

Öğrenme Güçlüğü Olan Öğrencilere Fen Bilimleri Öğretiminde Kullanılan Müdahaleler: Tek-Denekli Araştırmaların Sistematik Derlemesi

Interventions Used in Science Education for Students with Learning Disabilities: A Systematic Review of Single-Case Research

Murat Pehlevan, Çıgıl Aykut

Yazar Bilgileri

Murat Pehlevan 
Öğretmen, Millî Eğitim
Bakanlığı,
mpehlevan55@gmail.com

Çıgıl Aykut 
Prof. Dr., Gazi Üniversitesi,
Özel Eğitim,
cigil@gazi.edu.tr

ÖZ

Fen bilimleri eğitiminin gerekliliklerini karşılamak öğrenme güçlüğü olan öğrenciler için ciddi bir zorluktur. Dolayısıyla bu gruptaki öğrencilere fen bilimleri öğretimi destekleyecek deneysel kalitesi güçlü müdahalelerin belirlenmesi önemli görülmektedir. Bu araştırmanın amacı; öğrenme güçlüğü olan öğrencilere fen bilimleri öğretiminde kullanılan müdahalelerden tek denekli deneysel desenlerle desenlenmiş 2010-2024 yılları arasında yürütülen çalışmaları, deneysel kaliteleri ve betimsel özellikleri açısından incelemektir. Sistematik derleme olarak gerçekleştirilen bu çalışmada dâhil etme kriterlerini karşılayan 20 çalışmaya ulaşılmıştır. Bulgulara göre; çoğunlukla ortaokul düzeyindeki katılımcılara yer verildiği, teknoloji destekli uygulamaların sıklıkla kullanıldığı, öğretimde ağırlıklı olarak canlılar ve yaşam konusunun ele alındığı belirlenmiştir. Araştırmaların güvenilirlik katsayılarının yüksek olduğu ve genelleme verisinin sınırlı sayıdaki çalışmada toplandığı görülmektedir. Çalışmaların etkililik bulguları müdahalelerin tamamının hedef davranışların öğretiminde etkili olduğunu göstermektedir. Araştırmaların çoğunluğu What Works Clearinghouse (2020) standartlarını istenen düzeyde karşılayamamıştır. Bulgular alan yazını doğrultusunda tartışılmış gelecekte planlanacak araştırmalara ilişkin önerilerde bulunulmuştur.

Makale Bilgileri

Anahtar Kelimeler
Öğrenme güçlüğü
Fen öğretimi
Tek-denekli deneysel desen
Desen standartları

Keywords
Learning disabilities
Science teaching
Single-case experimental design
Design standards

Makale Geçmişi
Geliş: 28.10.2025
Kabul: 10.06.2026

ABSTRACT

Meeting the requirements of science education poses a substantial challenge for students with learning disabilities. Accordingly, identifying evidence-based interventions with strong experimental quality to support their science learning is important. This study aims to examine, in terms of experimental quality and descriptive characteristics, studies on science education interventions for students with learning disabilities that employed single-case experimental designs and were conducted between 2010 and 2024. Implemented as a systematic review, the study identified 20 articles meeting the inclusion criteria. Findings indicate that participants were predominantly at the middle-school level, technology-supported applications were frequently utilized; and instruction most often focused on the “life and living organisms” domain. Reliability coefficients were generally high, whereas generalization measures were collected in a limited number of studies. Effectiveness results showed that all interventions were effective in teaching target behaviors. The majority of the studies did not meet the What Works Clearinghouse (2020) standards without reservations. The results are discussed in light of the literature, and recommendations are offered for future research.

Makale Türü

Derleme

Önerilen Atıf Pehlevan, M. & Aykut, Ç. (2026). Öğrenme güçlüğü olan öğrencilere fen bilimleri öğretiminde kullanılan müdahaleler: Tek-denekli araştırmaların sistematik derlemesi *TEBD*, 24(2), 1554-1580.
<https://doi.org/10.37217/tebd.1812393>

Giriş

Fen bilimleri, birçok ülkede öğrencilerin okul yaşamının erken yıllarından itibaren sistematik olarak eğitim aldıkları temel akademik alanlardan biridir. Fen bilimleri, öğrenme güçlüğü (ÖG) ve diğer özel gereksinimli öğrencilerin almaları gereken en önemli dersler arasında gösterilmektedir (Scruggs vd., 1998). Fen bilimleri, öğrencilerin doğal yaşamı anlamlandırması için fırsatlar sunmaktadır (Apanasionok vd., 2019; Karaer ve Melekoğlu, 2020; Taylor vd., 2018). Bu imkânlar öğrencilerin düşünme ve problem çözme yeteneklerini geliştirmek için de kullanılabilir (Mastropieri ve Scruggs, 1992). Bu süreçte öğrenciler, fen konularına yönelik fikirlerini değerlendirerek sorgulama becerilerini geliştirebilmektedir (Apanasionok vd., 2019). Öğrencilerden öğrendikleri bilgi ve becerileri toplumsal yaşamda, evde veya okulda karşılaştıkları gerçek yaşam problemlerinde kullanmaları beklenmektedir (Knight vd., 2019). Örneğin; öğrenciler evlerindeki su arıtma sistemlerini, kuraklık önleme yöntemlerini veya benzer konuları daha iyi anlamak için bilgi edinme yolları oluşturabilirler. Ya da derslerde kullandıkları deprem modelleriyle depremlerin nasıl meydana geldiği hakkında çıkarım yapabilirler (Spooner vd., 2011). Dolayısıyla ÖG olan öğrencilerin fen eğitimine katılımı ve fen okuryazarı olmaları hem işlevsel açıdan hem de hak temelinde önem kazanmaktadır (Apanasionok vd., 2019).

Fen bilimleri ÖG tanıılı öğrenciler için önemli bir disiplin olmasına rağmen, bu gruptaki öğrencilerin akranlarına göre düşük performans gösterdiği derslerden biridir (Aydeniz vd., 2012; Brigham vd., 2011; Therrien vd., 2017). Bu duruma ÖG'nin temel nedenleri ve bu nedenlerden kaynaklanan çevresel uyumsuzlukların yol açtığı ifade edilmektedir (Kaldenberg vd., 2015). Fen bilimlerinde okuma, yazma ve aritmetik becerilere duyulan gereksinim, ÖG tanısı almış öğrencilerin bu becerileri yetkin olarak kullanamaması nedeniyle fen bilimleri performanslarının düşmesine yol açmaktadır (Kaldenberg vd., 2015; Steele, 2008; Therrien vd., 2017). Bir başka neden ise ÖG olan öğrencilerin alıcı ve ifade edici dilde yaşadıkları problemlerdir (Scruggs ve Mastropieri, 1993; Therrien vd., 2017). Fen bilimlerinde terimlerin ve yeni sözcüklerin çok fazla olması, dil sorunları olan bu öğrencilerin kavramları anlamasını güçleştirmektedir (Scruggs vd., 2009; Therrien vd., 2017). Bununla birlikte ÖG olan öğrencilerin bilgiyi akılda tutma ve bilgiyi işlemlemede problemler yaşadıkları bilinmektedir (De Le Paz, 1999; Swanson ve Siegel, 2011). Bu durum zaten soyut olan fen kavramlarını öğrenmede zorlanan öğrencilerin, mevcut bilgilerini kullanarak yeni bilgileri anlamlandırmasını daha da güçleştirmektedir (Brigham vd., 2011; Scruggs vd., 2009). Tüm bu etkenler ÖG olan öğrencilerin fen bilimlerinde yer alan bilgi ve becerileri öğrenmesini sınırlamakta ve akranlarının gerisinde kalmasına yol açmaktadır. Ancak araştırmalar, ÖG olan öğrencilerin gereksinimleri doğrultusunda desteklendiğinde fen bilimlerinde başarılı olabileceklerini göstermektedir (Aydeniz vd., 2012; Mastropieri ve Scruggs, 1992; Scruggs vd., 1998).

Alan yazınında ÖG olan öğrencilere fen bilimleri öğretim konusunda yapılmış müdahale çalışmaları bulunmaktadır. Bu araştırmalarda; yarı deneysel (Araci vd., 2023; Boyle, 2011; Bulgren vd., 2014), tek denekli (Bedenk-Wood vd., 2014; Kim ve Linan-Thompson, 2013), durum çalışması (Çoruhlu ve Pehlevan, 2021; McGrath ve Hughes, 2018) ve karma yöntem (Marino vd., 2014) desenlerinin kullanıldığı görülmektedir. ÖG olan öğrenciler heterojen özellikler gösteren ve bireysel farklılıkların belirgin olduğu bir gruptur. Bu nedenle, uygulanan müdahalenin etkililiğini belirlemede bireysel düzeyde ayrıntılı veri sağlayan tek denekli araştırma desenleri önemlidir (Horner vd., 2005; Lee-Swanson ve Sachse-Lee, 2000). ÖG olan öğrencilerin normal sınıflardaki sınırlı sayısından dolayı deney ve kontrol grubunun oluşturulmasındaki zorluklar, tek denekli desenleri değerli kılmaktadır (Maggin vd., 2018). Tek denekli desenler, katılımcı sayısının sınırlı olduğu durumlarda, yüksek iç geçerlilik sağlayarak müdahale ile hedef davranış arasındaki nedensel ilişkiyi açık biçimde ortaya koyabilmektedir (Horner vd., 2005). Ancak etkili müdahaleler belirlenirken araştırmanın deneysel kalitesinin, birtakım kriterleri karşılayarak güçlü kanıtlar sunması beklenmektedir (Cook vd., 2020; Horner vd., 2005; What Works Clearinghouse [WWC], 2020). Düşük deneysel kaliteye sahip araştırmaların yanlı olması ve hatalı bulgular bildirme olasılığı daha yüksektir (Cook vd., 2020). Bu nedenle, etkili müdahalelerin belirlenmesinde araştırmaların deneysel kalitesinin güçlü olması önem arz etmektedir.

Uluslararası alan yazınında ÖG tanımlı öğrencilerle fen öğretiminde kullanılan etkili strateji ve yöntemleri tespit etmek amacıyla gerçekleştirilmiş sistematik derlemeler ve meta-analizler mevcuttur. Örneğin; Garjia vd. (2007), ÖG olan öğrencilerin fen bilimleri metinlerine ilişkin okuduğunu anlama becerilerinin geliştirilmesinde etkili stratejileri belirlemek amacıyla, 1978-2005 yılları arasında yürütülmüş 29 çalışmaya ulaşmışlardır. Araştırma sonucunda, bilişsel strateji öğretiminin metin içeriklerini düzenleyen (hatırlatıcı görseller, grafik düzenleyiciler ve anlamsal özellik tablolarının) yapıları göre yüksek etki büyüklüğüne sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmayı genişleten, Mason ve Heidn (2011) tarafından yürütülen başka bir derlemede ön bilgileri etkinleştirme, metin iyileştirme ve strateji kullanımının sistematik öğretimle birlikte sunulmasının ÖG olan öğrencilerin fen bilimleri metinlerini anlama düzeylerini artırmada etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Benzer konu ekseninde Kaldenberg vd. (2015), 1980-2012 yılları arasında yürütülen 20 çalışmanın meta-analizini gerçekleştirmişlerdir. Araştırma sonucunda, ÖG olan öğrencilerin fen bilimleri metinlerinden okuduğunu anlama becerilerinin geliştirilmesinde, doğrudan öğretim veya bilişsel strateji kullanılarak öğretilen kelime tanımlamanın; okuma öncesi, okuma sırası ve okuma sonrası stratejilerine göre daha yüksek etki büyüklüğüne sahip olduğu belirlenmiştir. Ek olarak çok bileşenli müdahalelerin de etkili uygulamalar olduğu ifade edilmiştir. Therrien vd. (2011) ise ÖG olan öğrencilere fen bilimleri öğretiminde etkili uygulamaları belirlemek amacıyla 1985-2006 yılları arasında

yürütülen 11 araştırmanın meta-analizini gerçekleştirilmişlerdir. Araştırmacılar, hatırlatıcı öğretimin ve sorgulamaya dayalı öğretimin etkili müdahaleler olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Dexter ve Hughes (2011), ÖG olan öğrencilere fen konularının öğretiminde grafik düzenleyicilerin kullanılmasına yönelik 1980-2010 yılları arasında yürütülen 11 araştırmanın meta-analizini gerçekleştirmişlerdir. Araştırmada, grafik düzenleyicilerin ÖG olan öğrencilerin fen bilimleri konularını öğrenmelerinde ve öğrenmenin kalıcılığında güçlü bir etkiye sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Lee ve De Le Paz (2021), fen bilimlerinde yazılı ifade etme becerilerini geliştirmeyi hedefleyen çalışmaları sistematik olarak incelemeyi amaçlamışlardır. Çalışma kapsamında 1987-2019 yılları arasında yürütülen 14 araştırma, WWC kalite standartlarına göre incelenmiştir. Araştırma sonucunda ÖG tanımlı öğrencilerin yazma sürecinde çoğunlukla bilişsel strateji ve kendini düzenleme stratejileri öğretiminin basit yazma becerilerinin gelişiminde etkili olduğu belirtilmiştir.

Derleme çalışmaları genel olarak özetlendiğinde çalışmaların kabul ölçütlerinin okuduğunu anlama, grafik düzenleyiciler, yazılı ifade becerilerinin açıklanması ve genel fen performansı olduğu görülmektedir. Bununla birlikte ilgili çalışmaların çoğunluğu yaklaşık 10 yıldan daha uzun bir süre önce gerçekleştirilmiştir. Ancak Tosun (2021) ve Comaru vd. (2021) tarafından yapılan bibliyometrik çalışmalarda, özel gereksinimli öğrenciler arasında fen eğitimi çalışmalarının en yoğun olduğu grubun ÖG olan öğrenciler olduğu ve araştırmaların 2018-2019 yılları arasında yoğunlaştığı belirtilmektedir. Bu durum ÖG olan öğrencilerle yürütülen güncel fen bilimleri çalışmalarının sistematik olarak değerlendirmesine işaret etmektedir.

Ulusal alan yazınında ise fen bilimleri eğitimi kapsamında ÖG çalışmalarının dâhil edildiği beş derleme çalışmasına rastlanılmıştır (Denizli-Gülboy ve Melekoğlu, 2022; Karabulut vd., 2021; Karaer ve Melekoğlu, 2020; Rakap vd., 2023; Yaman, 2023). İlgili araştırmaların ikisinde yalnızca ÖG çalışmaları yer almıştır. Karaer ve Melekoğlu (2020), 2008-2017 yılları arasında ÖG olan öğrencilerle yürütülen fen bilimleri müdahale çalışmalarını betimsel olarak incelemişlerdir. Araştırma sonucunda, konuyla ilgili ulusal alan yazınında herhangi bir çalışmaya rastlanmadığı belirlenmiştir. Yaman (2023) ise ÖG ve fen eğitimi kapsamında 2009-2021 yılları arasında yürütülen 43 çalışmanın betimsel analizini gerçekleştirmiştir. Araştırma sonucunda, çalışmaların çoğunlukla nicel paradigmaya temellendirildiği ve ağırlıklı olarak ortaokul düzeyindeki katılımcılarla yürütüldüğü belirlenmiştir.

ÖG olan öğrencilere fen bilimleri öğretiminde gerçekleştirilen çalışmaların betimsel olarak incelenmesi elbette önemlidir. Ancak okuyucuda ve diğer araştırmacılar da müdahalenin etkisine ve çalışma bulgularına yönelik güvenin sağlanması deneysel sürecin kalitesinin değerlendirilmesiyle mümkündür (Cook vd., 2020; Horner vd., 2005; WWC, 2020). Yürütülen araştırmaların bir kısmında tek denekli desenler, kalite göstergeleri bağlamında incelenmiş ancak çalışmalar yanlışsız öğretim yöntemleri ve lisansüstü tezler olarak sınırlandırılmıştır (Denizli-Gülboy ve Melekoğlu, 2022; Rakap

vd., 2023). Konuyla ilgili araştırmaların bazılarında ise metodoloji gereğince tek denekli çalışmalar kapsama alınmamıştır (Dexter ve Hughes, 2011; Gajria vd., 2007; Kaldenberg vd., 2015; Therrien vd., 2011).

Bu doğrultuda ÖG olan öğrencilere fen bilimleri öğretiminde, tek denekli deneysel desenlerle desenlenmiş müdahaleleri betimsel olarak ortaya koyan ve araştırmaların deneysel kalitelerinin incelendiğı herhangi bir araştırmaya rastlanılmamıştır. Söz konusu eksiklik, ÖG olan öğrencilere fen bilimleri öğretiminde kullanılan müdahalelerin ve çalışmaların deneysel kalitesinin kapsamlı şekilde değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır. Bu tür değerlendirmeler çalışmaların değişkenler arasındaki nedensel ilişkiyi, uygulama güvenilirliğini, müdahalenin ayrıntılı olarak tanımlanması ve araştırmacının rolünü belirleyerek kanıt temelini oluşturulmasına katkı sağlamaktadır (Horner vd., 2005; WWC, 2020). Belirli standartlar çerçevesinde ortaya koyulan kanıt temeli, bilimsel dayanaklı müdahale yöntemlerinin geliştirilmesini mümkün kılacaktır. Ayrıca araştırmaya dâhil edilen çalışmaların kalite standartlarına göre değerlendirilmesi, gelecekte yürütölmesi planlanan araştırmalara yöntemsel referans oluşturması bakımından önemli bir rol oynamaktadır. Bu bağlamda mevcut araştırmada; ÖG olan öğrencilere fen bilimleri öğretiminde kullanılan müdahalelerden tek denekli deneysel desenlerle desenlenmiş, 2010-2024 yılları arasında yürütölün çalışmaların sistematik derlemesi amaçlanmaktadır. Bu temel amaç doğrultusunda aşağıdaki sorulara yanıt aranımıştır:

1. ÖG olan öğrencilere fen bilimlerinde yer alan bilgi ve becerilerin öğretimini hedefleyen tek denekli desenlerle desenlenmiş araştırmaların betimsel özellikleri nelerdir?
2. ÖG olan öğrencilere fen bilimlerinde yer alan bilgi ve becerilerin öğretimini hedefleyen tek denekli desenlerle desenlenmiş araştırmaların WWC (2020) desen standartlarını karşılama düzeyi nedir?

Yöntem

Bu araştırma, 2010-2024 yılları arasında ÖG olan öğrencilere fen bilimleri öğretiminde kullanılan müdahaleleri içeren tek denekli deneysel desenlerle desenlenmiş çalışmaları inceleyen sistematik derlemedir. Sistematik derleme, belirli bir araştırma sorusuna yönelik mevcut araştırmaları değerlendirerek analiz ve sentez yoluyla birleştiren, elde edilen verileri düzenli ve nesnel biçimde raporlayan bilimsel bir yöntemdir (Denyer ve Tranfield, 2009). Bu kapsamda mevcut araştırmada öncelikle; araştırma konusuyla ilgili dâhil etme ve dışlanma kriterleri belirlenmiş, sistematik alan yazını taraması yapılmış ve belirlenen kriterlere göre incelenmiştir. Dâhil etme kriterlerini karşılayan çalışmalar betimsel analize tabi tutulmuş, WWC (2020) desen sınıflandırmasına göre değerlendirilmiş ve güvenilirlik çalışmaları yapılmıştır.

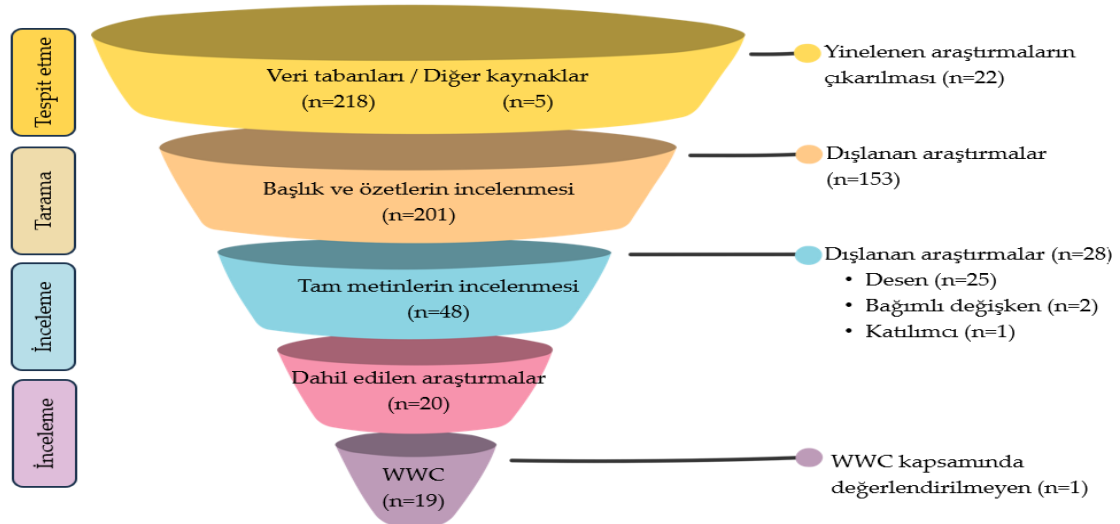
Verilerin Toplanması

Araştırma amacı doğrultusunda öncelikle uluslararası ve ulusal veri tabanları, elektronik ve elle arama yapılarak konuyla ilgili araştırmalar tespit edilmeye çalışılmıştır. Bu süreçte; Academic Search Complete, EbscoHost, ERIC, Google Scholar, JSTOR, SAGE, Psychological Abstracts Index (PsycINFO), ScienceDirect, Scopus, Springer Link, Taylor and Francis, Wiley ve Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu Ulusal Akademik Ağ ve Bilgi Merkezi (TÜBİTAK ULAKBİM) veri tabanlarında taramalar gerçekleştirilmiştir. Taramalar İngilizce ve Türkçe dilinde belirlenen anahtar sözcükler ile yapılmıştır. İlgili anahtar kelimeler; “learning disabilities”, “learning disability”, “science”, “science teaching”, “science concepts”, “science vocabulary”, “physics”, “chemistry”, “biology”, “öğrenme güçlüğü”, “fen bilimleri öğretimi”, “fen kavramları”, “fizik”, “kimya” ve “biyolojidir.” Anahtar kelimelerin farklı kombinasyonları denenerek yapılan taramalar sonucunda 218 araştırmaya ulaşılmıştır. Ayrıca ÖG olan öğrencilere yönelik müdahale çalışmalarının sıklıkla yer aldığı Learning Disabilities Research and Practice, Journal of Learning Disabilities, Learning Disabilities Quarterly, British Journal of Learning Disabilities, Journal of Special Education ve Remedial and Special Education dergileri elle taranmıştır. Bununla birlikte alan yazınında daha önce gerçekleştirilen derlemelerin kaynakçalarından geriye doğru taramalar yapılmıştır. Bu taramalar sonucunda beş makaleye daha ulaşılmıştır.

Birden fazla veri tabanında yinelenen 22 makale çıkarılmıştır. Kalan araştırmaların başlık, özet ve anahtar kelimeleri dâhil etme ve dışlama kriterleri doğrultusunda ön eleme sürecinden geçirilmiştir. Ön eleme sonucunda 153 araştırma çalışma kapsamından dışlanmıştır. Kalan 48 makalenin tam metinleri web ortamında depolanarak incelenmiştir. Tam metin değerlendirmeleri sonucunda; 25 makalede tek denekli desenler dışındaki desenler kullanıldığından, iki makale fen bilimleri ile ilişkili olmadığından ve bir makalede ise ÖG tanılı katılımcı bulunmadığından araştırmanın dışında tutulmuştur. Geriye kalan 20 makalenin dâhil edilme kriterlerini karşıladığı tespit edilmiştir. Dâhil edilen araştırmaların belirlenme süreci Şekil 1’de sunulmuştur.

Araştırmaların Dâhil Edilme ve Dışlanma Kriterleri

Araştırmaya dâhil edilecek çalışmaların belirlenmesi için bir takım dâhil etme ve dışlanma kriterleri belirlenmiştir. Araştırmaya dâhil edilme kriterleri; a) çalışmaların 2010-2024 yılları arasında yapılmış olması, b) çalışma grubunda yer alan katılımcılardan en az birinin ÖG tanılı olması, c) araştırmaların tek denekli desenlerle desenlenmiş olması, d) hakemli bir dergide yayımlanmış olması, e) araştırma konusunun fen bilimleri ile ilişkili olmasıdır. Dışlanma kriterleri ise; a) çalışmada tek denekli desenler dışındaki diğer deneysel desenlerin kullanılması ve b) çalışma grubunda ÖG tanılı katılımcı yer almaması olarak belirlenmiştir.



Şekil 1. Dâhil edilen araştırmaların belirlenme süreci

Verilerin Analizi

Elde edilen araştırmalar betimsel analiz ve WWC (2020) desen standartlarına göre sınıflandırma olmak üzere iki aşamada analiz edilmiştir.

Betimsel Analiz

Dâhil etme kriterlerini karşılayan çalışmaların betimsel analizi ikinci yazar rehberliğinde birinci yazar tarafından gerçekleştirilmiştir. Öncelikle araştırmaların belirlenen parametrelerini içeren Excel formatında bir kodlama formu geliştirilmiştir. Bu parametreler; katılımcı sayısı, tanı, cinsiyet, sınıf/kademe, desen, bağımsız değişken, bağımlı değişken, konu/kavram, ortam, sosyal geçerlik, izleme, genelleme, uygulama güvenilirliği, gözlemciler arası güvenilirlik ve etkililik bulguları başlıklarından oluşmaktadır. Araştırma kapsamına alınan her bir çalışma bu parametrelere göre incelenmiş ve veriler kodlama formuna işlenmiştir.

Araştırmaların WWC Desen Standartlarına Göre Sınıflandırılması

Betimsel analizi gerçekleştirilen çalışmalar, WWC (2020) desen standartlarına göre sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırmaya göre araştırmalar; standartları koşulsuz karşılayan, standartları koşullu karşılayan ve standartları karşılamayan olarak kategorize edilmektedir. Standartların koşulsuz veya koşullu karşılandığı çalışmalarda; a) bağımsız değişkenin sistematik olarak manipülasyonu, b) gözlemciler arası güvenilirlik verisinin araştırmanın her bir evresinde en az %20 oranında toplanması ve en az %80 düzeyinde güvenilirlik katsayısına ulaşılmış olması, c) deneysel etkinin üç farklı şekilde gösterimi, d) her bir evrede en az üç veri noktasının olması (standartları koşullu karşılayan) veya en az beş veri noktasının olması (standartları koşulsuz karşılayan) standartları aranmaktadır. Bu standartlardan herhangi birini taşımayan araştırmalar standartları karşılamayan araştırmalar olarak sınıflandırılmaktadır. Ayrıca çoklu yoklama ve çoklu başlama desenleriyle desenlenmiş araştırmalar

için ek standartlar aranmaktadır. Bu ek standartlar; a) birinci başlama düzeyinde ardışık üç (standartları koşulsuz karşılayan) veya en az bir (standartları koşullu karşılayan) veri noktasının bulunması ve (b) bağımsız değişkenin uygulamaya koyulmadan önceki evrede tercihen üç (standartları koşulsuz karşılayan) veya en az bir (standartları koşullu karşılayan) veri noktasının bulunmasıdır.

Güvenirlik Çalışmaları

Araştırma kapsamında belirlenen anahtar kelimler ile sistematik alan yazını taraması, dâhil edilen makalelerin betimsel analizi ve araştırmaların WWC desen standartlarına göre değerlendirilmesi sürecinde ikinci yazar tarafından kodlayıcılar arası güvenilirlik verisi toplanmıştır. Kodlayıcılar arası güvenilirlik katsayısı için “Görüş birliği/(Görüş birliği+Görüş ayrılığı)*100” formülü kullanılmıştır (House vd., 1981). Alan yazınının sistematik olarak taranması iki yazar tarafından eş zamanlı olarak yürütülmüştür. Kodlayıcılar arası güvenilirlik %100 olarak tespit edilmiştir. Belirlenen araştırmaların ön eleme, dâhil etme ve dışlama ile betimsel analiz aşamalarında çalışmaların %30’unda güvenilirlik verisi toplanmıştır. Güvenirlik katsayıları; ön elemelerde %100, dâhil etme ve dışlama da %95, betimsel analizde %100 olarak bulunmuştur. Dâhil edilen araştırmaların tamamı iki yazar tarafından WWC desen standartlarına göre analiz edilmiş, güvenilirlik katsayı %100 olarak hesaplanmıştır.

Bulgular

Araştırmanın bulgular bölümü; katılımcılara ilişkin demografik bilgiler, araştırmaların betimsel özellikleri ve WWC desen standartları sınıflandırılması başlıkları altında incelenmiştir.

Betimsel Analiz

Katılımcıların Demografik Bilgileri

Araştırmalarda yer alan katılımcıların demografik bilgileri; katılımcı sayısı, tanı, cinsiyet ve sınıf/kademe olarak Tablo 1’de sunulmuştur.

Tablo 1. Araştırmaların Katılımcılarına Yönelik Demografik Bilgileri

<i>Yazar</i>	<i>Katılımcı Sayısı</i>	<i>Tanı</i>	<i>Cinsiyet</i>	<i>Sınıf/Kademe</i>
Karaer vd., (2024)	6	ÖG	4E, 2K	6.-8. Sınıf
Kester ve Bross, (2024)	5	ÖG (1E), OSB (3), ZY (1)	4E, 1K	Ortaöğretim
VanUitert vd., (2024)	3	ÖG (1E, 1K), OSB (1)	2E, 1K	3. (ÖG)- 4. Sınıf (ÖG)
Yenioğlu vd., (2023)	4	ÖG	3E, 1K	3.-5. Sınıf
Yenioğlu ve Güner Yıldız, (2022)	3	ÖG	1E, 2K	5. Sınıf
Slemrod vd., (2022)	3	ÖG	3K	10. Sınıf
Lee ve Paz, (2021)	6	ÖG (2E, 1K), ÖG Risk Grubu (3)	4E, 2K	6. ve 7. Sınıf (ÖG)
Özbek ve Ergül, (2021)	4	ÖG	1E, 3K	4. Sınıf
Turan ve Atila, (2021)	4	ÖG	2E, 2K	6. Sınıf
Helman vd., (2022)	4	ÖG	1E, 3K	10. Sınıf
Polat vd., (2019)	3	ÖG	1E, 2K	7. Sınıf
Thornton vd., (2015)	2	ÖG	1E, 1K	10. Sınıf

Clemons vd., (2015)	3	ÖG (1E), OSB (1), ZY (1)	2E, 1K	9. ve 11. Sınıf (ÖG)
Starling vd., (2015)	12	ÖG (7), DEHB (5)	12E	6. Sınıf
Helman vd., (2015)	3	ÖG	2E, 1K	10. Sınıf
Ciullo vd., (2014)	4	ÖG (3), ZY (1)	4E	4. (ÖG) ve 5. Sınıf (ÖG)
Wills ve Mason, (2014)	2	ÖG (1), DEHB (1)	2E	9. Sınıf
Benedek-Wood vd., 2014	10	ÖG (5K, 2E), DEHB (2), DDB (1)	5E, 5K	6. Sınıf
Kim ve Linan-Thompson, (2013)	4	ÖG	2E, 2K	3. Sınıf
Aydeniz vd., (2012)	5	ÖG	3E, 2K	4. ve 5. Sınıf

ÖG: Öğrenme güçlüğü, OSB: Otizm spektrum bozukluğu, ZY: Zihinsel yetersizlik, DEHB: Dikkat eksikliği ve hiperaktivite bozukluğu, DDB: Duygu davranış bozukluğu

Tablo 1 incelendiğinde araştırmalarda toplam 70 ÖG olan katılımcının yer aldığı görülmektedir. Bu öğrencilerin 39'u (%56) erkek, 31'i (%44) kızdır. Araştırmalarda yer alan ÖG tanılı katılımcıların farklı sınıf ve kademe düzeyinde bulundukları görülmektedir. Yapılan çalışmaların çoğunluğunun ortaokul (n=38) kademesindeki öğrencilerle yürütüldüğü görülmektedir. Bu düzeyi ilkokul (n=16) ve ortaöğretim (n=16) kademeleri takip etmektedir.

Araştırmaların Betimleyici Bilgileri

Araştırmaya dâhil edilen çalışmaların; desen, bağımsız değişken, bağımlı değişken, fen konu/kavram ve ortam analizine ilişkin bulgular Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2. Araştırmaların Betimleyici Bilgileri

<i>Yazarlar</i>	<i>Desen</i>	<i>Bağımsız Değişken</i>	<i>Bağımlı Değişken</i>	<i>Konu/Kavram</i>	<i>Ortam</i>
Karaer vd., (2024)	UDU	Grafik düzenleyici ve grafik düzenleyici ile desteklenmiş TGA	Fen bilimleri başarıları	Miknatıslar, mikroskopik canlılar, ısı-sıcaklık, bitki-hayvan hücresi, enerji üretimi ve atık su	BS
Kester ve Bross, (2024)	ABAB	I-Connect uygulaması	Görev başında olma davranışı	Belirtilmemiş	BS
VanUitert vd., (2024)	UDU	DIALS (animasyon uygulaması) ve Power Point	Argümantasyon becerileri	Belirtilmemiş	ÇİS
Yenioğlu vd., (2023)	KAÇB	Arttırılmış gerçeklik uygulaması	Fen bilimleri başarıları	Güneş sistemi ve gezegenler	BS
Yenioğlu ve Güner-Yıldız, (2022)	KAYEÇY	Tablet bilgisayarla sunulan fen deneyleri	Fen bilimleri başarıları	Kuvvetin ölçülmesi ve sürtünme	BS
Slemrod vd., (2022)	ÇU	Geleneksel ve dijital hatırlatıcı kelime kartları	Biyoloji kavramlarını tanımlama	Biyoloji kavramları	ÖÖ
Lee ve Paz, (2021)	KAÇB	Bilişsel cıvırlık yaklaşımı	Bilimsel açıklamaları yazma becerileri	Belirtilmemiş	BS
Özbek ve Ergül, (2021)	KAÇB	COSMO mobil uygulaması	Okuduğunu anlama becerisi	Belirtilmemiş	BS
Turan ve Atila, (2021)	KAÇY	Arttırılmış gerçekli uygulaması	Fen bilimleri başarıları	Maddenin halleri, fiziksel ve kimyasal değişim	BS
Helman vd., (2022)	KAÇY	Kelime ipucu strateji paketi	Biyoloji kavramlarını öğrenme başarıları	Biyoloji kavramları	OKS
Polat vd., (2019)	KAÇY	Dokunmatik mobil uygulama	Fen bilimleri başarıları	Hücre	ÖES

Thornton vd., (2015)	OAÇY	İş birlikli ön öğretim yöntemi	Biyoloji başarısı	Hücre ve organelleri, su döngüsü, protein	BS
Clemons vd., (2015)	ABAB	I-Connect uygulaması	Görevde olma davranışları (dikkat etmek sırada oturmak, çalışmaları tamamlamak)	Ekoloji	BS
Starling vd., (2015)	KAÇY	Mühendislik öğretim seti, açık öğretim ve bu iki yöntemin birleştirilmesi	Kavramsal anlama ve problem çözme	Toprak oluşumu, mineraller, dünya ve evren	ÖES
Ciullo vd., (2014)	KAÇY	Bilgisayar tabanlı kavram haritası	Fen bilimleri başarısı	Sağlık ve balinalar	BS
Wills ve Mason, (2014)	ABAB	I-Connect uygulaması	Görevde olma davranışı (öğretmene yanıt vermek, yazmak, okumak, söz almak)	Belirtilmemiş	NS
Helman vd., (2015)	KAÇY	Kelime ipucu stratejisi	Biyoloji kavramlarını tanımlama	Biyoloji kavramları	TO
Benedek-Wood vd., (2014)	AB	POW+ TIDE stratejisiyle sunulan Öz düzenlemeli yazma eğitimi	Hızlı yazma becerisi	Rüzgâr, hava durumu, güneş enerjisi, ısı	NS
Kim ve Linan-Thompson, (2013)	KAÇY	Öz düzenleme stratejisi ve doğrudan öğretim	Fen kelimelerini anlama	Güneş, atmosfer, volkan, gezegen	BS
Aydeniz vd., (2012)	DAÇY	Sorgulama temelli öğretim	Kavramsal anlama ve tutum	Elektrik devresi	BS

BS: Bireysel sınıf, ÇİS: Çevirim içi sınıf, ÇU: Çoklu uygulama, KA: Katılımcılar arası, KAÇB: Katılımcılar arası çoklu başlama, KAÇY: Katılımcılar arası çoklu yoklama, OA: Ortamlar arası, OAÇY: Ortamlar arası çoklu yoklama, DAÇY: Davranışlar arası çoklu yoklama, OKS: Okul konferans salonu, ÖO: Öğretmenler odası, ÖES: özel eğitim sınıf, MA: Materyaller arası, NS: Normal sınıf, UDU: Uyarlamalı dönüşümlü uygulamalar

Araştırma Deseni: Araştırmaların %50'si (n=10) çoklu yoklama deseniyle, %15'i (n=3) çoklu başlama deseniyle, %15'i (n=3) ABAB deseniyle, %10'u (n=2) uyarlamalı dönüşümlü uygulamalar deseniyle desenlenmiştir. Bir araştırma çoklu uygulamalar deseniyle, bir araştırma ise AB deseniyle desenlenmiştir.

Bağımsız Değişken: Araştırmaların %55'inde (n=11) teknoloji destekli müdahalelerin kullanıldığı belirlenmiştir. Bu müdahaleler arasında; dokunmatik mobil uygulama (n=4), arttırılmış gerçeklik uygulaması (n=2), tablet bilgisayar uygulamaları (n=1), animasyon (n=1), web tabanlı uygulama (n=1), web tabanlı kavram haritası (n=1), dijital anahtar kelime kartları (n=1) bulunmaktadır. Çalışmaların %10'ununda (n=2) öz düzenleme stratejisi geliştirme ve %10'ununda (n=2) kelime ipucu stratejisi kullanıldığı görülmektedir. Ayrıca grafik düzenleyiciler (n=1), açık öğretim (n=1), sorgulama temelli öğretim (n=1), mühendislik öğretim seti (n=1), iş birlikli öğretim (n=1) ve doğrudan öğretim yöntemi (n=1) işe koşulan diğer bağımsız değişkenler arasındadır. Bazı araştırmalarda birden fazla müdahale aracı kullanıldığından bağımsız değişkenlerin sayısı toplam araştırma sayısından fazla çıkmaktadır.

Bağımlı Değişken: Araştırmaların %30'unda (n=6) fen bilimleri başarısı, %20'sinde (n=4) biyoloji kavramlarını öğrenme, %15'inde (n=3) kavramsal anlama, %15'inde (n=3) görev başında olma

davranışları, %10'ununda (n=2) bilimsel yazma becerisi, %5'inde (n=1) argümantasyon becerisi, %5'inde (n=1) tutum, %5'inde (n=1) okuduğunu anlama becerisi uygulanan müdahalelerle üzerinde değişiklik hedeflenen durumlardır.

Konu/Kavram: Araştırmaya dâhil edilen çalışmalarda fen bilimleri ile ilgili çeşitli konu, kavram veya becerilere odaklanılmıştır. Çalışmalarda biyoloji kavramları (n=3); hücre (n=3); güneş sistemi ve gezegenler (n=2); mıknatıslar, mikroskobik canlılar, ısı-sıcaklık, enerji üretimi ve atık su (n=1); volkan ve atmosfer (n=1); kuvvetin ölçülmesi ve sürtünme (n=1); maddenin halleri (n=1); fiziksel ve kimyasal değişim (n=1); su döngüsü ve protein (n=1); toprak oluşumu, mineraller, dünya ve evren (n=1); sağlık ve balinalar (n=1); rüzgâr, hava durumu, güneş enerjisi ve ısı (n=1); elektrik devresi (n=1) ve ekoloji (n=1) konu veya kavramlarının ele alındığı tespit edilmiştir. Bazı araştırmalarda (n=5) herhangi bir konu, kavram veya ünite belirtilmemiştir.

Ortam: İncelenen araştırmaların; %60'ı (n=12) bireysel sınıfta, %10'u (n=2) normal sınıfta, %10'u (n=2) özel eğitim sınıfında, %5'i (n=1) çevrim içi sınıfta, %5'i (n=1) öğretmenler odasında, %5'i (n=1) okul konferans salonunda ve %5'i (n=1) toplantı odasında gerçekleştirilmiştir.

Uygulama Bilgileri

Araştırmaların; sosyal geçerlik, uygulama güvenilirliği, gözlemciler arası güvenilirlik, izleme, genelleme ve etkililik bulgularına ilişkin analiz bulguları Tablo 3'te sunulmuştur.

Tablo 3. Araştırmaların Uygulama Bilgileri

<i>Yazarlar</i>	<i>Sosyal Geçerlik</i>	<i>UG</i>	<i>GAG</i>	<i>İzleme</i>	<i>Genelleme</i>	<i>Etkililik Bulguları</i>
Karaer vd., (2024)	Öğrenci	%30 %94-96	%30 %98	4 hafta	OA	Her iki stratejinin de öğrencilerin fen başarısını artırmada etkili olduğu belirtilmiştir.
Kester ve Bross, (2024)	Öğrenci	%30 %100	%30 %91	-	OA	Tüm öğrencilerin derse katılım düzeylerinin arttığı, ancak uygulamadan duyulan memnuniyetin düşük kaldığı belirtilmiştir.
VanUitert vd., (2024)	Öğrenci	%33 %99-100	%20 %92-100	1 hafta	-	DIALS uygulamasının Power Point'e kıyasla öğrencilerin argüman oluşturma başarısında daha etkili olduğu belirtilmiştir.
Yenioğlu vd., (2023)	Öğrenci	%30 %99	%30 %100	2/4/7 hafta		Uygulamanın tüm öğrencilerin hedef konuya ilişkin öğrenme düzeyinde etkili olduğu belirtilmiştir.
Yenioğlu ve Güner-Yıldız, (2022)	Öğrenci ve öğretmen	- %98	%30 %100	1/2/3 hafta	KA, OA	Uygulamanın öğrencilerin öğrenmesinde etkili ve kalıcı olduğu belirtilmiştir.
Slemrod vd., (2022)	Öğretmen ve öğrenci	%40 %100	%40 %100	7 hafta	-	Her iki yönteminde öğrencilerin biyoloji kavramlarını tanımlamadaki performanslarında eşit oranda gelişim sağladığı belirtilmiştir.
Lee ve Paz, (2021)	Öğrenci	%25 %97	%100 %97-99	4/8 hafta	-	Öğrencilerin bilimsel açıklamaları; nedensel akıl yürütme, dilbilgisi ve sözcük bilgisi boyutlarında önemli düzeyde gelişim gösterdiği belirtilmiştir.
Özbek ve Ergül, (2021)	Öğrenci	%33 %99	%33 %92	1/2/3	-	Öğrencilerin okuduğuna anlama, metin anlatma puanlarında artış gözlenmiştir.

Turan ve Atila, (2021)	Öğrenci	-	-	2/4 hafta	-	Uygulamanın öğrencilerin fen kavramlarını öğrenmede etkili olduğu belirtilmiştir.
Helman vd., (2022)	Öğrenci	- %98	%30 %93	2/4 hafta	MA	Müdahalenin öğrencilerin biyoloji kavramlarını öğrenmelerinde etkili olduğu belirtilmiştir.
Polat vd., (2019)	Öğrenci	-	-	2 hafta	-	Uygulamanın öğrencilere hücre konusunun öğretiminde etkili olduğu belirtilmiştir.
Thornton vd., (2015)	Öğrenci ve öğretmen	%66 %100	%40 %100	1/2	-	İlgili yöntemin öğrencilerin biyoloji performanslarını artırdığı belirtilmiştir.
Clemons vd., (2015)	Öğrenci öğretmen	- %91-100	%20 %91-100	2/4	-	Uygulamanın görevde olma davranışları ve akademik başarıyı artırmada etkili olduğu belirtilmiştir.
Starling vd., (2015)	Öğrenci	%30 %98	%33 %99	ÖT	-	Her iki öğretim yöntemi de öğrencilerin fen performansını ve problem çözme becerilerini artırmada etkili ancak iki yöntemin birleştirilmesi daha da etkilidir.
Helman vd., (2015)	Öğrenci	%35 %98	%35 %100	4/8 hafta	-	Strateji öğrencilerin fen kelimelerinin analiz etmelerinde ve anlamalarında etkili olduğu belirtilmiştir.
Ciullo vd., (2014)	Öğrenci ve öğretmen	%20 %90	%75 %90	-	-	Materyalin öğrencilerin fen performansını artırmada etkili olduğu belirtilmiştir.
Wills ve Mason, (2014)	Öğrenci	- %100	%20 %92	-	-	Uygulamanın öğrencilerin görevde olma davranışlarını artırmada etkili olduğu belirtilmiştir.
Benedek-Wood vd., (2014)	Öğrenci anketi	%25 %100	%20 %90	-	-	İlgili stratejinin öğrencilerin yazma becerilerinin geliştirdiği belirtilmiştir.
Kim ve Linan-Thompso, (2013)	Öğrenci	%43 %100	- %82-100	2 hafta	-	Doğrudan öğretim ve öz düzenleme stratejisiyle öğretim yapıldığında öğrencilerin kavramsal anlamalarında artış olduğu belirtilmiştir.
Aydeniz vd., (2012)	Belirtilmemiş	- %95	%25 %95	6 hafta	-	Öğrencilerin kavramsal anlayışında artış ve tutumlarında iyileşme olduğu belirtilmiştir.

GAG: Gözlemciler arası güvenilirlik, KA: Katılımcılar arası, OA: Ortamlar arası, ÖT: Öğretim tamamlanınca, MA: Materyaller arası, UG: Uygulama Güvenirliği

Sosyal Geçerlik: İncelenen araştırmaların %70'inde (n=14) sosyal geçerlik verileri öğrencilerden, %25'inde (n=5) ise hem öğrencilerden hem de öğretmenlerden toplanmıştır. Bir araştırmada ise sosyal geçerlik verisinin toplandığına ilişkin herhangi bir raporlamaya rastlanmamıştır (Aydeniz vd., 2012).

Uygulama Güvenirliği: Araştırmaların 13'ünde (%65) oturumların en az %20'sinde uygulama güvenirliği verisi toplanmıştır. Beş (%25) araştırmada oturumların kaçta kaçından güvenilirlik verisi toplandığı belirtilmemiştir. İlgili araştırmaların güvenilirlik katsayıları %90-%100 aralığında değer almıştır. İki (%10) araştırmada ise uygulama güvenirliği verisine yönelik herhangi bir bulguya rastlanmamıştır (Polat vd., 2019; Turan ve Atila, 2021).

Gözlemciler Arası Güvenirlik: Araştırmaya dâhil edilen çalışmaların 17'sinde (%85) oturumların en az %20'sinde, %82-%100 güvenilirlik katsayısı ile gözlemciler arası güvenilirlik verisi toplanmıştır. İki (%10) araştırmada gözlemciler arası güvenilirlik verisinin toplandığına ilişkin bir veriye rastlanılmamıştır (Polat vd., 2019; Turan ve Atila, 2021). Bir (%5) araştırmada ise gözlemciler

arası güvenilirlik verisinin oturumların yüzde kaçında toplandığı bilgisine yer verilmemiştir (Kim ve Linan-Thompson, 2013).

İzleme/Kalıcılık: Araştırmalarda müdahale tamamlandıktan sonra katılımcılara öğretimi yapılan bilgi ve becerileri sürdürme durumlarına ilişkin; çalışmaların %80'inde (n=16) izleme verisi toplanmış, %20'sinde (n=4) ise izleme verisi toplanmamıştır. Araştırmaların yalnızca birinde öğretim tamamlandıktan hemen sonra izleme verisi toplanmıştır (Starling vd., 2015). Diğerlerinde ise en az bir hafta sonra izleme verisi toplanmaya başlanmıştır.

Genelleme: Araştırmaların %20'sinde (n=4) genelleme verisi toplanmıştır. İlgili çalışmalarda katılımcıların edindikleri bilgi ve becerileri; ortamlar arasında (Karaer vd., 2024; Kester ve Bross, 2024; Yenioğlu ve Güner-Yıldız, 2022) kişiler arasında (Yenioğlu ve Güner-Yıldız, 2022) ve materyaller arasında (Helman vd., 2022) genelleme durumları incelenmiştir.

Etkililik Bulguları: Araştırmaya dâhil edilen çalışmalardaki müdahalelerin etkisini belirlemek amacıyla bulgular, sonuçlar ve grafiklerin düzey ve eğim değişimi incelenmiştir. Müdahalelerin tamamının hedeflenen bağımlı değişkenler üzerinde olumlu etkileri olduğu belirlenmiştir.

WWC Desen Standartları Bulguları

Araştırmaların WWC desen standartlarına göre sınıflandırılmasına ilişkin bulgular Tablo 4'te sunulmuştur.

Tablo 4. Araştırmaların WWC Desen Standartlarına İlişkin Bulgular

<i>Yazar</i>	<i>Bağımsız Değişken Manipüle Edilmiş mi?</i>	<i>GAG %20≤ %80≤</i>	<i>DeneySEL Etki En Az Üç Kez Gösterilmiş mi?</i>	<i>Her Evrede En Az 5 Veri Noktası Bulunuyor mu?</i>	<i>Her Evrede En Az 3-4 Veri Noktası Bulunuyor mu?</i>	<i>Ek Kriter</i>	<i>Standartları Karşılama Durumu</i>
Karaer vd., (2024)	E	E	E	E	E	-	Koşulsuz karşılıyor
Kester ve Bross, (2024)	E	E	E	E	E	-	Koşulsuz karşılıyor
VanUitert vd., (2024)	E	E	E	H	E	-	Koşullu karşılıyor
Yenioğlu vd., (2023)	E	E	E	H	E	E	Koşullu karşılıyor
Yenioğlu Güner-Yıldız, (2022)	E	E	E	H	E	E	Koşullu karşılıyor
Slemrod vd., (2022)	E	E	E	H	E	-	Koşullu karşılıyor
Lee ve Paz, (2021)	E	E	E	E	E	E	Koşulsuz karşılıyor
Özbek ve Ergül, (2021)	E	E	E	E	E	E	Koşulsuz karşılıyor
Turan ve Atila, (2021)	E	H	E	H	E	E	Karşılamıyor
Helman vd., (2022)	E	H	E	E	E	E	Karşılamıyor
Polat vd., (2019)	E	H	E	H	E	E	Karşılamıyor
Thornton vd., (2015)	E	E	E	E	E	Koşullu	Koşullu karşılıyor

Clemons vd., (2015)	E	E	E	E	E	-	Koşulsuz karşılıyor
Starling vd., (2015)	E	H	E	H	H	H	Karşılamıyor
Helman vd., (2015)	E	E	E	H	E	E	Koşullu karşılıyor
Ciullo vd., (2014)	E	E	E	H	E	E	Koşullu karşılıyor
Benedek- Wood vd., 2014	-	-	-	-	-	-	WWC kapsamı dışında
Wills ve Mason, (2014)	E	E	E	E	E	-	Koşulsuz karşılıyor
Kim ve Linan- Thompson, (2013)	E	H	E	H	E	E	Karşılamıyor
Aydeniz vd., (2012)	E	E	E	E	E	E	Koşulsuz karşılıyor

E: Evet, H: Hayır

Tablo 4 incelendiğinde araştırma kapsamında değerlendirilen çalışmaların %35'i (n=7) desen standartlarını koşulsuz karşılarken %35'i (n=7) desen standartlarını koşullu karşılamıştır. Araştırmaların %25'i (n=5) ise desen standartlarını karşılamamaktadır. Bir (%5) araştırma ise desen standartları kapsamında değerlendirmeye alınmamıştır.

Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Çalışmada 2010-2024 yılları arasında yürütülen ÖG olan öğrencilere fen bilimleri öğretiminde kullanılan müdahaleleri içeren tek denekli deneysel desenlerle desenlenmiş araştırmalar sistematik olarak incelenmiştir. Bu doğrultuda araştırmaya 20 çalışma dâhil edilmiştir. İncelenen araştırmaların yalnızca biri ulusal alan yazınında gerçekleştirilmiştir. Dört ulusal çalışma, uluslararası alan yazınında yer almıştır. Araştırma bulguları; çalışmaların çoğunlukla ortaokul öğrencilerinden oluştuğunu, teknoloji destekli müdahalelerin uygulandığını, müdahalelerde birden fazla strateji veya destek sunulduğunu ortaya koymuştur. Bu müdahalelerle, ÖG olan öğrencilerin fen bilimleri başarıları artırmak ve fen kavramlarını anlamlandırmalarını sağlamak hedeflenmiştir. Araştırmaların edinim ve izleme verileri, uygulanan müdahalelerin tamamının ÖG olan öğrencilerin fen bilimleri öğretiminde etkili olduğunu göstermektedir. Araştırmalar WWC (2020) desen standartları bakımından değerlendirildiğinde, çalışmaların yaklaşık üçte birinin deneysel kalite standartlarını koşulsuz karşıladığı görülmektedir.

Araştırmaya dâhil edilen çalışmalardaki katılımcıların çoğunluğu ortaokul kademesindeki öğrencilerden oluşmaktadır. Benzer şekilde Karaer ve Melekoğlu (2020) ile Therrien vd. (2011) tarafından yapılan derleme çalışmalarında da katılımcıların tamamına yakını ortaokul düzeyindeki öğrenciler olduğu tespit edilmiştir. Bu yönüyle mevcut araştırma bulgusu alan yazınında elde edilen diğer bulgularla örtüşmektedir. Ortaokul ve lise düzeyindeki fen bilimleri metinleri genellikle kavramsal olarak yoğun ve teknik terimlerin sıklıkla yer aldığı karmaşık bir yapıdadır (Dexter ve

Hughes, 2011). Bu durum sözlü ve yazılı dil sorunları yaşayan ÖG olan öğrencilerin fen terimlerini öğrenmesini olumsuz etkilemektedir (Scruggs vd., 2009). Dolayısıyla ortaokulda yaşanan sorunlar, çalışmaların bu düzeydeki katılımcılarla yürütülmüş olmasında etkili olmuş olabilir. Ancak ilkokuldan itibaren yapılacak müdahaleler, ÖG olan öğrencilerin fen bilimlerine ilişkin akademik gelişiminin desteklenmesi bakımından önemlidir (Karaer ve Melekoğlu, 2020). Dolayısıyla öğrencilerin ilerleyen yıllarda üst kademelerde karşılaştıkları öğrenme sorunlarının etkisini en aza indirmek amacıyla ilkokul düzeyinde çalışmalar planlanabilir.

Çalışmaların bağımsız değişkenleri incelendiğinde araştırmaların yarısında teknoloji destekli öğretimsel müdahalelerin ön plana çıktığı görülmektedir. Söz konusu müdahaleler kapsamında, etkileşimli mobil uygulamalar ve artırılmış gerçeklik gibi yüksek düzeyde yardımcı teknoloji uygulamaları dikkat çekmektedir. Bu bulgu, Mikropoulos ve Iatraki (2023) tarafından, dijital teknolojilerin özel gereksinimli öğrencilerin fen eğitimine olan katkılarının belirlenmesi amacıyla yapılan araştırmanın bulgularından farklılık göstermektedir. Mikropoulos ve Iatraki (2023) gerçekleştirdikleri derleme çalışmasında dâhil ettikleri 21 çalışmanın 14'ünde sadece multimedya sistemlerinin (görsel, ses vb.) kullanıldığını belirlemişlerdir. Ancak Mikropoulos ve Iatraki (2023), derlemenin dahil edildiği veri tabanlarını Scopus, ERIC, ScienceDirect ve Google Scholar ile sınırlandırılmıştır. Dolayısıyla mevcut araştırmada daha fazla veri tabanı dahil edilmiş olması geçmiş araştırma bulgularını genişletmektedir.

Betimsel analizde açıkça verilme de incelenen araştırmaların önemli bir kısmında müdahalelerin açık öğretim aracılığıyla sunulduğu belirlenmiştir. Kaldenberg vd. (2015) tarafından yapılan bir meta analiz çalışmasında, ÖG olan öğrencilere fen bilimleri öğretiminde açık öğretimle desteklenmiş müdahalelerin etkili uygulamalar olduğu tespit edilmiştir. Bu bağlamda incelenen çalışmalarda grafik düzenleyicilerin (Helman vd., 2015; Lee ve De Le Paz, 2021) hatırlatıcı stratejilerin (Thornton vd., 2015), kelime ipucu stratejilerinin (Helman vd., 2022), animasyonların (VanUitert vd., 2024) ve tablet destekli uygulamaların (Ciullo vd., 2014) açık öğretimle birlikte kullanılması alan yazınındaki bulgularla tutarlılık göstermektedir.

Araştırmalarda işe koşulan müdahale yöntemleri ve stratejilerle ÖG olan öğrencilerin; fen kavramlarını tanımlama (Helman vd., 2015; Helman vd., 2022; Kim ve Linan-Thompson, 2013; Slemrod vd., 2022), akademik başarı (Karaer vd., 2024; Polat vd., 2019; Turan ve Atila, 2021; Yenioğlu vd., 2023; Yenioğlu ve Güner-Yıldız, 2022), kavramsal anlama (Aydeniz vd., 2012; Starling vd., 2015), fen bilimleri öğrenme sürecini yönetme becerileri (Benedek-Wood vd., 2014; Clemons vd., 2015; Kester ve Bross 2024), fen metinlerini anlama becerileri (Özbek ve Ergül 2021), argümantasyon becerileri (VanUitert vd., 2024) ve bilimsel yazma becerileri (Benedek-Wood vd., 2014; Lee ve De Le Paz, 2021) geliştirilmesi hedeflenen bağımlı değişkenlerdir. Karaer ve Melekoğlu (2020) tarafından yapılan

çalışmada da benzer bulgular tespit edilmiştir. Fen kelimelerini tanımlamaya, kavramsal anlamaya veya akademik başarıya öncelik verilmesinin sebebi, ÖG olan öğrencilerin bu alanlardaki sorunlarının öncelikli görülmesinden kaynaklanıyor olabilir. Öte yandan argümantasyon ve bilimsel araştırma becerilerini geliştirmeyi hedefleyen, yalnızca bir araştırma olması düşündürücüdür (VanUitert vd., 2024). Benzer olarak Apanasionok vd. (2019) tarafından ÖG dışındaki diğer özel gereksinimli öğrencilerle yapılan çalışmaların sistematik incelemesinde, bilimsel araştırma becerilerine yer verilen çalışmaların sınırlı olduğu belirtilmiştir. Fen eğitiminin temel amaçlarından biri, öğrencilerin bilimsel sorgulama ve araştırma süreçlerine aktif şekilde katılmalarını sağlamaktır (Apanasionok vd., 2019; Therrien vd. 2011). Amerika’da yayınlanan reform belgelerinden biri olan Yeni Nesil Fen Standartları (NGSS), öğrencilerin bilimsel araştırma ve sorgulama becerilerinin edinimini zorunlu kılmaktadır (Boyle, 2025). Bu durum ülkemizde uygulanan fen bilimleri öğretim programı içerisinde alan becerileri olarak vurgulanmaktadır. Dolayısıyla bu alanda yapılacak araştırmaların, ÖG olan öğrencilerin bilimsel araştırma becerilerinin gelişimine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Araştırmalarda fen bilimleri öğretiminde biyoloji, fizik ve kimya alanına ait konu/kavramlara yer verildiği belirlenmiştir. Ağırlıklı olarak biyoloji alanı içerisinde yer alan canlılar ve yaşam öğrenme alanına ilişkin konular ele alınmıştır. Bu bulgu alan yazınında yer alan ÖG ve diğer özel gereksinimli öğrencilerine fen bilimleri öğretimine yönelik çalışmaların incelendiği diğer derleme çalışmalarının bulgularıyla tutarlılık göstermektedir (Karaer ve Melekoğlu, 2020; Mikropoulos ve Iatraki, 2023; Rakap vd., 2023; Türker-Yıldırım, 2022). Türker-Yıldırım (2022) canlılar ve yaşam öğrenme alanındaki konuların gündelik hayatta sık karşılaşılan bilgi ve beceriler içerdiğinden, araştırmacılar tarafından seçilmiş olabileceğini belirtmiştir. Bununla birlikte araştırmacıların bu konudaki deneyimleri de belirtilen kavramlara yönelmelerinde etkili olmuş olabilir.

Araştırmaların yaklaşık olarak yarısı çoklu yoklama modeliyle desenlenmiştir. Bu bulgu Denizli-Gülboy ve Melekoğlu (2022) tarafından özel gereksinimli bireylere yanılsız öğretim yöntemleri kullanılarak fen bilimleri öğretimi gerçekleştirilen çalışmaların sistematik derlemesindeki bulgularla benzerdir. Özel eğitim alanında bir müdahalenin etkisini belirlemek için benzer özellikler taşıyan katılımcılara ulaşmanın güç olması durumunda tek denekli araştırma desenleri sıklıkla kullanılmaktadır. Çoklu yoklama ve çoklu başlama desenleri bir davranışın geriye döndürülmesinin mümkün olmadığı durumlarda kullanılabilir (Tekin-İftar, 2012). Akademik becerilerinde geriye dönüşün mümkün olmadığı davranışlardan olduğu söylenebilir. Bu nedenle araştırmacılar çoklu yoklama modelini tercih etmiş olabilir.

Araştırmaların %90’ında güvenilirlik katsayısı raporlanmıştır. Çalışmaların güvenilirlik verileri incelendiğinde hem bağımlı değişkene hem de bağımsız değişkene ilişkin güvenilirlik katsayılarının yüksek olduğu görülmektedir. Tek denekli araştırmalarda güvenilirlik verilerinin raporlanması,

araştırmanın inandırıcılığı ve tutarlılığı açısından önemlidir (Horner vd., 2005). Ayrıca güvenilirlik verilerinin yüksek olması, müdahalenin hedeflenen davranışlara ulaşmasında etkili bir müdahale kullanılması kadar önemlidir (Gülboy ve Rakap, 2023). Bu nedenle dâhil edilen çalışmalardaki yüksek güvenilirlik katsayıları, araştırmaların etkililik bulgularının olumlu sonuçlanmasına katkı sağladığını düşündürmektedir.

Katılımcıların öğrenme çıktılarına ilişkin çalışmaların sonuçları incelendiğinde, işe koşulan tüm müdahalelerin hedeflenen bilgi, beceri veya kavramların ediniminde etkili olduğu belirlenmiştir. Bu bulgunun Karaer ve Melekoğlu (2020) tarafından yürütülen derleme çalışmasındaki bulgularla tutarlı olduğu söylenebilir. Bu durum kullanılan müdahalelerde fen bilimleri öğretimine yönelik yüksek etki büyüklüğü bildirilen öğretim yöntem ve stratejilerin kullanılmasıyla ilişkilendirilebilir (Garjia vd., 2007; Kaldenberg vd., 2015). Ayrıca dâhil edilen çalışmaların çoğunluğunda izleme verilerinin toplandığı tespit edilmiştir. Araştırmaların izleme fazlarına ait grafikler incelendiğinde katılımcıların edindikleri hedef davranışları öğretimden sonra da korudukları belirlenmiştir. İzleme verileri, uygulanan müdahalelerin öğrenmenin kalıcılığını sağlamada etkili olduğunu düşündürmektedir. Ancak sadece dört araştırmada genelleme verisinin toplanmış olması katılımcıların edindikleri hedef davranışları farklı koşullara genelleme durumlarını belirsizleştirmektedir. Ulusal ve uluslararası derleme çalışmalarında da genelleme verilerinin sınırlı oranda toplandığı ifade edilmiştir (Rakap vd., 2023; Therrien vd., 2011). Genelleme verileri, uygulanan müdahalelerin etkililiğine yönelik bilgi birikimini artırmaktadır (Therrien vd., 2011). Dolayısıyla gelecekte yapılacak araştırmalarda genelleme verilerinin toplanmasına ilişkin süreç planlamaları yapılabilir.

Araştırmaya dâhil edilen çalışmaların tamamına yakınında sosyal geçerlik verisi toplanmıştır. İlgili veriler öznel değerlendirme yoluyla çoğunlukla katılımcılardan elde edilmiştir. Çalışmaların sosyal geçerlik verileri incelendiğinde katılımcıların müdahalelere ilişkin olumlu görüş bildirdikleri belirlenmiştir. Sosyal geçerlik, müdahalenin etkililiğine ilişkin iddiada bulunurken önemli bir bileşen olarak değerlendirilmektedir (Snodgrass vd., 2018). Bu bağlamda incelenen araştırmaların etkililik bulguları sosyal geçerlik bulgularıyla paralellik göstermektedir. Ayrıca alan yazınında özel gereksinimli bireyler ve fen bilimleri kapsamında yürütülen derleme çalışmalarında sosyal geçerliğe yönelik analiz gerçekleştirilen çalışma sayısı sınırlıdır (Denizli-Gülboy ve Melekoğlu, 2022). Mevcut araştırmanın bulguları alan yazınındaki bu eksikliğin giderilmesine katkı sunabilir.

İnceleme kapsamına alınan çalışmaların deneysel kaliteleri WWC (2020) desen standartları sınıflandırmasına göre değerlendirilmiştir. Bu doğrultuda çalışmaların yaklaşık olarak üçte biri (n=7) desen standartlarını koşulsuz karşılarken aynı oranda diğer bir kısmı (n=7) standartları koşullu karşılamıştır. Bir araştırma (Bedenek-Wood vd., 2014) AB deseniyle desenlendiğinden incelemeye

dahil edilmemiştir. Çünkü WWC'ye (2020) göre tek denekli desenlerle desenlenmiş bir araştırmanın desen standartlarına göre değerlendirilmesi için deneysel etkinin en az üç farklı zamanda gösterimi şart koşulmaktadır. Kalan araştırmalar (n=5) ise desen standartlarını karşılamıyor olarak belirlenmiştir. Standartları karşılamayan çalışmaların tamamının nedeni gözlemciler arası güvenilirlik verileriyle ilgili sorunlardır. Bu araştırmaların bazılarında her koşulda ayrı ayrı %20 oranında veri toplanmamıştır. Diğerlerinde ise güvenilirlik verisi raporlanmamıştır. Tüm araştırmalar, WWC desen standartlarının ilk ortaya çıktığı, 2010 yılından sonra gerçekleştirilmiştir. Bu durum araştırmacıların deneysel kaliteye ilişkin alan yazınında yer alan çalışmaları daha titiz bir şekilde takip etmeleri gerektiğini düşündürmektedir.

Bu sistematik derleme, ÖG olan öğrencilerle yürütülen fen bilimleri öğretimine yönelik hakemli dergilerde yayınlanmış tek denekli araştırmaları dikkate almıştır. Konuyla ilgili lisansüstü tezler, grup deneysel çalışmalar araştırmaya dâhil edilmemiştir. Bu durum ÖG olan öğrencilere fen bilimleri öğretiminde etkililiği belirlenmiş diğer yöntem ve stratejilerin kapsam dışında kalmış olmasına sebep olabilir. Bazı çalışmalarda ise gözlemciler arası güvenilirlik verilerine ilişkin raporlamalar eksiktir. Bu verilerin toplanıp sunulmadığı mı yoksa hiç toplanmadığı mı konusunda kesin bir yargıya varmak güçtür. Dolayısıyla desen standartlarının belirlenmesi araştırmacıların raporlamalarıyla sınırlıdır.

Kaynaklar

- Apanasionok, M. M., Hastings, R. P., Grindle, C. F., Watkins, R. C., & Paris, A. (2019). Teaching science skills and knowledge to students with developmental disabilities: A systematic review. *Journal of Research in Science Teaching*, 56(7), 847-880. <https://doi.org/10.1002/tea.21531>
- Araci, N., Melekoglu, M. A., & Çetin, M. E. (2023). Impact of a mnemonic strategy on learning science concepts for middle school students with specific learning disabilities. *Learning Disabilities: A Contemporary Journal*, 21(1), 69-85. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1386167.pdf> sayfasından erişilmiştir.
- Aydeniz, M., Cihak, D. F., Graham, S. C., & Retinger, L. (2012). Using inquiry-based instruction for teaching science to students with learning disabilities. *International Journal of Special Education*, 27(2), 189-206. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ982873.pdf> sayfasından erişilmiştir.
- Benedek-Wood, E., Mason, L. H., Wood, P. H., Hoffman, K. E., & McGuire, A. (2014). An experimental examination of quick writing in the middle school science classroom. *Learning Disabilities: A Contemporary Journal*, 12(1), 69-92. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1039825.pdf> sayfasından erişilmiştir.
- Boyle, J. R. (2011). Strategic note-taking for inclusive middle school science classrooms. *Remedial and Special Education*, 34(2), 78-90. <https://doi.org/10.1177/0741932511410862>

- Boyle, J. R. (2025). Argumentative writing for students with disabilities in inclusive science classes: A pilot study. *Reading & Writing Quarterly*, 41(2), 99–116. <https://doi.org/10.1080/10573569.2024.2389776>
- Brigham, B. J., Scruggs, T. E., & Mastropieri, M. A. (2011). Science education and students with learning disabilities. *Learning Disabilities Research & Practice*, 26(4), 223-232. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5826.2011.00343.x>
- Bulgren, J. A., Ellis, J. D., & Marquis, J. G. (2014). The use and effectiveness of an argumentation and evaluation intervention in science classes. *Journal of Science Education and Technology*, 23(1), 82–97. <https://doi.org/10.1007/s10956-013-9452-x>
- Ciullo, S., Falcomata, T. S., Pfannenstiel, K., & Billingsley, G. (2014). Improving learning with science and social studies text using computer-based concept maps for students with disabilities. *Behavior Modification*, 39(1), 117-135. <https://doi.org/10.1177/0145445514552890>
- Clemons, L. L., Mason, B. A., Garrison-Kane, L., & Wills, H. P. (2015). Self-monitoring for high school students with disabilities: A cross-categorical investigation of I-Connect. *Journal of Positive Behavior Interventions*, 18(3), 145-155. <https://doi.org/10.1177/1098300715596134>
- Comarú, M. W., Lopes, R. M., Braga, L. A. M., Batista-Mota, F., & Galvão, C. (2021). A bibliometric and descriptive analysis of inclusive education in science education. *Studies in Science Education*, 57(2), 241–263. <https://doi.org/10.1080/03057267.2021.1897930>
- Cook, B. G., Collins, L. W., Cook, S. C., & Cook, L. (2020). Evidence-based reviews: How evidence-based practices are systematically identified. *Learning Disabilities Research & Practice*, 35(1), 6-13. <https://doi.org/10.1111/ldrp.12213>
- Çoruhlu, T. S. & Pehlevan, M. (2021). The effectiveness of the science experimental guidebook on the conceptual understanding of students with learning disabilities. *Journal of Science Learning*, 4(3), 230-243. <https://doi.org/10.17509/jsl.v4i3>
- De La Paz, S. (1999). Self-regulated strategy instruction in regular education settings: improving outcomes for students with and without learning disabilities. *Learning Disabilities Research & Practice*, 14(2), 92–106. https://doi.org/10.1207/sldrp1402_3
- Denizli-Gülboy, H. & Melekoğlu, M. (2022). Özel gereksinimli öğrencilere fen bilimleri öğretiminde yanlışsız öğretim yöntemlerinin kullanımı: Sistematik derleme. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Özel Eğitim Dergisi*, 23(2), 481-506. <https://doi.org/10.21565/ozelegitimdergisi.833253>
- Denyer, D. & Tranfield, D. (2009). Producing a systematic review. D. A. Buchanan & A. Bryman (Ed.), *The Sage handbook of organizational research methods* içinde (s. 671–689). Sage.

- Dexter, D. D. & Hughes, C. A. (2011). Graphic organizers and students with learning disabilities: A meta-analysis. *Learning Disability Quarterly*, 34(1), 51-72. <https://doi.org/10.1177/073194871103400104>
- Gajria, M., Jitendra, A. K., Sood, S., & Sacks, G. (2007). Improving comprehension of expository text in students with LD: A research synthesis. *Journal of Learning Disabilities*, 40(3), 210-225. <https://doi.org/10.1177/00222194070400030301>
- Gülboy, E. & Rakap, S. (2023). Özel gereksinimleri olan öğrencilere okuma becerilerinin öğretimi konulu lisansüstü tezlerin sistematik derlemesi. *Yaşadıkça Eğitim*, 37(1), 88-117. <https://doi.org/10.33308/26674874.2023371475>
- Helman, A. L., Calhoun, M. B., & Kern, L. (2015). Improving science vocabulary of high school English language learners with reading disabilities. *Learning Disability Quarterly*, 38(1), 40-52. <https://doi.org/10.1177/0731948714539769>
- Helman, A., Dennis, M. S., & Kern, L. (2022). Clues: Using generative strategies to improve the science vocabulary of secondary english learners with reading disabilities. *Learning Disability Quarterly*, 45(1), 19-31. <https://doi.org/10.1177/0731948720929005>
- Horner, R. H., Carr, E. G., Halle, J., McGee, G., Odom, S., & Wolery, M. (2005). The use of single-subject research to identify evidence-based practice in special education. *Exceptional Children*, 71(2), 165-179. <https://doi.org/10.1177/001440290507100203>
- House, A. W., House, B. G., & Campbell, M. B. (1981). Measures of interobserver agreement: Calculation formula and distribution effect. *Journal of Behavioral Assessment*, 3(1), 37-57. <https://doi.org/10.1007/BF01321350>
- Kaldenberg, E. R., Watt, S. J., & Therrien, W. J. (2015). Reading instruction in science for students with learning disabilities: A meta-analysis. *Learning Disability Quarterly*, 38(3), 160-173. <https://doi.org/10.1177/0731948714550204>
- Karabulut, H. A., Uçar, A. S., & Uçar, K. (2021). Türkiye’de özel gereksinimli öğrencilerle fen bilimleri öğretimine ilişkin yapılan araştırmaların gözden geçirilmesi. *Kocaeli Üniversitesi Eğitim Dergisi*, 4(1), 62-85. <http://doi.org/10.33400/kuje.895279>
- Karaer, G. & Melekoğlu, M. A. (2020). Özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilere fen bilimleri öğretimi üzerine yapılan çalışmaların incelenmesi. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Özel Eğitim Dergisi*, 21(4), 789-818. <https://doi.org/10.21565/ozelegitimdergisi.532903>
- Karaer, G., Melekoglu, M. A., & Hand, B. (2024). Examining the use of embedded generative strategies with graphic organizers to improve science achievement of students with learning disabilities.

- Journal of Science Education for Students with Disabilities*, 27(1), 1-21.
<https://doi.org/10.14448/jsesd.16.0002>
- Kester, J. L. & Bross, L. A. (2024). Adding to the evidence base: Effects of i-connect in a secondary special education rural classroom. *Journal of Special Education Technology*, 39(3), 390-402.
<https://doi.org/10.1177/01626434241236714>
- Kim, W. & Linan-Thompson, S. (2013). The effects of self-regulation on science vocabulary acquisition of English language learners with learning difficulties. *Remedial and Special Education*, 34(4), 225-236. <https://doi.org/10.1177/0741932513476956>
- Knight, V. F., Wood, L., McKissick, B. R., & Kuntz, E. M. (2019). Teaching science content and practices to students with intellectual disability and autism. *Remedial and Special Education*, 41(6), 327-340. <https://doi.org/10.1177/0741932519843998>
- Lee-Swanson, H. & Sachse-Lee, C. (2000). A meta-analysis of single-subject-design intervention research for students with LD. *Journal of Learning Disabilities*, 33(2), 114-136.
<https://doi.org/10.1177/002221940003300201>
- Lee, Y. & De La Paz, S. (2021). Science writing intervention research for students with and at risk for learning disabilities, and english learners: A systematic review. *Learning Disability Quarterly*, 44(4), 261-274. <https://doi.org/10.1177/07319487211018213>
- Maggin, D. M., Cook, B. G., & Cook, L. (2018). Using single-case research designs to examine the effects of interventions in special education. *Learning Disabilities Research & Practice*, 33(4), 182-191. <https://doi.org/10.1111/ldrp.12184>
- Marino, M. T., Gotch, C. M., Israel, M., Vasquez, E., Basham, J. D., & Becht, K. (2014). UDL in the middle school science classroom: Can video games and alternative text heighten engagement and learning for students with learning disabilities? *Learning Disability Quarterly*, 37(2), 87-99.
<https://doi.org/10.1177/0731948713503963>
- Mason, L. H. & Hedin, L. R. (2011). Reading science text: Challenges for students with learning disabilities and considerations for teachers. *Learning Disabilities Research & Practice*, 26(4), 214-222. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5826.2011.00342.x>
- Mastropieri, M. A. & Scruggs, T. E. (1992). Science for students with disabilities. *Review of Educational Research*, 62(4), 377-411. <https://doi.org/10.3102/00346543062004377>
- McGrath, A. L. & Hughes, M. T. (2018). Students with learning disabilities in inquiry-based science classrooms: A cross-case analysis. *Learning Disability Quarterly*, 41(3), 131-143.
<https://doi.org/10.1177/0731948717736007>

- Mikropoulos, T. A. & Iatraki, G. (2023) Digital technology supports science education for students with disabilities: A systematic review. *Education and Information Technologies*, 28(4), 3911–3935. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11317-9>
- Özbek, A. B. & Ergül, C. (2021). Effectiveness of comprehension strategies mobile app (COSMA) on reading comprehension performances of students with learning disabilities. *Journal of Special Education Technology*, 37(2), 297-309. <https://doi.org/10.1177/01626434211013540>
- Polat, E., Cagiltay, K., Aykut, C., & Karasu, N. (2019). Evaluation of a tangible mobile application for students with specific learning disabilities. *Australian Journal of Learning Difficulties*, 24(1), 95–108. <https://doi.org/10.1080/19404158.2019.1613437>
- Rakap, S., Denizli-Gülboy, H. & Gülboy, E. (2023). Özel gereksinimli öğrencilere fen bilimleri öğretimi: Gri literatürün sistematik derlemesi. *Kocaeli Üniversitesi Eğitim Dergisi*, 6(1), 242-264. <https://doi.org/10.33400/kuje.1241580>
- Scruggs T. E., Mastropieri, M. A., & Boon, R. (1998). Science education for students with disabilities: A review of recent research. *Studies in Science Education*, 32(1), 21-44. <https://doi.org/10.1080/03057269808560126>
- Scruggs, T. E. & Mastropieri, M. A. (1993). Current approaches to science education: Implications for mainstream instruction of students with disabilities. *Remedial and Special Education*, 14(1), 15-24. <https://doi.org/10.1177/074193259301400104>
- Scruggs, T. E., Mastropieri, M. A., Berkeley, S., & Graetz, J. E. (2009). Do special education interventions improve learning of secondary content? A meta-analysis. *Remedial and Special Education*, 31(6), 437-449. <https://doi.org/10.1177/0741932508327465>
- Slemrod, T., Howorth, S., Wood, L., Lemmi, C., Hart, S., Cheney, D., & West, E. (2022). A comparison of science vocabulary acquisition using keyword mnemonics via technology and flash cards. *Journal of Special Education Technology*, 38(3), 301-313. <https://doi.org/10.1177/01626434221100729>
- Snodgrass, M. R., Chung, M. Y., Meadan, H., & Halle, J. W. (2018). Social validity in single-case research: A systematic literature review of prevalence and application. *Research in Developmental Disabilities*, 74, 160-173. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2018.01.007>
- Spooner, F., Knight, V., Browder, D., Jimenez, B., & DiBiase, W. (2011). Evaluating evidence-based practice in teaching science content to students with severe developmental disabilities. *Research and Practice for Persons with Severe Disabilities*, 36(2), 62-75. <https://doi.org/10.2511/rpsd.36.1-2.62>

- Starling, A., Lo, Y. Y. & Rivera, C. J. (2015). Improving science scores of middle school students with learning disabilities through engineering problem solving activities. *Journal of the American Academy of Special Education Professionals*, 10(2), 98-113. <https://doi.org/10.64546/jaasep.266>
- Steele, M. M. (2008). Helping students with learning disabilities succeed. *The Science Teacher*, 75(3), 38-42. <https://eric.ed.gov/?id=EJ787509>
- Swanson, H. L. & Siegel, L. (2011). Learning disabilities as a working memory deficit. *Experimental Psychology*, 49(1), 5-28. <https://research.ebsco.com/c/orz54z/viewer/html/hzjigizhnr> sayfasından erişilmiştir.
- Taylor, J. C., Tseng, C. M., Murillo, A., Therrien, W., & Hand, B. (2018). Using argument-based science inquiry to improve science achievement for students with disabilities in inclusive classrooms. *Journal of Science Education for Students with Disabilities*, 21(1), 1-14. <https://doi.org/10.14448/jsesd.10.0001>
- Tekin-İftar, E. (2012). Tek denekli araştırmalar ve temel kavramlar. E. Tekin-İftar (Ed.), *Eğitim ve davranış bilimlerinde tek denekli araştırmalar içinde* (s. 15-39). Türk Psikologlar Derneği.
- Therrien, W. J., Benson, S. K., Hughes, C. A., & Morris, J. R. (2017). Explicit instruction and next generation science standards aligned classrooms: A fit or a split? *Learning Disabilities Research & Practice*, 32(3), 149-154. <https://doi.org/10.1111/ldrp.12137>
- Therrien, W. J., Taylor, J. C., Hosp, J. L., Kaldenberg, E. R., & Gorsh, J. (2011). Science instruction for students with learning disabilities: A meta-analysis. *Learning Disabilities Research & Practice*, 26(4), 188-203. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5826.2011.00340.x>
- Thornton, A., McKissick, B. R., Spooner, F., Lo, Y., & Anderson, A. L. (2015). Effects of collaborative preteaching on science performance of high school students with specific learning disabilities. *Education and Treatment of Children*, 38(3), 277-304. <https://doi.org/10.1353/etc.2015.0027>
- Tosun, C. (2021). Bibliometric and content analyses of articles related to science education for special education students. *International Journal of Disability, Development and Education*, 69(1), 352-369. <https://doi.org/10.1080/1034912X.2021.2016659>
- Turan, Z. & Atila, G. (2021). Augmented reality technology in science education for students with specific learning difficulties: Its effect on students' learning and views. *Research in Science & Technological Education*, 39(4), 506-524. <https://doi.org/10.1080/02635143.2021.1901682>
- Türker-Yıldırım, Ç. (2022). Zihin yetersizliği olan öğrencilere fen öğretimine ilişkin Türkiye'de yapılan çalışmaların incelenmesi. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Özel Eğitim Dergisi*, 23(3), 721-750. <https://doi.org/10.21565/ozelegitimdersisi.843449>

- VanUitert, V. J., Millirons, E., Coleman, O. F., & Kennedy, M. J. (2024). Learning by talking: Using multimedia to enhance science explanation development of neurodivergent students. *Journal of Special Education Technology*, 39(3), 403-418. <https://doi.org/10.1177/01626434241257228>
- Wills, H. T. & Mason, B. A. (2014). Implementation of a self-monitoring application to improve on-task behavior: A high-school pilot study. *Journal of Behavioral Education*, 23(4), 421-434. <https://doi.org/10.1007/s10864-014-9204-x>
- WWC. (2020). Standards handbook (version 4.1). Institute of Education Sciences, U.S. Department of Education. <https://ies.ed.gov/ncee/wwc/Docs/referenceresources/WWC-Standards-Handbook-v4-1-508.pdf> sayfasından erişilmiştir.
- Yaman, H. (2023). A thematic review of studies on specific learning disabilities in science education. *Participatory Educational Research*, 10(2), 124-141. <https://doi.org/10.17275/per.23.32.10.2>
- Yenioglu, B. Y., Yenioglu, S., Sayar, K., & Ergulec, F. (2023). Using augmented reality based intervention to teach science to students with learning disabilities. *Journal of Special Education Technology*, 39(1), 108-119. <https://doi.org/10.1177/01626434231184829>
- Yenioglu, S. & Güner-Yıldız, N. (2022). Özel gereksinimli öğrencilere fen öğretimi: Tablet bilgisayarla sunulan fen deneylerinin etkililiği. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Özel Eğitim Dergisi*, 23(4), 811-829. <https://doi.org/10.21565/ozelegitimdergisi.905523>

Extended Summary

Science is an important disciplinary domain for all students. Guiding reform documents for science education emphasize the necessity of providing opportunities for all students, including those with learning disabilities, to learn science. Science offers opportunities for students to make sense of the natural world (Mastropieri and Scruggs, 1992). Students with special needs can become better problem solvers in real-life contexts through the knowledge and skills they acquire in science courses (Knight et al., 2019). Therefore, science is among the most essential subjects that students with learning disabilities should receive (Scruggs et al., 1998).

Students with learning disabilities face difficulties in meeting the demands of science education (Brigham et al., 2011). The literature points to several reasons for this. Challenges in using oral and written language (Therrien et al., 2017), difficulties in maintaining information in memory (De Le Paz, 1999), and the inherently abstract nature of many science concepts (Brigham et al., 2011) are among the factors contributing to underachievement in science for students with learning disabilities. However, research shows that students with learning disabilities can succeed in science when supported with effective interventions (Aydeniz et al., 2012; Mastropieri and Scruggs, 1992).

Students with learning disabilities constitute a heterogeneous group in which individual differences are pronounced. For this reason, single-case research designs, which provide detailed, individual-level data on the effectiveness of interventions, are important (Lee-Swanson and Sachse-Lee, 2000). In contexts where participant numbers are limited, single-case designs can yield high internal validity and clearly demonstrate the causal relation between the intervention and the target behavior (Horner et al., 2005). Nevertheless, when identifying effective interventions, it is expected that the experimental quality of studies meets certain criteria and provides strong evidence (Cook et al., 2020).

There are systematic reviews and meta-analyses in the international literature aimed at identifying effective strategies and methods used in teaching science to students diagnosed with learning disabilities. Most of these studies were conducted more than ten years ago. Moreover, many of them did not include studies employing single-case designs. Although national reviews on the topic have included single-case studies, they have typically remained at a descriptive level. This gap in the literature necessitates a comprehensive evaluation of the experimental quality of interventions and studies used in science education for students with learning disabilities. Establishing an evidence base within clearly defined standards will enable the development of scientifically grounded intervention methods. In this context, the present study aims to systematically review studies conducted between 2010 and 2024 on interventions used in teaching science to students with learning disabilities that were designed with single-case experimental designs.

In line with the study's purpose, international and national databases were searched electronically and manually to identify relevant studies. Searches were conducted in well-known databases such as Academic Search Complete, EBSCOhost, ERIC, Google Scholar, JSTOR, SAGE, and the Turkish Academic Network and Information Center (TÜBİTAK ULAKBİM). Searches used predetermined keywords in English and Turkish: "learning disabilities," "learning disability," "science," "science teaching," "science concepts," "science vocabulary," "physics," "chemistry," "biology," "öğrenme güçlüğü," "fen bilimleri öğretimi," "fen kavramları," "fizik," "kimya," and "biyoloji." Using different combinations of these keywords, 218 studies were located. In addition, international journals that frequently publish intervention studies on the topic were manually searched, yielding 223 articles. After removing 22 duplicates identified across multiple databases, the remaining studies were screened at the title, abstract, and keyword levels based on inclusion and exclusion criteria.

A set of inclusion and exclusion criteria was established to determine which studies to include. Inclusion criteria were: a) studies conducted between 2010 and 2024; b) at least one participant in the study group diagnosed with a learning disability; c) use of single-case research

designs; d) publication in a peer-reviewed journal; and e) relevance of the study topic to science education. Based on the preliminary screening, 153 studies were excluded. Full texts of the remaining 48 articles were retrieved online and examined. Following full-text evaluation, 25 articles were excluded for using designs other than single-case, two were excluded for lacking relevance to science education, and one was excluded for not including participants with learning disabilities. The remaining 20 articles met the inclusion criteria.

Data analysis proceeded in two stages. In the first stage, a descriptive analysis of the studies meeting the inclusion criteria was recorded on a coding form developed according to predetermined parameters. These parameters included the number of participants, diagnosis, gender, grade/level, design, independent variable, dependent variable, topic/concept, setting, social validity, maintenance, generalization, treatment integrity, interobserver agreement, and outcomes. In the second stage, the studies subjected to descriptive analysis were classified according to WWC (2020) design standards. For reliability, inter-coder agreement data were collected for the literature search, preliminary screening, descriptive analysis of the articles, and classification according to WWC design standards.

The study identified several salient findings that align with and diverge from the existing literature. The majority of participants in the included studies were middle school students. Similarly, Karaer and Melekoglu (2020) and Therrien et al. (2011) reported that nearly all participants were at the middle school level. In the examined studies, target outcomes most often involved defining science vocabulary, conceptual understanding, and academic achievement. This may reflect the prioritization of difficulties experienced by students with learning disabilities in these areas. On the other hand, the relative scarcity of studies aiming to develop higher-order thinking skills such as argumentation and scientific inquiry may influence the trajectory of future research.

When evaluated against WWC (2020) design standards, only about one-third of the studies unconditionally met the standards. All studies were conducted after 2010, when the WWC design standards were first introduced. This suggests that researchers may need to follow the experimental quality literature more rigorously. Finally, this systematic review considered single-case studies on science instruction for students with learning disabilities published in peer-reviewed journals. Graduate theses and group experimental studies were not included. This may have resulted in excluding other potentially effective methods and strategies from the scope of the review.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyanı

Bu araştırmanın planlanması, yürütülmesi ve yazılı hale getirilmesinde araştırmacılar eşit oranda katkı sağlamıştır.

Destek ve Teşekkür Beyanı

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

Çatışma Beyanı

Araştırmacıların araştırma ile ilgili diğer kişi veya kurumlarla herhangi bir kişisel finansal çıkar çatışması yoktur.

Etik Kurul Beyanı

Bu araştırma derleme türünde olduğu için etik kurul kararı gerektirmemektedir.