	4	3	4	1	3	1	4	1	4	1	3	4	4	4	1
Umbra	Hypothesis formulating	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3	1	1	3	1	1	1
	Predicting	1	4	1	1	4	4	4	4	1	1	4	4	4	4	4	4
	Space/time relationship	1	4	1	4	4	4	4	4	4	4	1	4	4	4	4	4
	Interpreting data	1	4	1	4	3	4	4	4	3	3	1	1	3	4	1	3
	Controlling variables	3	4	2	4	3	3	3	2	3	3	2	2	4	4	4	3
	Communicating	2	4	1	4	3	4	1	4	1	3	1	3	3	3	3	4
	Experimentation	3	4	3	4	3	4	4	4	3	4	3	4	4	4	4	4
	Observation	3	3	3	3	3	4	4	4	3	3	3	3	4	4	4	4

Note: Subj = subject; PrT = pre test; PsT = post test.

As seen in Table 3, the findings of the DFSPS showed that a positive increase was observed in communication, experimentation and observation skills for the concepts of "linear/diffusion of light in all directions"; A partial improvement has been observed in the skills of using space/time relationships, interpreting and predicting data. When Table 3 is examined, it is observed that a positive improvement was observed in the skills of predicting, hypotheses formulating, measuring, interpreting data, communicating, inferring, experimenting and observing for the concept of force and umbra. In addition, it was determined that students improved their skills of using space / time relationships in the concept of full shadow and controlling variables.

### Discussion

The findings of the DFSPS showed that the students with mild mental disabilities were good at formulating hypothesis for the concepts of force and umbra. However, they indicated no positive development at formulating hypothesis for the concept of light propagation (except for Oya and Ece). This may stem from abstract feature of the concept of light propagation. That is, the science experiments on the concept of light propagation may have deficiencies at making this concept concrete. Phrased differently, the students may have not visualized the concept through the guidebook. Further, the fact that formulating hypothesis is categorized under high-level SPS may have restricted their positive development of this skill. In other words, this means that the students with mild mental disabilities have difficulties in formulating hypothesis and positively developing it (Aydoğdu, 2006; Brotherton & Preece, 1996; German & Aram, 1996). Moreover, the use of the worksheets enriched with the students' individual characteristics, science experiments (e.g., shadow play) and active learning techniques seems to have resulted in limited progression and development for the “formulating hypothesis” skill. It can be concluded that making sense of abstract concepts directly affects the development of the ‘formulating hypothesis’ skill given the characteristics of the students with mild mental disabilities (Başdaş, 2007; MoNE, 2008; Taşkın & Koray, 2006).

The findings of the “prediction” skill revealed a positive development/progression. This may come from integrating Prediction-Observation-Explanation (POE) method into the worksheets (Çalık & Bayçelebi, 2020; Er-Nas et al., 2019). Namely, the fact that POE method asks students for making predictions before an event or experiment under investigation may have triggered their skills of prediction (Atasoy, 2004; Kearney & Treagust, 2001; White & Gunstone, 1992). During the implementation of the guidebook, the students with mild mental disabilities were asked to make their own predictions and then write them into the worksheet. Also, after conducting the related science experiment(s), they observed the phenomena and events under investigation and explained any consistency or inconsistency between their predictions and observations. Such a procedure seems to not only have eliminated their difficulties of prediction but also resulted in a positive development/change in their skills of prediction for the post-test. This finding is also consistent with those of previous studies showing that the POE method positively improves students' science process skills (Bilen, 2009; Bilen & Aydoğdu 2012; Liew, 2004; Özyılmaz-Akamca, 2008; Russell et al., 2004; Tokur 2011). Because students use their previous experiences to predict any issue or phenomenon or topic (Çepni et al., 1997), the students with mild mental disabilities can easily predict the weights of the objects that they frequently encounter in daily life.

Positive improvements in the experimental and observation skills of the students with mild mental disabilities may result from the objects/materials (e.g., candles, shaped candle holders, plastic balls, lanterns, puppets, props, colored stripes, pencil box, school bag, play dough, water bottle and notebook) used in the guidebook. That is, they may have attracted their attention to the course and stimulated their curiosity levels for the “observation and experimentation” skills. This suggests that students with mild mental disabilities need to be attracted and focused on relevant activities (MoNE, 2008). Their avatars embedded within the guidebook may have developed a sense of belonging to the guidebook. In addition, the researchers tried to pay more attention to suitable tools/experiments/activities/techniques to support their developmental levels. Thus, this may have engendered an improvement/change in their “experimentation and observation” skills.

Even though Walters and Soyibo (2001) found that the students were not good at acquiring high-order science process skills such as interpreting data, the current study elicited positive improvements/changes in the “data interpretation” skills of the students with mild mental disabilities. This may come from their active engagement with science learning process. In a similar vein, since they took their own responsibilities for science learning, they seem to have had an opportunity to retain their learned knowledge/skills into long-term memory. This means that such a learning environment increasing their active roles for science learning and exploiting easily accessible tools/materials makes their science learning and related skills/knowledge permanent and meaningful (Çiftçi, 2019). Furthermore, Needless to say that the use of daily-life examples they have frequently encountered may have positively contributed to their development levels of the “data interpretation” skill. Phrased differently, the students with mild mental disabilities need to be exposed to concrete examples or first-hand experiences to comprehend relevant concepts in that they have some pitfalls at achieving Piagetian abstract operations (Biçer & Sarı, 2017). For this reason, any abstract concept should be concretized and associated with daily life for the students with mild mental disabilities (Çelikler & Kara, 2016).

## **Conclusions**

The results of the DFSPS showed that majority of the students with mild mental disabilities improved their skills of interpreting, experimenting, observing, using space/time relations, communicating, inferring, measuring and controlling variables. However, the students with mild mental disabilities partially improved their skills of formulating hypotheses and predicting after the treatment. In addition, their development levels of science process skills were not the same for the science experiments. This implies that the quality of any science experiment differently influences their science process skills and experimental performance levels. In fact, this may stem from the features of the guidebook, which took the characteristics of the students with mild mental disabilities into consideration and provided appropriate instructional tasks/activities/experiments for them. The fact that the guidebook incorporates in the enriched worksheets, active learning techniques and POE method seems to have improved their developmental levels of experimentation and observation skills. Because these students have difficulties at attention and attention span, their learning processes should include interesting activities/tasks/experiments and easily complete in a short-time. Also, these activities/tasks/experiments ought to have concise language/knowledge and instructional goals.

## **Implications**

Since the students with mild mental disabilities learn easily concrete concepts vis-à-vis abstract ones, they have possessed difficulties in imagining and comprehending such abstract concepts as light propagation. To deal with these difficulties, they need to be engaged in active learning techniques. Hence, such a learning environment can not only improve their science process skills but also facilitate their science learning. Overall, future studies should continue to prepare similar guidebooks for other science topics/areas by integrating more high-order SPS into science learning/learning environment.

## **Author's Contributions**

In determining the research pattern in the study and conducting studies on the validity of data collection tools, Prof. Dr. Muammer Çalık, Prof. Dr. Salih Çepni and Prof. Dr. Cevriye Ergül's views were used. In correction of an extended abstract in English, Prof. Dr. Muammer Çalık's support has been benefited. Preparation of the article in accordance with the journal format, editing the data and editing the discussion-conclusion-proposal sections Assoc. Prof. Dr. Tülay Şenel-Çoruhlu, Assoc. Prof. Dr. Sibel Er-Nas and Teacher Gül Nihal Karagöz worked together.