



Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Özel Eğitim Dergisi
Ankara University Faculty of Educational Sciences Journal of Special Education

2022, 23(4), 931-960

META-ANALİZ | META-ANALYSIS

Gönderim Tarihi | Received Date: 17.05.21

Kabul Tarihi | Accepted Date: 28.05.22

Erken Görünüm | Online First: 18.06.22

Özel Gereksinimli Bireylere Matematik Öğretiminde Somut-Yarı Somut-Soyut Öğretimin Kanıta Dayalı Uygulama Olarak Belirlenmesi

[Türkçe okumak için tıklayınız](#)

Identifying Concrete-Representational-Abstract Instruction as an Evidence-based Practice in Teaching Mathematics to Individuals with Special Needs

[Click here to read in English](#)

Özge Özlü-Ünlü



Aslin Arslanoğlu



Ahmet Yıkılmış





Özel Gereksinimli Bireylere Matematik Öğretiminde Somut-Yarı Somut-Soyut Öğretimin Kanıta Dayalı Uygulama Olarak Belirlenmesi*

Özge Özlü-Ünlü¹

Aslin Arslanoğlu²

Ahmet Yıkılmış³

Öz

Giriş: Bu çalışmada özel gereksinimli bireylere matematik becerilerinin öğretiminde Somut-Yarı Somut-Soyut (SY-YS-S) öğretim uygulamalarının kanıta dayalı olma durumunun değerlendirilmesi amaçlanmaktadır.

Yöntem: Bu çalışmada, 1980-2020 yılları arasında ulusal ve uluslararası kaynaklarda yayımlanan çalışmaların, betimsel analiz ve kanıta dayalı olma standartlarına göre analiz süreçleri gerçekleştirilmiştir. İlk taramalar sonucunda toplamda 52 çalışmaya ulaşılmıştır. Bu çalışmalardan dâhil etme ölçütlerini karşılayan toplam 21 çalışma betimsel analiz sürecine dâhil edilmiştir. Ardından, tek-denekli araştırmalar için belirlenmiş olan niteliksel ölçütler dikkate alınarak bu çalışmalar yöntemsel açıdan değerlendirilmiştir. Niteliksel ölçütlerin tamamını karşılayan 17 çalışma görsel ve meta-analiz sürecine alınmıştır.

Bulgular: Betimsel analiz bulgularına göre, çalışmaların 2011-2019 yılları arasında yoğunlaştığı ve sıklıkla özel öğrenme güçlüğü olan çocuklara yönelik gerçekleştirildiği görülmüştür. Yöntemsel özelliklere bakıldığında; araştırma deseni olarak sıklıkla denekler arası yoklama denemeli çoklu yoklama modelinin kullanıldığı; bağımlı değişken olarak problem çözme alanında en çok onluk bozma gerektiren çıkarma işlemi içeren problemleri çözme becerisi ve dört işlem becerileri alanında ise sıklıkla çarpma işlemi becerisine yer verildiği görülmüştür. S-YS-S stratejisinin sıklıkla doğrudan öğretim yöntemi ile sunulduğu ve RENAME stratejisi ile desteklendiği görülmektedir. İncelenen araştırmaların tümünde grafiksel analiz kullanılmış; ancak istatistiksel analizlere tüm çalışmalarda yer verilmemiştir. Kanıta dayalı değerlendirmeye ilişkin bulgulara bakıldığında, niteliksel ölçütlerin tamamını karşılayan 17 çalışmadan 16'sında olumlu etki görülmüştür. Meta-analiz çalışmalarında, ÖVY ve Tau-U etki büyüklüğü analiz sonuçları ise bulgular başlığında ayrıntılandırılmıştır.

Tartışma: Elde edilen bu bulgular, S-YS-S öğretiminin kanıta dayalı bir uygulama olduğunu gösterir niteliktedir. Elde edilen bulgular alanyazın dikkate alınarak tartışılmış, araştırmacılara ve uygulamacılara önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar sözcükler: Özel gereksinimli birey, matematik becerileri, kanıta dayalı uygulamalar, meta-analiz, tek-denekli araştırmalar.

Atf için: Özlü-Ünlü, Ö., Arslanoğlu, A., & Yıkılmış, A. (2022). Özel gereksinimli bireylere matematik öğretiminde somut-yarı somut-soyut öğretimin kanıta dayalı uygulama olarak belirlenmesi. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Özel Eğitim Dergisi*, 23(4), 931-960. <https://doi.org/10.21565/ozelegitimdergisi.938438>

*Bu çalışma Bursa Uludağ Üniversitesi tarafından düzenlenen 30. Ulusal Özel Eğitim Kongresi'nde sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

¹**Sorumlu Yazar:** Arş. Gör., İstanbul Medipol Üniversitesi, E-posta: oozlu@medipol.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-7012-4151>

²Arş. Gör., İstanbul Medipol Üniversitesi, E-posta: aarslanoglu@medipol.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-0734-6974>

³Doç. Dr., Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, E-posta: yikmis_a@ibu.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-1143-1207>

Giriş

Öğretim ortamlarında her bireye öğrenme biçimini destekleyecek etkili ve sistematik öğretim uygulamalarının sağlanması vurgulanmaktadır (Westling & Fox, 1995). Özellikle özel gereksinimli bireylere matematik becerilerinin öğretim süreci düşünüldüğünde, öğrencilere çok duyulu öğrenme yaşantıları sağlayacak uyarlamaların yapılması büyük önem taşımaktadır (Hudson & Miller, 2006). Alanyazında, öğretim uygulamalarının matematiğin soyut doğası gereği soyut deneyimler ile sınırlı kaldığı ve kavramsal öğrenme yerine daha çok işlemsel sürece odaklanan uygulamaların yapıldığı ifade edilmektedir (Maccini & Hughes, 1997). Özellikle Maccini ve Hughes (1997), gerçekleştirdikleri alanyazın taramasında, 1988 ve 1995 yılları arasında sıklıkla matematiksel kuralların ve işlemlerin ezberlenmesine odaklanan çalışmaların yürütüldüğünü, matematiksel bilginin daha çok işlemsel bilgi boyutunun gelişimini destekleyen çalışmalarda yoğunlaştığını ifade etmişlerdir. Tüm bu çalışmalarda ortaya çıkan temel gereksinim, matematik öğretim sürecinde öğrencilerin kavramın doğasının gerektirdiği soyutlamaları yapabilmeleri için, başlangıçta yeterli düzeyde somut deneyimler yaşayacakları uygulamalara yer verilmesi olarak belirtilmektedir.

Son yıllarda özel gereksinimli bireylere matematik becerilerini öğretme süreci, çok duyulu öğrenme yaşantıları sunan yöntem ve yaklaşımlar üzerinde yoğunlaşmaktadır (Carmack, 2011; Ferreira, 2009; Hughes, 2011). Alanyazın incelendiğinde, matematik öğretimi sürecinde somut deneyimler ve görselleştirmeler yoluyla, kavramsal ve işlemsel bilginin dengelendiği öğrenme yaşantılarına odaklanan birçok yöntem, teknik ve stratejinin ön plana çıktığı görülmektedir (Özlu, 2016). Bu yöntem, teknik ve stratejiler arasında; etkileşim ünitesi (Cawley & Reines, 1996; Gürsel & Yıkımsı, 2001), nokta belirleme tekniği (Cihak & Foust, 2008; Terzioğlu & Yıkımsı, 2018) ve somut-yarı somut-soyut öğretim stratejisi (Aydemir, 2017; Cease-Cook, 2013; Flores vd., 2014; Nar, 2018; Stroizer vd., 2015; Özlu, 2016) gibi çok duyulu yaklaşımlar yer almaktadır. Özellikle, öğretimin en somut düzeyden başlayarak aşamalı olarak soyutlaştırıldığı bir strateji olan Somut-Yarı Somut-Soyut (S-YS-S) (Concrete-Representational-Abstract-CRA) öğretim stratejisinin, bu çalışmalarda farklı kavramların ve becerilerin öğretiminde sıklıkla kullanıldığı görülmektedir (Carmack, 2011; Flores vd., 2014; Özlu & Yıkımsı, 2019).

S-YS-S öğretimi somut, yarı somut ve soyut olmak üzere üç aşamadan oluşan ve her bir aşamanın bir önceki aşamayı ardışık bir sırayla izlediği sistematik ve etkili bir öğretim uygulaması olarak bilinmektedir (Flores vd., 2014; Özlu & Yıkımsı, 2019). S-YS-S öğretim uygulamaları için alanyazında, sıklıkla strateji (Nar, 2018; Özlu, 2016), yaklaşım (Bouck vd., 2017; Hudson vd., 2006) ve yöntem (Aydemir, 2017) terimlerinin kullanıldığı görülmektedir. Bu öğretim uygulamalarının ilk aşaması olan somut aşamada manipülatif nesnelerin kullanıldığı yaşantılar aracılığıyla, matematiksel ifadeler ile somut nesneler arasında anlamlı ilişkiler kurulmasına olanak sağlayacak zihinsel olgunluk düzeyi oluşturulmaktadır. Öğrencilerin matematiksel kavramları zihinlerinde yapılandırılmaları için yoğun bir şekilde somut materyallerle etkileşim kurmaları gerekmektedir. Bu bağlamda somut aşama deneyimleri, matematik kavramlarının ve becerilerinin soyut sembollerle ilişkilendirilmesi sürecindeki en önemli aşama olarak kabul edilmektedir (Eastburn, 2010). Ancak soyut kavramların sadece somut modellerle yoluyla deneyimlenmesi, soyut kavramların anlamlandırılması için yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle öğrencilerin somut aşama deneyimlerinin ardından kavramın yarı somut formları ile etkileşime girmeleri gerekmektedir (Soylu, 2008; Şahin, 2012). Dolayısıyla somut ve soyut aşamalar arasında köprü niteliği taşıyan yarı somut aşama uygulamalarına geçilmektedir. Yarı somut aşamada, bir önceki aşamada kullanılan gerçek nesnelerin yerini, resim, diyagram, şekil ya da çizim gibi iki boyutlu temsilleri almaktadır. Bu aşamada, somut aşama uygulamalarında elle tutulabilen nesneleri hareket ettirerek gerçekleştirilen yaşantıların, şekil, resim ya da çizimler aracılığıyla iki boyutlu yansımaları oluşturulmaktadır (Anstrom, 2006; Özlu, 2016). Bu deneyimler sayesinde öğrencilerin, çok yönlü düşünme becerilerini geliştirmeleri (Carmack, 2011) ve matematik becerisi ile bu becerinin yarı somut temsili olan formu arasında anlamlı bir bağ kurabilmeleri (Şahin, 2012) amaçlanmaktadır. İlk iki aşamada yeterli yaşantıların geçirilmesinin ardından, öğrencinin kavramın soyut formunu öğrenmeye hazır hâle geldiği düşünülmektedir. Soyut aşamada, öğretimi yapılan matematik kavramları ve becerilerine ilişkin sadece sayı, matematiksel ifade, sembol ve işaretler sunulmaktadır. Bu aşamada kritik olarak kullanılan somut ve yarı somut kavramların, sadece kavramın anlamlandırılmasını kolaylaştıran temsiller olduğu ve bu nedenle de soyut kavramın yerine konulmaması gerektiği öğrencilere vurgulanmalıdır (Şahin, 2012). Dolayısıyla, öğrencilerin şekil ya da çizim gibi temsilleri kullanma bağımlılığı kazanmamaları için soyut düzeyde yeterli yaşantıya yer verilmesi büyük önem taşımaktadır (Carmack, 2011).

Matematik öğretiminde soyut kavramların ve aralarındaki ilişkinin anlamlandırılması, kavramsal ve işlemsel bilgi arasında anlamlı bağların kurulabilmesine bağlıdır (Mercer & Mercer, 2005). Matematiksel bilgiyi oluşturan kavramsal ve işlemsel boyutlar arasında güçlü bir bağ bulunmaktadır. Kavramsal bilgi, işlemsel bilgiyi destekleyen ve ona anlam kazandıran bir bilgi iken; işlemsel bilgi kavramsal bilgiler üzerinde yapılan rutinler ve

kurallardan oluşan bir bilgi türüdür. Somut düzeyden soyut düzeye aşamalı olarak giden öğretimlerle edinilen becerilerdeki öğrenci hataları işlemsel hata olmasına rağmen, geleneksel öğretimlerle edinilen becerilerdeki hataların kavramsal hata olduğu öne sürülmektedir. Bu duruma, matematik öğretiminde kavramsal anlamaya odaklanılmadığından, öğrencilerin ezbere yönelmelerinin neden olduğu düşünülmektedir (Soylu, 2008). Bu bağlamda bu iki boyut arasında dengeli bir ilişkinin kurulduğu öğretimlere yer verilmesi büyük önem taşımaktadır. Somuttan soyuta giden aşamalı bir süreç içinde soyut kavramları yapılandırma olanağı sunan S-YS-S öğretim uygulamaları (Olkun & Uçar, 2009) ise, matematiksel bilginin anlamlandırılmasında etkili yöntemlerin başında gelmektedir (Anstrom, 2006). Bu stratejide, somut aşamada üç boyutlu nesnelere ve yarı somut aşamada iki boyutlu temsilleri ile gerçekleştirilen deneyimler kavramsal boyuta; soyut aşama uygulamalarıyla da işlemsel boyuta ilişkin öğrenmelerin geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Daha da önemlisi, bu iki boyuttaki dengeli ve yeterli düzeyde öğrenme deneyimleri aracılığıyla, kavramsal boyuttan işlemsel boyuta aşamalı bir geçiş olanağı sunulmaktadır. S-YS-S uygulamalarıyla öğrenciler, görsel, dokunsal ve kinestetik yaşantılar yoluyla matematik kavramlarının ve becerilerinin tüm anlama düzeylerindeki temsilleri ile aşamalı olarak karşılaşmış olurlar. Bu sayede özel gereksinimli öğrencilerin öğrenme sürecinde, çeşitli gösterimler vasıtasıyla matematiksel bilgiyi farklı formlarda görmeleri, onların kavramlar arasındaki ilişkiyi anlamalarına ve gerekli durumlarda bu bilgiyi transfer edebilmelerine yardımcı olur (Özlü & Yıkış, 2019). Buna ek olarak öğrencilerin nesnelere dokunarak ve hissederek gerçekleştirdikleri yaşantılar, bireylerin bilişsel olduğu kadar duyuşsal alanda da gelişimlerini olumlu yönde etkilemektedir (Soylu, 2008).

Matematik kavramlarının ve becerilerinin öğretimi sürecinde özel gereksinimli bireylere daha olumlu öğrenme deneyimleri sunabilmek için araştırmalar ve uygulamalarda etkili olduğu kanıtlanmış öğretim yöntem ve stratejilerinin belirlenmesine gereksinim duyulmaktadır. Pek çok araştırmada, S-YS-S öğretiminin etkili bir uygulama olduğu ve özel gereksinimli bireyler için olumlu gelişmeler sağladığı ifade edilmektedir (Ferreira, 2009; Flores, 2009; Hughes, 2011). Buna rağmen özel gereksinimli bireylere matematik kavramlarının ve becerilerinin öğretiminde etkili yöntem ve stratejilerin arayışı devam etmektedir. Bu hareket, Amerika Birleşik Devletleri'nde 2001 yılında yürürlüğe alınan ve tüm okulların özel eğitim alanında kanıta dayalı uygulamaları kullanımını zorunlu kılan Hiçbir Çocuk Geride Kalmasın Yasası (No Child Left Behind, 2001) ve 2004 yılında çıkarılan Özel Gereksinimli Bireylerin Eğitimi Yasası (Individuals with Disabilities Education Act) ile birlikte hız kazanmıştır (Rakap, 2016). Özellikle Hiçbir Çocuk Geride Kalmasın Yasası (2001) ile kanıta dayalı ve bilimsel olarak kanıtlanmış öğretim yöntemlerini kullanmanın önemi vurgulanmış ve bu yöntemlerin kullanılması yasal zorunluluk hâline getirilmiştir. Bunun sonucunda, son yirmi yılda özel eğitim alanındaki uygulamaların kanıta dayalı uygulama olup olmadıklarına ilişkin değerlendirmelerin yapıldığı çalışmalar, nicelik ve nitelik olarak artış göstermiştir (Aydın & Tekin-İftar, 2020; Aydın vd., 2019; Özkubat vd., 2022). Bu sebeple, bir uygulamanın kanıta dayalı olup olmadığını belirlemek adına, bir konuda bağımsız olarak yapılan çok sayıda bireysel çalışmalardan elde edilen sonuçların birleştirilmesi ve ulaşılan bulguların analizinin yapılarak daha genellenebilir ve güvenilir sonuçlar elde edilebilmesi için meta-analiz çalışmalarının gerçekleştirilmesi (Gürbüz & Şahin, 2017) önem arz etmektedir.

Alanyazında özel gereksinimli bireylere matematik öğretiminde kullanılan S-YS-S öğretiminin kanıta dayalı uygulama olarak adlandırıldığı çalışmalar mevcuttur (Agrawal & Morin, 2016; Powell, 2015). Ancak Agrawal ve Morin'in (2016) ve Powell'ın (2015) yürüttükleri bu çalışmalar, S-YS-S öğretiminin kanıta dayalı olma durumunu incelemeye yönelik değildir. Bu çalışmalarda, matematik kavramlarının ve becerilerinin öğretim sürecinde stratejinin kullanımına yönelik bilgi verilerek, S-YS-S öğretim stratejisinin kanıta dayalı olduğuna yönelik görüş bildirilmiştir. Bu çalışmalardan farklı olarak, Bouck ve diğerleri (2017), S-YS-S öğretim stratejisinin kanıta dayalı bir uygulama olup olmadığını değerlendirmek adına sistematik bir çalışma yürütmüşlerdir. Hedef çalışma grubunun sadece öğrenme güçlüğü olan bireyleri kapsadığı bu çalışma, 1975-2015 yılları arasındaki grup deneysel çalışmalar ve tek-denekli araştırmaları değerlendirmiştir. Ancak mevcut çalışma, Bouck ve diğerleri (2017) tarafından yürütülen çalışmadan; (a) tarama süreci aralığı 1980-2020 yılları arasında gerçekleştirilen, (b) araştırma modeli olarak sadece tek-denekli araştırma modellerinden birine yer vermiş olan ve (c) denek grubu, herhangi bir yetersizlik türünde tanı almış bireylerden oluşan çalışmaların sistematik olarak incelenmesi yönüyle farklılık göstermiştir. Çalışmada, özel gereksinimli bireylere matematik becerilerinin öğretiminde S-YS-S öğretiminin kanıta dayalı olma durumunun değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda, dâhil etme kriterlerini karşılayan çalışmaların; (a) kapsamlı betimsel özetlemeler aracılığıyla genel özelliklerinin belirlenmesi, (b) Cook ve diğerleri (2014) tarafından sunulan niteliksel ölçütler doğrultusunda yöntemsel açıdan uygunluğunun değerlendirilmesi ve (c) Cook ve diğerleri (2014) tarafından sunulan kanıta dayalı uygulama olma standartları doğrultusunda incelenmesi hedeflenmiştir. Özel gereksinimli bireylere çeşitli matematik becerilerinin

kazandırılmasında kanıta dayalı müdahalelere gereksinim duyulmaktadır. Bu bağlamda mevcut araştırmanın, S-YS-S öğretim yaklaşımının kanıta dayalı olma durumuna yönelik alanyazına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Yöntem

Çalışmaların Belirlenme Süreci

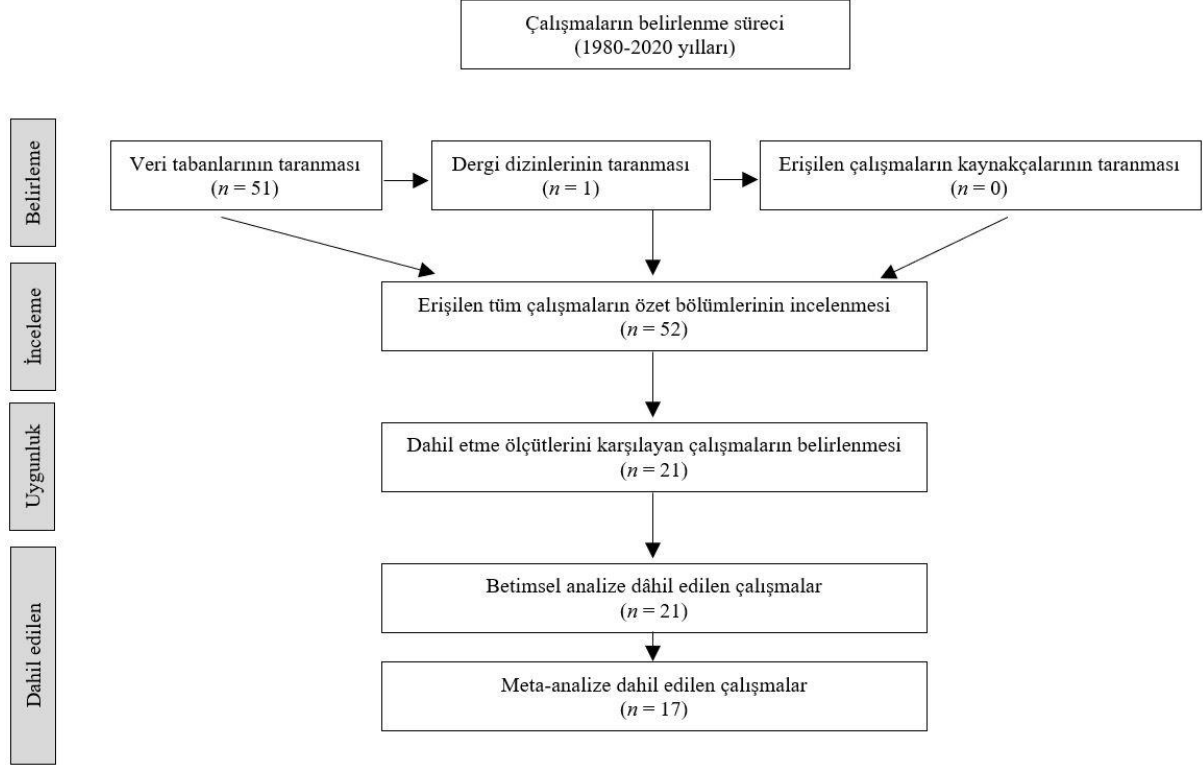
Çalışmaların seçilmesi sürecinde ulusal ve uluslararası alanyazındaki uygun çalışmaların belirlenmesi amacıyla elektronik tarama gerçekleştirilmiştir. Araştırmada, 1980-2020 yılları arasında Education Resource Information Center (ERIC), Academic Search Complete, SpringerLink, Sage, ResearchGate, Wiley Online Library, ULAKBİM, ProQuest, Taylor & Francis Online, Science Direct, Web of Science, EBSCOHost ve YÖK Tez Merkezi adlı veri tabanlarında ilgili konularda yayımlanan çalışmalar uygun anahtar kelimeler kullanılarak taranmıştır. Bu süreçte “matematik” (mathematics, math), “yetersizlik” (disability), “Somut-Yarı Somut-Soyut” (Concrete-Representational-Abstract/CRA ya da Concrete-Semiconcrete-Abstract/CSA) ve “strateji” (strategy) Türkçe ve İngilizce anahtar kelimeleri ve bu kelimelerin olası tüm kombinasyonları ile tarama gerçekleştirilmiştir. Buna ek olarak, tarama sürecinde sıklıkla karşılaşılan dergilerde de aynı tarama süreci gerçekleştirilmiştir. Bu dergilerin isimleri, Learning Disabilities Research & Practice, Remedial and Special Education, Learning Disability Quarterly, The Journal of Special Education, Learning Disabilities: A Contemporary Journal, Exceptional Children, International Journal of Special Education, European Journal of Special Needs Education ve Journal of Applied Behavior Analysis olarak listelenmiştir.

Araştırmaya dâhil edilecek olan çalışmaların belirlenmesinde; a) 1980-2020 tarihleri arasında yayımlanmış olması, b) İngilizce veya Türkçe dilinde yayımlanmış olması, c) ulusal veya uluslararası hakemli dergilerde yayımlanmış makaleler ya da yüksek lisans veya doktora tezi olması, d) matematik kavramlarının ve becerilerinin öğretimi ile ilgili en az bir bağımlı değişkeni içermesi, e) bağımsız değişkenin tanımında Somut-Yarı Somut-Soyut öğretime ya da Somut-Yarı Soyut-Soyut öğretim stratejisi, yöntemi ya da yaklaşımına yer verilmiş olması, f) Somut-Yarı Somut-Soyut öğretim ya da Somut-Yarı Soyut-Soyut öğretiminin üç aşamasına eksiksiz ve sıralı bir biçimde yer verilmesi, g) deneklerin okul çağında ve en az birinin tanı almış olması, h) tek-denekli araştırma modeline göre desenlenmiş olması ve i) bağımsız değişken etkisinin her bir denek için görsel analize uygun veri sunması ölçütleri dikkate alınmıştır.

Veri tabanı taramaları sonucunda toplam 51 çalışmaya ve bu çalışmalara ek olarak dergilerde gerçekleştirilen taramalar sonucunda bir çalışmaya daha ulaşılmıştır. Daha önce matematik becerilerinin öğretiminde Somut-Yarı Somut-Soyut öğretiminin kullanımına yönelik gerçekleştirilmiş olan betimsel analiz çalışmaları ile betimsel ve meta-analiz çalışmalarına ulaşılmış ve bu çalışmaların kaynakçaları incelenmiştir. Kaynakça incelemesi sonucunda, daha önce ulaşılmış olan çalışmalardan farklı bir çalışmaya rastlanmadığı görülmüş ve toplam 52 çalışma dâhil etme ölçütleri doğrultusunda değerlendirilmek üzere klasörleştirilmiştir. Ulaşılan çalışmaların araştırmanın dâhil etme ölçütlerini karşılayıp karşılamadıklarını belirleyebilmek amacıyla, çalışmaların özet bölümleri incelenmiş ve gerek duyulması hâlinde çalışmaların tamamı okunmuştur. Dâhil etme ölçütlerini karşılayan toplam 21 çalışmaya ulaşılmış ve her bir çalışmanın kaynakçası incelenmiştir. Bu incelemeler sonucunda farklı bir çalışmaya rastlanmamıştır. Belirlenen bu çalışmalar kapsamlı bir betimsel analiz sürecine alınmıştır (bk. Şekil 1).

Şekil 1

Çalışmaların Belirlenme Sürecine İlişkin Akış (Moher vd., 2009)



Analiz Süreci

Araştırmanın analiz süreci, betimsel analiz süreci ve meta-analiz yoluyla çalışmalardaki uygulamaların kanıta dayalı olma standartlarına göre analiz süreci olmak üzere iki aşamada gerçekleşmiştir.

Betimsel Analiz Süreci

Kanıta dayalı olma standartları kapsamında niteliksel ölçütleri karşılayan çalışmaların belirlenme sürecine, öncelikle tüm çalışmaların betimsel analizi gerçekleştirilerek başlanmıştır. Bu bağlamda, toplam 21 çalışma, betimsel analiz sürecine dâhil edilmiştir. Çalışmalara ilişkin bilgiler araştırmacılar tarafından geliştirilen “Çalışma Değerlendirme Formu” kullanılarak kaydedilmiştir. Form aracılığıyla çalışmanın yazar ve yıl bilgisi, türü, yayımlandığı kaynak, bağımlı değişken, bağımsız değişken, denek özellikleri (deneklerin tanı, yaş ve sayıları), araştırma deseni, analiz türü, izleme, genelleme, sosyal geçerlik, gözlemciler arası güvenilirlik ve uygulama güvenilirliği başlıklarında bilgiler toplanmıştır (bk. Tablo 1).

Tablo 1

Betimsel Analiz Sürecine Dâhil Edilen Çalışmalar

No	Kaynak	Çalışmanın türü	Yayımlandığı kaynak	Bağımlı değişken	Bağımsız değişken	Denekler		Araştırma deseni	Analiz türü	Güvenirlilik				
						Tanı türü	Yaş/sayı			İ	G	S	GAG	UG
1	Bouck ve diğerleri (2017)	Makale	Research in Developmental Disabilities	Para bozdurmayı gerektiren problemleri çözme becerisi	Doğrudan öğretim ile sunulan S-YS-S	ZY ($n = 2$) ve ÖÖG ($n = 2$)	12-13 yaş/4	Denekler arası yoklama denemeli çoklu yoklama modeli	Grafiksel analiz, istatistiksel analiz (Tau-U ve ÖVY)	+	-	+	+	+
2	Carmack (2011)	Doktora tezi	University of Nevada	Eldeli toplama işlemi gerektiren problemleri çözme becerisi	Doğrudan öğretim ile sunulan S-YS-S ve RENAME (toplama işlemi) FAST RENAME (sözel problem için)	ÖÖG	7-11 yaş/9	İki tekrarlı denekler arası yoklama denemeli çoklu yoklama modeli	Grafiksel analiz, istatistiksel analiz (ÖVY)	+	+	+	+	+
3	Cease-Cook (2013)	Doktora Tezi	University of North Carolina	Birinci dereceden bir bilinmeyenli denklem kurmayı gerektiren problemleri çözme becerisi	Doğrudan öğretim ile sunulan S-YS-S ve ISOLATE (hatırlatıcı strateji)	ZY	15-16 yaş/3	Denekler arası yoklama denemeli çoklu yoklama modeli	Grafiksel analiz	+	+	+	+	+
4	Ferreira (2009)	Doktora Tezi	University of Nevada	Onluk bozma gerektiren çıkarma işlemi içeren problemleri çözme becerisi	Doğrudan öğretim ile sunulan S-YS-S ve RENAME	ÖÖG	10-12 yaş/6	Bir tekrarlı denekler arası yoklama denemeli çoklu yoklama modeli	Grafiksel analiz, istatistiksel analiz (t -test)	+	-	+	+	+
5	Flores (2009)	Makale	Preventing School Failure: Alternative Education for Children and Youth	Onluk bozma gerektiren çıkarma işlemi içeren problemleri çözme becerisi	Doğrudan öğretim ile sunulan S-YS-S ve DRAW	ÖÖG ($n = 4$) ve NGG ($n = 2$)	8-10 yaş/6	Gruplar arası yinelenen çoklu yoklama modeli	Grafiksel analiz	+	-	+	+	+

Tablo 1 (devamı)

No	Kaynak	Çalışmanın türü	Yayımlandığı kaynak	Bağımlı değişken	Bağımsız değişken	Denekler		Araştırma deseni	Analiz türü	Güvenirlilik				
						Tanı türü	Yaş/sayı			İ	G	S	GAG	UG
6	Flores ve diğerleri (2014)	Makale	Learning Disabilities Research & Practice	Eldeli çarpma gerektiren problemleri çözme becerisi	Doğrudan öğretim ile sunulan S-YS-S ve RENAME	ÖÖG	10-11 yaş/4	Denekler arası yoklama denemeli çoklu yoklama modeli	Grafiksel analiz, istatistiksel analiz (Tau-U)	+	+	+	+	+
7	Hord ve Xin (2015)	Makale	The Journal of Special Education	Alan ve hacim problemleri	S-YS-S ile kavramsal model tabanlı problem çözme (COMPS)	ZY	11-13 yaş/3	Denekler arası yoklama denemeli çoklu yoklama modeli	Grafiksel analiz	+	-	+	+	+
8	Maccini ve Hughes (2000)	Makale	Learning Disabilities Research & Practice	Toplama, çıkarma, çarpma, bölme işlemi içeren sözel problemleri çözme becerisi	Doğrudan öğretim ile sunulan S-YS-S ve STAR (bilişsel strateji öğretimi)	ÖÖG	14-18 yaş/6	Denekler arası yoklama denemeli çoklu yoklama modeli	Grafiksel analiz, sesli düşünme protokolü	+	+	+	+	+
9	Maccini ve Ruhl (2000)	Makale	Education and Treatment of Children	Çıkarma işlemi gerektiren problemleri çözme becerisi	Doğrudan öğretim ile sunulan S-YS-S ve STAR (bilişsel strateji öğretimi)	ÖÖG	14-15 yaş/3	Denekler arası yoklama denemeli çoklu yoklama modeli	Grafiksel analiz, sesli düşünme protokolü	+	+	+	+	+
10	Mancl ve diğerleri (2012)	Makale	Learning Disabilities Research & Practice	Onluk bozma gerektiren çıkarma işlemi içeren problemleri çözme becerisi	Doğrudan öğretim ile sunulan S-YS-S ve RENAME	ÖÖG	10-11 yaş/5	Denekler arası yoklama denemeli çoklu yoklama modeli	Grafiksel analiz, istatistiksel analiz (ÖVY)	+	-	-	+	+
11	Milton ve diğerleri (2019)	Makale	Learning Disability Quarterly	Temel çarpma ve bölme becerisi	Doğrudan öğretim ile sunulan S-YS-S	ÖÖG (n = 4) ve SP (n = 1)	9-13 yaş/5	Denekler arası yoklama denemeli çoklu yoklama modeli	Grafiksel analiz, istatistiksel analiz (Tau-U ve ÖVY)	+	-	+	+	+
12	Morin ve Miller (1998)	Makale	Education and Treatment of Children	Temel çarpma işlemi gerektiren problemleri çözme becerisi	Doğrudan öğretim ile sunulan S-YS-S ve FAST DRAW	ÇY (ZY, ZY-GY, ZY-FY)	15-16 yaş/3	Denekler arası çoklu başlama modeli	Grafiksel analiz	-	-	-	+	+

Tablo 1 (devamı)

No	Kaynak	Çalışmanın türü	Yayımlandığı kaynak	Bağımlı değişken	Bağımsız değişken	Denekler		Araştırma deseni	Analiz türü	Güvenirlilik				
						Tanı türü	Yaş/sayı			İ	G	S	GAG	UG
13	Nar (2018)	Yüksek lisans tezi	Anadolu Üniversitesi	Toplama işlemi becerisi	Doğrudan öğretim ile sunulan S-YS-S	ZY	8-11 yaş/3	Denekler arası yoklama denemeli çoklu yoklama modeli	Grafiksel analiz, istatistiksel analiz (Tau-U)	+	+	+	+	+
14	Özlu (2016)	Yüksek lisans tezi	Abant İzzet Baysal Üniversitesi	Çarpma işlemi becerisi	Doğrudan öğretim ile sunulan S-YS-S	ZY	9-10 yaş/3	Denekler arası yoklama denemeli çoklu yoklama modeli	Grafiksel analiz	+	+	+	+	+
15	Scheuermann ve diğerleri (2009)	Makale	Learning Disability Quarterly	Bir bilinmeyenli denklem çözümünü içeren sözel problem çözme becerisi	Doğrudan öğretim ile sunulan S-YS-S	ÖÖG	11-14 yaş/14	Denekler arası yoklama denemeli çoklu yoklama modeli	Grafiksel analiz, istatistiksel analiz (ÖVY)	+	+	-	+	-
16	Sealander ve diğerleri (2012)	Makale	Assessment for Effective Intervention	Tek basamaklı sayılarla (temel) çıkarma işlemi gerektiren sözel problemleri çözme becerisi	Doğrudan öğretim ile sunulan S-YS-S	ÖÖG (n = 5) DDB (n = 3)	6-8 yaş/8	Denekler arası çoklu başlama modeli	Grafiksel analiz	+	+	-	+	+
17	Strickland ve Maccini (2012)	Makale	Remedial and Special Education	Alan problemlerinin içine gömülen cebirsel ifadeleri çarpma becerisi	Doğrudan öğretim ile sunulan S-YS-S	ÖÖG (n = 2), ÖÖG-DEHB (n = 1)	13-15 yaş/3	Denekler arası yoklama denemeli çoklu yoklama modeli	Grafiksel analiz, istatistiksel analiz (ÖVY)	+	+	+	+	+
18	Stroizer ve diğerleri (2015)	Makale	Education and Training in Autism and Developmental Disabilities	Eldeli toplama işlemi, onluk bozma gerektiren çıkarma işlemi, sıfırdan beşe kadar olan sayılarla çarpma işlemi becerisi	Doğrudan öğretim ile sunulan S-YS-S ve RENAME (çıkarma) ve DRAW (çarpma)	OSB	8-10 yaş/3	Davranışlar arası çoklu başlama modeli	Grafiksel analiz, istatistiksel analiz (Tau-U)	-	-	+	+	+

Tablo 1 (devamı)

No	Kaynak	Çalışmanın türü	Yayımlandığı kaynak	Bağımlı değişken	Bağımsız değişken	Denekler		Araştırma deseni	Analiz türü	Güvenirlilik				
						Tanı türü	Yaş/sayı			İ	G	S	GAG	UG
19	Taber (2013)	Doktora tezi	Florida Atlantic University	Bir ve iki aşamalı çarpma ve bölme işlemi gerektiren problemleri çözme becerisi	Şemaya dayalı problem çözme stratejisi, S-YS-S ve kendini düzenleme stratejisini içeren öğretim paketi	ÖÖG ($n = 2$) ve SP ($n = 1$)	11 yaş/3	Denekler arası yoklama denemeli çoklu başlama modeli	Grafiksel analiz	+	+	-	+	+
20	Washing (2018)	Yüksek lisans tezi	Miami University	Onluk bozma gerektiren çıkarma işlemi becerisi	Video modellerle öğretim ile sunulan S-YS-S	ZY ($n = 1$) ve OSB-ZY ($n = 2$)	14-15 yaş/3	Denekler arası yoklama denemeli çoklu yoklama modeli	Grafiksel analiz, istatistiksel analiz (Tau-U ve ÖVY)	+	+	+	+	-
21	Yakubova ve diğerleri (2016)	Makale	Journal of Autism and Developmental Disorders	Tek ve iki basamaklı sayılarla toplama, çıkarma ve sayı karşılaştırmalarını gerektiren sözel problemler	Video modellerle öğretim ile sunulan S-YS-S	OSB	5-6 yaş/4	Davranışlar arası çoklu başlama modeli	Grafiksel analiz, istatistiksel analiz (İLOF)	+	-	+	+	+

Not: DDB = duygusal ve davranışsal bozukluk; DEHB = dikkat eksikliği ve hiperaktivite bozukluğu; FY = fiziksel yetersizlik; G = genelleme; GAG = gözlemciler arası güvenirlilik; GY = görme yetersizliği; İ = izleme; NGG = normal gelişim gösteren; OSB = otizm spektrum bozukluğu; ÖÖG = özel öğrenme güçlüğü; ÖVY = örtüşmeyen veri yüzdesi; S = sosyal geçerlik; SP = sağlık problemlerinden kaynaklı yetersizlik; UG = uygulamacı güvenirliliği; ZY = zihin yetersizliği.

Kanıtı Dayalı Uygulama Standartlarına Göre Analiz Süreci

2014 yılında Özel Gereksinimli Çocuklar Konseyi (Council for Exceptional Children [CEC]) tarafından bir uygulamanın kanıtı dayalı olarak nitelendirilmesinde; (a) her bir çalışmanın yöntemsel açıdan uygunluğunu belirleyen niteliksel ölçütler ve (b) bir uygulamanın kanıtı dayalı uygulama olarak sınıflandırılmasını belirleyen standartlar olmak üzere iki unsurun yer aldığı öne sürülmüştür. Bir uygulamanın kanıtı dayalı olup olmadığının belirlenmesinde; (1) tek-denekli çalışmaların niteliksel ölçütlerin tamamını karşılayarak yöntemsel açıdan uygun olması, (2) konuya ilişkin toplamda en az beş tek-denekli çalışmanın yapılmış olması, (3) bu çalışmalarda olumlu etki görülmesi ve (4) bu çalışmaların toplamda en az 20 denek ile yürütülmüş olması standartlarının dikkate alınması gerekmektedir (Özel Gereksinimli Çocuklar Konseyi, 2014). Bunun yanı sıra bir uygulamanın kanıtı dayalı olarak adlandırılmasında, niteliksel ve niceliksel değerlendirmelerin bir arada yapıldığı kapsamlı bir değerlendirme sürecinin önemi vurgulanmaktadır (Karasu, 2011; Kavale, 1984). Niceliksel özetleme olarak meta-analizler, niteliksel bağlamda betimsel analiz sürecine kıyasla daha üst düzey nesnellik sağlamaktadır. Bir uygulamanın kanıtı dayalı olup olmadığına karar vermek için, ilgili çalışmaların niceliksel özetlemeler ile desteklenerek etki büyüklüklerinin incelenmesi önerilmektedir (Kavale, 1984). Bu nedenle, niteliksel açıdan tüm ölçütleri karşılayan çalışmaların niceliksel olarak sentezlenmesi için, çalışmaların etki büyüklüğü hesaplamalarına yer verilir. Bu bilgiler ışığında, mevcut çalışmada, S-YS-S öğretiminin kanıtı dayalı uygulama olma durumunun değerlendirilmesi amacıyla, her bir çalışmanın niteliksel ve niceliksel özetlemeleri gerçekleştirilmiştir.

Özel Gereksinimli Çocuklar Konseyi (2014) tarafından, bir çalışmanın yöntemsel açıdan uygun olması için tüm niteliksel ölçütleri karşılaması gerektiği öne sürülmüştür. Bu bağlamda, çalışmaların niteliksel açıdan değerlendirilme süreci, Özel Gereksinimli Çocuklar Konseyi tarafından görevlendirilen ve özel eğitim alanında hizmet veren Cook ve diğerleri (2014) tarafından geliştirilen ölçütler dikkate alınarak yürütülmüştür. Cook ve diğerleri (2014), gerçekleştirdikleri pilot çalışmada, belirlenen ölçütlere yönelik değerlendiriciler arası güvenilirlik katsayısını tek-denekli çalışmalar için .64 olarak hesaplamışlardır. Belirlenen toplam 28 ölçütün 22'sinin ise tek-denekli çalışmalar için geçerli olduğu bildirilmiştir. Tek-denekli çalışmalar için belirlenen ölçütler şu şekilde sıralanmıştır: (1) ortam ve bağlamın tanımlanması (ölçüt 1.1), (2) deneklere ilişkin demografik özelliklerin belirtilmesi (ölçüt 2.1), (3) deneklerin yetersizlik durumlarının/risk durumlarının ne olduğu ve yetersizlik durumlarının/risk durumlarının belirlenme sürecinin belirtilmesi (ölçüt 2.2), (4) uygulamaya yönelik bilgi verilmesi ve rolünün açıklanması (örn., öğretmen, araştırmacı, yardımcı profesyonel, ebeveyn, gönüllü, akran öğretmeni, kardeş vb.) (ölçüt 3.1), (5) uygulamanın gerçekleştirilebilmesi için bu konuda bir eğitim alınması veya yeterlik sahibi olunması gerekiyor ise, uygulamacının uygulamayı gerçekleştirme konusunda gerekli eğitimi alma veya bu konuda yeterliğinin olma durumunun belirtilmesi (ölçüt 3.2), (6) uygulama sürecinin ve uygulamacının davranışlarının açıklanması (ölçüt 4.1), (7) çalışma için gerek duyulan materyallerin açıklanması (ölçüt 4.2), (8) doğrudan ve gözlenebilir ölçümlerle (kontrol listesi) çalışmanın uygulama güvenilirliğinin değerlendirilmesi ve raporlaştırılması (ölçüt 5.1), (9) uygulamanın süresi ve sıklığının değerlendirilmesi ve raporlaştırılması (ölçüt 5.2), (10) uygulama güvenilirliğinin, uygulama süreci boyunca ve her bir uygulamacı, ortam ve denek için değerlendirilmesi ve raporlaştırılması (ölçüt 5.3), (11) bağımsız değişkenin araştırmacı tarafından sistematik bir biçimde kontrol edilmesi (ölçüt 6.1), (12) başlama düzeyi aşamasının ayrıntılı olarak açıklanması (ölçüt 6.2), (13) başlama düzeyinde müdahaleye yer verilmemesi (ölçüt 6.3), (14) deneysel etkinin en az üç farklı durumda gösterilmesi (ölçüt 6.5), (15) başlama düzeyinin yer aldığı tek-denekli çalışmalarda, başlama düzeyi aşamasında en az üç veri noktasının bulunması (ölçüt 6.6), (16) iç geçerliğin kontrol edilmesi (ölçüt 6.7), (17) bağımsız değişkenin uygulanması ile bağımlı değişkende meydana gelen değişimin sosyal açıdan önem teşkil etmesi (ölçüt 7.1), (18) bağımlı değişkene ilişkin ölçümlerin açık bir biçimde tanımlanması ve açıklanması (ölçüt 7.2), (19) etki büyüklüğü hesaplamaya olanak tanıyan verinin sunulması (ölçüt 7.3), (20) uygulamanın olası etkisini göstermek amacıyla en az üç veri noktasına yer verilmesi (ölçüt 7.4) (21) güvenilirlik hesaplamalarının gerçekleştirilmesi (ölçüt 7.5) ve (22) uygulamanın her aşamasında, her bir duruma (denek, davranış ya da ortam) yönelik elde edilen verilerin görsel analiz yapmaya olanak tanıyacak şekilde grafik üzerinde sunulması (ölçüt 8.2) (Cook vd., 2014).

Çalışmaların niteliksel açıdan değerlendirilmesinin ardından her bir çalışmanın olumlu etki gösterme kriterini inceleme sürecine geçilmiştir. Tek-denekli çalışmalarda olumlu etkinin izlenmesi, bağımlı ve bağımsız değişken arasında işlevsel bir ilişkinin görülmesi ile mümkün olmaktadır (Özel Gereksinimli Çocuklar Konseyi, 2014). Başka bir ifadeyle tek-denekli çalışmalarda olumlu etkiden söz edilebilmesi için, (a) bağımlı ve bağımsız değişken arasında işlevsel bir ilişkinin olması ve (b) en az üç durum (denek, davranış, ortam) içeren bir çalışmanın, ilgili durumlarının %75'inde anlamlı değişimlerin görülmesi gerekmektedir (Cook vd., 2014).

Tek-denekli deneysel araştırma yöntemlerinde, görsel analizler ile etki büyüklüğü istatistiklerine bir arada yer verilmesi, uygulanan müdahalenin etkisinin belirlenmesinde büyük önem taşımaktadır (Kazdin, 1982; Rakap

vd., 2020). Bunun yanı sıra, tek-denekli çalışmaların etki durumlarının sınıflandırılmasında, her bir durumda (denek, davranış ve ortam) bağımlı ve bağımsız değişken arasında işlevsel bir ilişkinin kurulmuş olması beklenmektedir. İşlevsel ilişkinin varlığı, (a) kararlılık (verilerde tolere edilebilecek değişkenlik düzeyi ya da verilerdeki iniş-çıkış düzeyi), (b) eğilim (verilerde görülen sistematik artma yada azalma), (c) düzey (bağımlı değişkenin y ekseninde aldığı büyüklük), (d) acil etki (evreler arasında ilk evrenin son veri noktası ve takip eden evrenin ilk veri noktası arasındaki farkın belirlenmesi ile mutlak düzey değişikliğinin bulunması) ve (e) örtüşme analizi (farklı evrelerde verilerin örtüşme/benzeşme yüzdesi) (Tekin-İftar, 2012) ile mümkün olmaktadır. Bu nedenle mevcut çalışmada, görsel analiz sürecine yer verilmiştir.

Görsel analiz sürecinde öncelikle, bir evredeki veri noktalarının değişkenliğini incelemek üzere kararlılık analizine yer verilmiştir (Tekin-İftar, 2012). Öncelikle, evredeki verilerin ortalaması hesaplanmıştır. Ortalamanın $\pm \%15$ 'i hesaplanarak veri noktalarının kabul edilebilir aralığı belirlenmiştir. Ardından, kabul edilebilir veri aralığında bulunan veri noktası sayısı yüzde olarak hesaplanmıştır. Kararlılık bir evredeki verilerin değişkenlik göstermemesi, diğer bir ifadeyle verilerin inişli çıkışlı olmaması anlamına gelmektedir. Bu nedenle bir evredeki verilerin en az $\%80$ 'inin, $\%15$ 'ten daha fazla ortalamadan uzaklaşmaması durumunda verilerin kararlı olduğu kabul edilmiştir (Tekin-İftar, 2012). Sonrasında, veri yolunun yönünün analiz edildiği eğilim analizine yer verilmiştir. Eğilim analizi ile bir evrede yer alan verilerin artma, azalma ya da düz yönde olma durumları incelenmiştir. Bu kapsamda verilerin eğilimini belirlemek üzere eş-yarı (ortadan bölme) yöntemi kullanılmıştır (Tekin-İftar, 2012). Eş-yarı yönteminde öncelikle, deneğin performansındaki ilerlemenin yön ve şiddetini yansıtan ilerleme çizgisi çizilerek verilerin eğilimi belirlenmiştir. Ancak, ilerleme çizgisinin çizilmesi tek başına yeterli olmadığından, eğilim kararlılığı zarfı oluşturulmuştur. Bu doğrultuda, evredeki ortanca değer $\pm \%20$ 'si hesaplanarak, veri noktalarının kabul edilebilir kararlılık aralığı belirlenmiştir. Verilerin $\%80$ 'inin kararlılık aralığında bulunması durumunda eğilimin kararlı olduğu görüşüne varılmıştır. Tüm bu süreçlerin ardından, düzey kararlılığının hesaplandığı düzey analizi gerçekleştirilmiştir. Düzey kararlılığı, bir evredeki verilerin düzeyinde (y ekseninde aldığı büyüklük) görülen değişikliğin miktarı olarak ifade edilir (Tekin-İftar, 2012). Düzey kararlılığı analizi kapsamında, verilerin $\%80$ 'i hesaplanarak, o evredeki ortanca değer $\%15$ ya da $\%20$ arasında kalma durumu değerlendirilmiştir. Ayrıca, bir evreden diğer evreye geçilirken görülen bağımsız değişkenin acil etkisinin belirlenmesi adına mutlak düzey değişikliği analizine yer verilmiştir (Tekin-İftar, 2012). Mutlak düzey değişikliği analizi kapsamında ise, evreler arasında ilk evrenin son veri noktası ve takip eden evrenin ilk veri noktası arasındaki fark belirlenmiştir. Bu farkın büyüklüğü, müdahalenin etkisinin yarattığı değişimin büyüklüğü konusunda bilgi vermiştir (Rakap vd., 2020). Tüm bu analizlerden elde edilen bulgular, müdahalenin etkililiği konusunda karar verilmesinde tek başına yeterli görülmemektedir. Bu sebeple analizlerden elde edilen bulgular sentezlenerek yorumlanmıştır. Örneğin; eğilim ve acil etki durumları birlikte değerlendirilirken, evreler arasında geçişte bağımlı değişkende ani ve dik bir eğilimin görülmesi durumunda müdahalenin etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Başka bir değerlendirme sürecinde, uygulama evresindeki verilerde iniş çıkışların görülmemesi yani verilerin kararlılık göstermesi ile verilerin birbirine yakın ve büyük değerlerde olması durumunda müdahalenin etkili olduğu bilgisine varılmıştır (Rakap vd., 2020; Tekin-İftar, 2012).

Çalışmaların kanıta dayalı olma durumlarını incelemek adına yürütülen bir diğer süreçte, uygulamanın etkisini belirlemek üzere etki büyüklüğü hesaplamalarına yer verilmiştir. Bu bağlamda, görsel analiz sürecinde ek olarak farklı evrelerde verilerin örtüşme (benzeşme) yüzdesinin belirlenmesi adına örtüşme analizi gerçekleştirilmiştir (Tekin-İftar, 2012). Bu çalışmada, bağımlı değişkende arttırılmak istenen durumlar söz konusu olduğundan, Örtüşmeyen Veri Yüzdesi hesaplaması kullanılmıştır. Örtüşmeyen veri yüzdesi (ÖVY) hesaplamasında, başlama düzeyindeki en yüksek veri noktası belirlenir ve belirlenen bu noktadan uygulama aşamasının içine doğru yatay bir doğru çizilir. Doğrunun üst kısmında kalan veri noktaları, uygulama düzeyindeki toplam veri noktası sayısına bölünerek yüzdeler olarak hesaplanır. Elde edilen etki düzeyi değeri, $\%90$ ve üzerinde ise "yüksek etkili", $\%70$ ve $\%90$ arasında ise "etkili", $\%50$ ve $\%70$ arasında ise "tartışmalı" ve $\%50$ 'nin altında ise "etkisiz" olarak değerlendirilmektedir (Scruggs vd., 1986). ÖVY hesaplaması, güvenilirliğinin yüksek olması ve kolay hesaplanması nedeniyle kullanışlı bir yöntem olarak görülmektedir. Öte yandan parametrik istatistik için gereken varsayımların karşılanmasını gerektirmeyen bir yöntem olduğu bilinmektedir (Rakap vd., 2020). Ancak, bu analiz yöntemi, başlama düzeyi evresinde veri noktalarındaki eğilim değişimine ilişkin yeterli düzeyde hassas ölçümler sunmadığı gerekçesiyle eleştirilmektedir (Karasu, 2009).

ÖVY hesaplamalarının ardından, Parker ve diğerleri (2011) tarafından geliştirilen ve parametrik olmayan bir başka analiz tekniği olan Tau-U analiz tekniği kullanılmıştır. Bu analiz tekniği; (a) başlama düzeyi ve uygulama düzeyi evrelerindeki örtüşmeyen verilerin yorumlanması, (b) örtüşmeyen veriler ile uygulama evresindeki verilerde görülen eğilimin birleştirilerek yorumlanması, (c) başlama düzeyi evresindeki eğilimin kontrol

edilmesiyle örtüşmeyen verilerin yorumlanması ve (d) uygulama evresi ve başlama düzeyi evresindeki eğilim kontrol edildiğinde örtüşmeyen verilerin yorumlanması süreçlerinden oluşmaktadır. Bu analiz tekniğinde evreler çiftli karşılaştırılmakta ve karşılaştırmalarda pozitif veya negatif yönlü 0-1 arasında değerlere ulaşılmaktadır. Bu araştırmada ise, 0-1 arası Tau-U değerleri yüzdelik değere çevrilerek gösterilmiştir. Analiz sonucunda elde edilen yüzdelik değer, %93 ve üzerinde ise “yüksek etkili”, %66-92 arasında olduğunda “etkili”, %65 ve altında olduğunda ise “düşük etkili” olarak yorumlanmıştır (Parker & Vannest, 2009). Tau-U hesaplamalarının gerçekleştirilmesi için, <http://www.singlecaseresearch.org/calculators/tau-u> hesaplama sayfasından yararlanılmıştır. Tau-U analizi, başlama düzeyi ve uygulama evresinde yer alan tüm veri noktalarını karşılaştırılabilir özelliindedir. Bu süreçte de başlama düzeyi evresindeki eğilimi dikkate alması nedeniyle diğer yöntemlere göre daha güvenilir ve hassas sonuçlar sunmaktadır. Başlama düzeyi ve uygulama evrelerinde çok az sayıda veri olduğu durumlarda dahi etkili sonuçlar vermektedir. Bu çalışmada da Tau-U analiz tekniğinin bu yönleri ile ÖVY hesaplamalarını destekler ve sınırlılıklarını giderir nitelikte olduğu düşünülmüştür.

Etki büyüklüğü hesaplamalarının ardından, ÖVY ve Tau-U değerleri arasındaki ilişkiyi belirlemek adına korelasyon analizi gerçekleştirilmiştir. Bu iki parametrik olmayan analiz tekniği arasındaki tutarlılığı değerlendirmek üzere korelasyon katsayı değerleri hesaplanmış (<https://www.socscistatistics.com/tests/spearman/>) ve aralarında pozitif yönde bir ilişki olup olmadığı belirlenmiştir.

Güvenirlilik Hesaplamaları

Bu araştırmada, betimsel analiz sürecinde, niteliksel analizlerin değerlendirilmesi sürecinde, çalışmaların olumlu etki gösterme kriterini inceleme sürecinde ve kanıta dayalı olma standartlarını inceleme sürecinde olmak üzere dört farklı kodlayıcılar arası güvenirlilik hesaplaması gerçekleştirilmiştir. Araştırmacılar arasındaki tutarlılığı değerlendirmek üzere gerçekleştirilen kodlayıcılar arası güvenirlilik hesaplamalarında [görüş birliği / (görüş birliği + görüş ayrılığı) X 100] formülü kullanılmıştır (Erbaş, 2012). İlk olarak, betimsel analiz sürecine başlamadan önce, her bir kodlama değişkeninin tanımı ve kapsamı üzerinde uzlaşma sağlanması ve görüş birliğine varılması amacıyla “Çalışma Değerlendirme Formu” kullanılarak değerlendiriciler arası güvenirlilik analizi gerçekleştirilmiştir. Bu formda çalışmaların kaynak bilgisinin yanı sıra (1) çalışmanın türü, (2) yayımlandığı kaynak, (3) bağımlı değişken, (4) bağımsız değişken, (5) deneklerin aldığı tanı türü, (6) deneklerin yaşları, (7) toplam denek sayısı, (8) araştırma deseni, (9) analiz türü, (10) izleme, (11) genelleme, (12) sosyal geçerlik, (13) gözlemciler arası güvenirlilik ve (14) uygulama güvenirliliği olmak üzere toplam 14 başlık yer almaktadır. Bu 14 başlık dikkate alınarak, araştırmacının birinci ve ikinci yazarı tarafından her bir kodlama değişkeninin kapsamı, tanımı, olumlu ve olumsuz örnekleri üzerinde tartışılmış ve değerlendirmeler yapılmıştır. Bu süreçte, betimsel analize alınan 21 çalışmanın %25’i ($n = 6$) yansız olarak belirlenmiş ve çalışmalara ilişkin bilgiler birinci ve ikinci yazar tarafından birbirlerinden bağımsız bir şekilde “Çalışma Değerlendirme Formu” kullanılarak kaydedilmiştir. Kodlayıcılar arası tutarlılık %100 oranında bulunmuştur.

Tek-denekli araştırmaların niteliksel ölçütlerinin değerlendirilmesi sürecinde Cook ve diğerleri (2014) tarafından her bir niteliksel ölçüt için yer verilen açıklamalar dikkate alınmıştır. Çalışmaların niteliksel açıdan değerlendirilmeleri sürecinde, çalışmanın ilgili niteliksel ölçütü karşılaması durumunda “Evet” ve karşılamaması durumunda ise “Hayır” şeklinde kodlama yapılmıştır. Görüş birliğinin sağlanması amacıyla, araştırmacının birinci ve ikinci yazarı her bir niteliksel ölçütün olumlu ve olumsuz örnekleri üzerinde tartışmışlardır. Ardından, çalışmaların %25’i ($n = 6$) yansız atama ile belirlenmiş ve çalışmalara ilişkin bilgiler birinci ve ikinci yazar tarafından birbirlerinden bağımsız bir şekilde “Niteliksel Açıdan Değerlendirme Formu” kullanılarak kaydedilmiştir. Araştırmacılar arasında ilk etapta %90.9 oranında tutarlılık görülmüştür. Daha sonra araştırmacılar, her bir tutarlılık sağlanamayan niteliksel ölçüt üzerinde tartışarak %100 görüş birliğine ulaşmışlardır. Niteliksel ölçütlerin tamamını karşılayan çalışmalar Tablo 2’de “*” işareti ile gösterilmiştir.

Ardından her bir çalışmanın olumlu etki gösterme kriterini inceleme sürecine yönelik güvenirlilik analizleri gerçekleştirilmiştir. Araştırmacının birinci ve ikinci yazarı tarafından her bir çalışma, işlevsel ilişki açısından görsel analiz yoluyla incelenmiştir. 17 çalışmanın %25’i ($n = 5$) yansız atama ile belirlenmiş ve kodlayıcılar arası tutarlılık %100 oranında bulunmuştur. Son olarak, kanıta dayalı olma standartlarını karşılayan çalışmaların tamamı birinci ve ikinci yazar tarafından değerlendirilmiş ve kodlayıcılar arası tutarlılık %100 oranında bulunmuştur.

Bulgular

Betimsel Analize Yönelik Bulgular

Kapsamlı betimsel analiz sürecine dâhil edilen çalışmalar ($n = 21$), yayımlanma özellikleri, demografik özellikleri, yöntemsel özellikleri ve sonuçlara ilişkin olmak üzere dört temel başlıkta incelenmiştir. Her bir temel başlığa ilişkin bulgular izleyen başlıklarda detaylandırılmıştır.

Yayımlanma Özelliklerine İlişkin Bulgular

Bu başlıkta çalışmaların yayımlanma özelliklerine ilişkin bulgular, çalışmaların (a) yayımlanma yılı, (b) yayımlanma türü ve (c) yayımlandığı kaynak olmak üzere üç alt başlıkta sunulmuştur.

Yayımlanma Yılı. Yapılan çalışmaların yıllara göre dağılımı incelendiğinde, 1980-1992 yılları arasında herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. 1980-2019 yılları arasında yapılan ilk çalışmanın 1993 yılında yapıldığı ve 2009 yılıyla birlikte yapılan çalışmalarda bir artış olduğu görülmüştür. 2011-2019 yılları, yapılan çalışma sayısının en yoğun olduğu yıllar olarak görülmektedir. Üçer çalışmanın gerçekleştirildiği 2009 ve 2012 yıllarının en çok çalışmanın yapıldığı yıllar olduğu belirlenmiştir.

Yayımlanma Türü. Yapılan çalışmaların türlere göre dağılımı incelendiğinde makale ($n = 14$; ör., Strickland & Maccini, 2012), yüksek lisans tezi ($n = 3$; ör., Özlü, 2016) ve doktora tezi ($n = 4$; ör., Taber, 2013) olmak üzere toplam 21 çalışmanın yapıldığı ve çalışmaların makale türünde yoğunlaştığı belirlenmiştir.

Yayımlandığı Kaynak. Yapılan çalışmaların kaynağa göre dağılımı incelendiğinde, çalışmaların Research in Developmental Disabilities ($n = 1$), Preventing School Failure: Alternative Education for Children and Youth ($n = 1$), Learning Disabilities Research & Practice ($n = 3$), The Journal of Special Education ($n = 1$), Education and Treatment of Children ($n = 2$), Learning Disability Quarterly ($n = 2$), Assessment for Effective Intervention ($n = 1$), Remedial and Special Education ($n = 1$), Education and Training in Autism and Developmental Disabilities ($n = 1$), Journal of Autism and Developmental Disorders ($n = 1$) dergilerinde yayımlandığı görülmüştür. Çalışmaların Learning Disabilities Research & Practice ($n = 3$) dergisinde yoğunlaştığı belirlenmiştir. Bununla birlikte çalışmaların geri kalan kısmının Nevada Üniversitesi ($n = 2$), North Carolina Üniversitesi ($n = 1$), Anadolu Üniversitesi ($n = 1$), Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi ($n = 1$), Florida Atlantic Üniversitesi ($n = 1$) ve Miami Üniversitesi ($n = 1$) enstitülerinde lisansüstü tez olarak yayımlandığı görülmüş ve çalışmaların Nevada Üniversitesi'nde yoğunlaştığı belirlenmiştir.

Demografik Özelliklere İlişkin Bulgular

Bu başlık altında deneklerin özelliklerine ilişkin bulgular (a) deneklerin tanıları, (b) deneklerin yaşları ve sayıları olmak üzere iki alt başlıkta sunulmuştur.

Deneklerin Tanıları. Çalışmalardaki deneklerin özel öğrenme güçlüğü ($n = 66$), zihin yetersizliği ($n = 15$), otizm spektrum bozukluğu ($n = 7$), çoklu yetersizlik ($n = 6$), diğer (sağlık problemlerinden kaynaklı yetersizlik, duygusal davranışsal bozukluk) ($n = 5$) ve normal gelişim gösteren bireyler ($n = 2$) olmak üzere altı başlık altında gruplandırıldığı görülmüştür. Sadece bir çalışmada (Flores, 2009), denek grubuna özel öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin yanı sıra, normal gelişim gösteren iki öğrencinin de dâhil edildiği görülmüştür. Bu bilgiler doğrultusunda, özel öğrenme güçlüğü tanıları ile gerçekleştirilen çalışmaların sıklıkta olduğu izlenmiştir.

Deneklerin Yaş ve Sayıları. Çalışmalarda yer alan deneklerin 5-7 yaş ($n = 10$), 8-10 yaş ($n = 33$), 11-13 yaş ($n = 35$) ve 14-18 yaş ($n = 23$) gruplarında oldukları ve yapılan çalışmaların (ör., Hord & Xin, 2015; Scheuermann vd., 2009) 11-13 yaş grubunda yoğunlaştığı belirlenmiştir. Bunun yanı sıra, 14 yaş ve üstü denekler ile (Cease-Cook, 2013; Maccini & Hughes, 2000; Maccini & Ruhl, 2000; Morin & Miller, 1998; Washing, 2018) çalışan dört çalışmanın olduğu görülmüştür. İncelenen tüm bu çalışmalarda, toplam 101 denekğin yer aldığı bulgusuna ulaşılmıştır.

Yöntemsel Özelliklere İlişkin Bulgular

Bu başlıkta çalışmaların yöntemsel özelliklerine ilişkin bulgular, (a) araştırma deseni, (b) bağımlı değişken, (c) bağımsız değişken ve (d) kullanılan analiz türü olmak üzere dört alt başlıkta sunulmuştur.

Araştırma Deseni. Yapılan çalışmaların araştırma desenine göre dağılımları incelendiğinde, tek-denekli araştırma modellerinden davranışlar arası çoklu başlama modeli ($n = 2$), denekler arası çoklu başlama modeli ($n = 2$), denekler arası yoklama denemeli çoklu yoklama modeli ($n = 14$), gruplar arası yinelenen çoklu yoklama modeli ($n = 1$), bir tekrarlı denekler arası yoklama denemeli çoklu yoklama modeli ($n = 1$) ve iki tekrarlı denekler arası

yoklama denemeli çoklu yoklama modeli ($n = 1$) desenlerinin kullanıldığı belirlenmiştir. Bu çalışmalar arasında (ör., Strickland & Maccini, 2012; Taber, 2013) sıklıkla denekler arası yoklama denemeli çoklu yoklama modeline yer verildiği görülmüştür.

Bağımlı Değişken. Doğrudan öğretim yöntemi ile sunulan çalışmaların bağımlı değişkenlere göre dağılımı incelendiğinde, dört işlem gerektiren problemleri çözme ($n = 11$), denklem kurmayı gerektiren problemleri çözme ($n = 2$), alan ve hacim hesaplamalarını gerektiren problemleri çözme ($n = 1$) ve para kullanmayı gerektiren problemleri çözme ($n = 1$) olmak üzere toplam 15 çalışmanın problem çözme alanında yoğunlaştığı görülmüştür. Bununla birlikte, dört işlem becerileri ($n = 5$) ve cebir öğretimi ($n = 1$) olmak üzere tüm çalışmaların toplam altı konu alanında toplandığı belirlenmiştir. Çalışmalarda (Flores, 2009; Mancl vd., 2012; Washing, 2018) bağımlı değişken olarak, problem çözme alanında en çok onluk bozma gerektiren çıkarma işlemi içeren problemleri çözme becerisine ($n = 3$) yer verilmişken, dört işlem becerileri alanında ise sıklıkla çarpma işlemi becerisine ($n = 3$) yer verildiği görülmüştür (ör. Özlü, 2016).

Bağımsız Değişken. Çalışmada bağımsız değişkenin sunulmasında kullanılan strateji, yöntem ya da teknikler incelendiğinde, çalışmaların doğrudan öğretim yöntemi ile sunulan çalışmalar ($n = 17$), video modelle öğretim ile sunulan çalışmalar ($n = 2$), kavramsal model tabanlı öğretim ile sunulan çalışmalar ($n = 1$), şemaya dayalı öğretim ile sunulan çalışmalar ($n = 1$) ve bir stratejinin eşlik ettiği çalışmalar ($n = 13$) olmak üzere beş başlık altında toplandığı belirlenmiştir. Çalışmalarda sıklıkla S-YS-S öğretiminin doğrudan öğretim yöntemi ile sunulduğu görülmüştür. Çalışmalarda S-YS-S öğretim uygulamalarına DRAW (ör., Flores, 2009), RENAME (ör., Mancl vd., 2012), FAST DRAW (ör., Morin & Miller, 1998), FAST RENAME (ör., Carmack, 2011), Isolate (ör., Cease-Cook, 2013), STAR (ör., Maccini & Hughes, 2000) ve Kendini Düzenleme Stratejileri (ör., Taber, 2013) olmak üzere yedi stratejinin eşlik ettiği belirlenmiştir. Bu çalışmalarda en çok RENAME stratejinin ($n = 5$) kullanıldığı ve bu stratejiyi DRAW ($n = 2$) ve STAR ($n = 2$) stratejilerinin izlediği belirlenmiştir.

Kullanılan Analiz Türü. Çalışmaların analiz türüne göre dağılımları incelendiğinde, çalışmaların tümünde grafiksel analizlerin kullanıldığı ($n = 21$) ve bu çalışmalar arasında istatistiksel analize yer veren çalışmaların da ($n = 15$) olduğu belirlenmiştir. İstatistiksel analizlere yer verilen çalışmalarda analiz yöntemi olarak ÖVY ($n = 7$), Tau-U ($n = 6$), İlerleme Oranı Farkı (İLOF) ($n = 1$) ve t-testi ($n = 1$) kullanıldığı görülmüştür. Bu çalışmalarda (ör., Strickland & Maccini, 2012) sıklıkla ÖVY analiz yönteminin kullanıldığı görülmektedir.

Sonuçlara İlişkin Bulgular

Bu başlıkta çalışmaların sonuçlarına ilişkin bulgular; (a) izleme ve genelleme, (b) sosyal geçerlik ve (c) güvenilirlik olmak üzere üç alt başlıkta sunulmuştur.

İzleme ve Genelleme. Çalışmaların 19'unda izleme ve 12'sinde ise genelleme verisine ilişkin bilgi verildiği belirlenmiştir. Bu çalışmaların 12'sinde hem izleme hem de genelleme verisine yönelik bulgular paylaşıldığı görülmüştür.

Sosyal Geçerlik. Çalışmaların 16'sında sosyal geçerlik verisine ilişkin bilgi verildiği belirlenmiştir.

Güvenirlik. Çalışmaların 21'inde gözlemciler arası güvenilirlik ve 19'unda ise uygulama güvenilirliği verisine ilişkin bilgi verildiği belirlenmiştir. Bu çalışmaların 19'unda hem gözlemciler arası güvenilirlik hem de uygulama güvenilirliği verisine yönelik bulguların paylaşıldığı görülmüştür.

Kanıt Dayalı Değerlendirmeye İlişkin Bulgular

Yöntemsel Olarak Uygun Çalışmalar

Dâhil edilen çalışmaların 17'sinin Cook ve diğerleri (2014) tarafından sunulan niteliksel ölçütlerin tamamını karşıladığı belirlenmiştir. (bk. Tablo 2). Ölçütlerin tamamını karşılayan çalışmalar tabloda "*" ile gösterilmiştir. Bu çalışmalardan ikisi niteliksel ölçütlerden 8.2 ölçütünü karşılamadığından yöntemsel açıdan uygun bulunmamıştır (Hord & Xin, 2015; Sealander vd., 2012). Bununla birlikte, Scheuermann ve diğerlerinin (2009) çalışması 5.1 ölçütünü, Strickland ve Maccini'nin (2012) çalışması ise 6.5 ve 7.3 ölçütlerini karşılamadığı için yöntemsel açıdan uygun olarak değerlendirilememiştir. Niteliksel ölçütlerin tamamını karşılayan 17 çalışmadan 16'sında olumlu etki görülmüştür. Sadece bir çalışmada (Washing, 2018) üç denekten birinde anlamlı bir değişim görülmediği için, bu çalışmada nötr etki elde edildiği belirlenmiştir.

Tablo 2

Çalışmaların Niteliksel Ölçütler Doğrultusunda Değerlendirilmesi

No	Çalışmalar	Niteliksel ölçütler																					
		1.1	2.1	2.2	3.1	3.2	4.1	4.2	5.1	5.2	5.3	6.1	6.2	6.3	6.5	6.6	6.7	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	8.2
1	*Bouck ve diğerleri (2017)	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
2	*Carmack (2011)	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
3	*Cease-Cook (2013)	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
4	*Ferreira (2009)	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
5	*Flores (2009)	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
6	*Flores ve diğerleri (2014)	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
7	Hord ve Xin (2015)	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	H
8	*Maccini ve Hughes (2000)	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
9	*Maccini ve Ruhl (2000)	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
10	*Mancl ve diğerleri (2012)	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
11	*Milton ve diğerleri (2019)	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
12	*Morin ve Miller (1998)	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
13	*Nar (2018)	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
14	*Özlu (2016)	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
15	Scheuermann ve diğerleri (2009)	E	E	E	E	E	E	E	H	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
16	Sealander ve diğerleri (2012)	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	H
17	Strickland ve Maccini (2012)	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	H	E	E	E	E	H	E	E	E
18	*Stroizer ve diğerleri (2015)	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
19	*Taber (2013)	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
20	*Washing (2018)	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
21	*Yakubova ve diğerleri (2016)	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E

Not: E = evet; H = hayır.

*Niteliksel ölçütlerin tamamını karşılayan çalışmalar.

Görsel Analize İlişkin Bulgular

Bu çalışmada kararlılık, eğilim, düzey ve mutlak düzey analizi olmak üzere dört türde görsel analiz gerçekleştirilmiştir. Niteliksel ölçütleri karşılayan her bir çalışmanın görsel analizi ayrı ayrı uygulanmış ve her bir analiz türü için çalışmalarda yer alan grafikler tek tek incelenmiştir. Elde edilen bulgular Tablo 3'te sunulmuştur.

İncelemeler sonucunda çalışmalardan elde edilen bulgular, etki büyüklüğü değerlerine göre kategorilendirilerek sunulmuştur. Toplam 17 çalışmanın 14'ünde etki büyüklüğünün yüksek etkili veya etkili olduğu; 3'ünde ise düşük veya tartışmalı olduğu görülmüştür. Etki büyüklüğü hesaplanan çalışmalar, görsel analiz kapsamında kararlılık, eğilim, düzey ve mutlak düzey değerlerine göre yorumlanmıştır. Öncelikle etki büyüklüğü yüksek etkili (Ç1, Ç2, Ç4, Ç5, Ç7, Ç9, Ç10, Ç12, Ç13, Ç14 ve Ç17) ve etkili (Ç8, Ç11 ve Ç16) olarak sınıflandırılan çalışmalar incelenmiştir. Bu çalışmalar arasından beş çalışmanın (Ç1, Ç2, Ç4, Ç9 ve Ç13), mutlak etki düzeyi analizinde elde edilen acil etki değerleri yüksek bulunmuştur. Bu beş çalışmadan Ç1 ve Ç4 kodlu çalışmaların eğilim analizleri incelendiğinde, Ç1 kodlu çalışmanın tüm grafiklerinde veri yolu yönünün düz yönde; Ç4'te ise altı denekten beşinde düz yönde, bir denekte ise azalma yönünde olduğu belirlenmiştir. Acil etki değerinin yüksek olması ile bağımsız değişkenin uygulanmasıyla bağımlı değişkende görülen değişimin büyük oranda arttığı, ancak eğilimin düz olması ile verilerin artışlık göstermediği sonucuna ulaşılmıştır. Ç1 ve Ç4 kodlu çalışmaların aksine Ç13 kodlu çalışmada ise, üç denekten ikisinin grafiklerinin eğiliminin artma yönünde, birinin eğiliminin ise düz yönde olduğu görülmektedir. Ek olarak yapılan kararlılık ve düzey analizleri sonucunda, bu beş çalışmadan Ç1 kodlu çalışmanın her bir grafiğine yönelik kararlılık düzeyinin %80'in altında olduğu görülmüştür. Öte yandan, Ç2, Ç4 ve Ç9 kodlu çalışmaların grafiklerinin büyük bir kısmının ve Ç13 kodlu çalışmanın ise tüm grafiklerinin kararlılık düzeyinin %80'in üzerinde olduğu bulunmuştur.

Etki büyüklüğü yüksek etkili veya etkili olan çalışmalar arasından, mutlak etki düzeyi analizinde elde edilen acil etki değerleri düşük olan dört çalışma (Ç5, Ç11, Ç14 ve Ç16) olduğu belirlenmiştir. Bu dört çalışma eğilim analizleri kapsamında incelendiğinde, Ç5 ve Ç14 kodlu çalışmaların tüm grafiklerinde, Ç16 kodlu çalışmanın ise üç denekten ikisinin grafiğinde veri yolu yönünün arttığı belirlenmiştir. Acil etki değerinin düşük olması ile bağımsız değişkenin uygulanmasıyla bağımlı değişkende görülen değişimin büyük oranda olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Acil etkinin düşük olmasına rağmen, eğilimin artma yönünde olması verilerin y ekleninde aldığı değerlerin arttığı görülmüştür. Ek olarak yapılan kararlılık ve düzey analizleri sonucunda, bu dört çalışmadan Ç11 kodlu çalışmanın tüm grafiklerinde kararlılık düzeyi %80'in üzerinde; Ç5, Ç14 ve Ç16 kodlu çalışmaların kararlılık düzeyi ise %80'in altında olarak değerlendirilmiştir. Ayrıca Ç11 kodlu çalışmanın acil etki değerinin düşük olmasının yanında, çalışmalardaki tüm grafiklerde eğilimin azalma yönünde olduğu görülmüştür. Bu durum, hem bağımsız değişkenin uygulanmasıyla bağımlı değişkende görülen değişimin az olduğunun, hem de verilerin aldığı değerlerin gitgide azaldığının bir göstergesidir.

Etki büyüklüğü yüksek etkili veya etkili olan çalışmalar arasından, mutlak etki düzeyi analizinde elde edilen acil etki değerleri orta düzeyde olan üç çalışma (Ç8, Ç12 ve Ç17) olduğu belirlenmiştir. Eğilim analizleri kapsamında, Ç8'de yer alan dokuz grafikten bir tanesinde eğilimin düz yönde, üç tanesinde eğilimde azalma ve iki tanesinde artma olduğu, Ç12'de ise grafiklerin ikisinde eğilimde azalma ve bir tanesinde artma olduğu görülmüştür. Ayrıca Ç17 kodlu çalışmada ise, dört grafiğin eğiliminde artma ve sekiz grafiğin eğiliminin düz yönde olması ile çalışmadaki grafiklerin çoğunluğunda eğilimin düz yönde olduğu söylenebilir. Kararlılık ve düzey analizlerine bakıldığında, Ç17 kodlu çalışmada yer alan 12 grafikten 7'sinin kararlılık düzeyinin %80'in altında olmasından dolayı, bu çalışmada kararlılık düzeyinin genel anlamda düşük olduğu söylenebilir. Öte yandan, Ç8'de altı grafikten dördünde ve Ç12'de üç grafikten ikisinde kararlılık düzeyinin %80'in üzerinde olduğu görülmüştür. Ç12 kodlu çalışmada iki denek için yer alan veriler giderek azalma göstermiş, ancak buna rağmen bu verilerde dalgalanma görülmemiş, başka bir ifadeyle verilerin kararlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Etki büyüklüğü yüksek etkili veya etkili olan çalışmalar arasından, acil etki değeri negatif yönde çıkan 2 çalışmaya (Ç7 ve Ç10) rastlanmıştır. Bu iki çalışmada bağımsız değişkenin uygulanması ile uygulama evresinde elde edilen ilk veri noktası, bir önceki evre olan başlama düzeyi evresinin son veri noktasından düşüktür. Müdahalenin uygulanması ile bağımlı değişkene yönelik performansın artması beklenirken, aksi yönde bir acil etki görülmüştür. Ancak bu düşüşe rağmen müdahalenin uygulanması ile tüm grafiklerdeki veri yolunun yönü artış göstermiştir. Ek olarak bu iki çalışmanın kararlılık ve düzey analizleri, Ç7 kodlu çalışmanın kararlılık düzeyinin %80'in üzerinde, Ç10 kodlu çalışmanın ise %80'inin altında olduğunu göstermiştir.

Son olarak, etki büyüklüğü düşük veya tartışmalı olan Ç3, Ç6 ve Ç15 kodlu çalışmaların görsel analiz değerleri incelendiğinde, bu üç çalışmada yer alan grafiklerin tamamında veri yolunun artma yönünde olduğu

görülmüştür. Ç6 ve Ç15 kodlu çalışmalarda acil etki değerleri düşük iken, Ç3 kodlu çalışmada acil etki değerinin yüksek olduğu belirlenmiştir. Kararlılık ve düzey analizleri sonucunda, Ç3'te üç grafikten ikisinin kararlılık düzeyi %80 üzerinde bulunmuştur. Öte yandan Ç6 ve Ç15 kodlu çalışmalarda yer alan grafiklerdeki verilerin tamamının değişken olduğu, bir başka ifadeyle kararlılık düzeyinin %80'nin altında olduğu belirlenmiştir.

Meta-Analize İlişkin Bulgular

Cook ve diğerlerinin (2014) niteliksel ölçütlerini karşılayan toplam 17 çalışmanın her biri için ÖVY ve Tau-U etki büyüklüğü hesaplamaları yapılmış ve elde edilen değerler Tablo 3'te sunulmuştur. ÖVY etki büyüklüğü değerleri dikkate alındığında, 11 çalışmanın yüksek etkili, üç çalışmanın etkili ve üç çalışmanın ise tartışmalı olduğu belirlenmiştir. Bunun yanı sıra Tau-U etki büyüklüğü değerlerine bakıldığında, 12 çalışmanın yüksek etkili, üç çalışmanın etkili ve iki çalışmanın ise düşük etkili olduğu belirlenmiştir.

Çalışmada ÖVY ve Tau-U etki büyüklüğü değerleri arasındaki ilişkiyi belirlemek üzere korelasyon analizi gerçekleştirilmiştir. Spearman's Rho analizi ile ÖVY ile Tau-U değerleri arasındaki korelasyon katsayı değerleri hesaplanmış ve bulgular Tablo 4'te gösterilmiştir. Analiz sonucunda, ÖVY ve Tau-U analizleri arasında pozitif yönde güçlü bir ilişki olduğu görülmüştür ($r_s = .96415$; $p < .01$).

Tablo 3

Meta-Analiz ve Görsel Analiz Bulguları

Kod/ kaynak	Etki büyüklükleri		Kararlılık	Eğilim	Düzye	Mutlak düzey	ED
	ÖVY	Tau-U					
Ç1 Bouck ve diğerleri (2017)	%100	%100	I: %77.7 II: %45.4 III: %60 IV: %50	I: DY II: DY III: DY IV: DY	I: %77.7 II: %54.5 III: %60 IV: %50	I: %80 II: %80 III: %100 IV: %80	OE
	%100	%100					
	%100	%100					
	%100	%100					
	%100	%100					
	ÖVY: %100	Tau-U: %100					
Ç2 Carmack (2011)	%100	%100	I: %95.2 II: %100 III: %95 IV: %90.4 V: %95 VI: %90 VII: %72.7 VIII: %100 IX: %95	I: ARTY II: ARTY III: DY IV: ARTY V: ARTY VI: ARTY VII: DY VIII: AZY IX: DY	I: %95.2 II: %100 III: %100 IV: %90.4 V: %100 VI: %100 VII: %90.9 VIII: %100 IX: %100	I: %80 II: %30 III: %90 IV: %100 V: %40 VI: %90 VII: %80 VIII: %100 IX: %90	OE
	%100	%100					
	%100	%100					
	%100	%100					
	%100	%100					
	%100	%100					
	%100	%100					
	%100	%100					
	%100	%100					
		ÖVY: %100					
Ç3 Cease-Cook (2013)	%50	%50	I: %100 II: %66.6 III: %100	I: ARTY II: ARTY III: ARTY	I: %100 II: %100 III: %66.6	I: %75 II: %75 III: %66	OE
	%50	%50					
	%50	%50					
		ÖVY: %50					
Ç4 Ferreira (2009)	%60	%65	I: %92 II: %92.5 III: %68.9 IV: %89.2 V: %92.8 VI: %80.6	I: DY II: AZY III: DY IV: DY V: DY VI: DY	I: %100 II: %92.5 III: %72.4 IV: %89.2 V: %92.8 VI: %80.6	I: %10 II: %100 III: %100 IV: %30 V: %100 VI: %100	OE
	%100	%100					
	%100	%100					
	%89.29	%85					
	%100	%100					
	%100	%100					
	ÖVY: %91.5	Tau-U: %93.7					
Ç5 Flores (2009)	%100	%100	I: %13 II: %18.1 III: %9 IV: %50 V: %30 VI: %27.2	I: ARTY II: ARTY III: ARTY IV: ARTY V: ARTY VI: ARTY	I: %26.6 II: %27.2 III: %18.1 IV: %70 V: %60 VI: %27.2	I: %8 II: %24 III: %12 IV: %16 V: %24 VI: %16	OE
	%100	%100					
	%100	%100					
	%100	%100					
	%100	%100					
	%100	%100					
	ÖVY: %100	Tau-U: %100					

Tablo 3 (devamı)

Kod/ kaynak	Etki büyüklükleri		Kararlılık	Eğilim	Düzye	Mutlak düzey	ED
	ÖVY	Tau-U					
Ç6 Flores ve diğerleri (2014)	%60	%50	DE	I: ARTY II: ARTY III: ARTY IV: ARTY	I: %20 II: %30 III: %42.8 IV: %25	I: %5 II: %0 III: %0 IV: %1.6	OE
	%60	%52					
	%71	%61					
	%42	%5					
	ÖVY: %58.2	Tau-U: %42					
	I: %100	I: %100					
	II: %50	II: %83.3					
	III: %0	III: %40					
	IV: %100	IV: %100					
	V: %100	V: %100					
VI: %0	VI: %70						
(toplama)	(toplama)	(toplama)	(toplama)	(toplama)	(toplama)	(toplama)	
Ç7 Maccini ve Hughes (2000)	I: %100	I: %100	YE	I: ARTY II: ARTY III: AZY IV: AZY V: AZY (çıkarma)	I: %100 II: %100 III: %100 IV: %100 V: %100 (çıkarma)	I: %40 II: %40 III: %40 IV: %85 V: %50 (çıkarma)	OE
	II: %100	II: %100					
	III: %100	III: %100					
	IV: %100	IV: %100					
	V: %100	V: %100					
	(çıkarma)	(çıkarma)					
	I: %0	I: %50					
	II: %100	II: %100					
	III: %0	III: %76.6					
	IV: %100	IV: %100					
V: %100	V: %100						
(çarpma)	(çarpma)	(çarpma)	(çarpma)	(çarpma)	(çarpma)		
I: %0	I: %75	I: %100	I: DY	I: %100	I: %45		
II: %100	II: %100	II: %100	II: DY	II: %100	II: %90		
III: %100	III: %100	III: %100	III: DY	III: %100	III: %93		
IV: %100	IV: %100	IV: %100	IV: DY	IV: %100	IV: %65		
V: %100	V: %100	V: %100	V: DY	V: %100	V: %40		
(bölme)	(bölme)	(bölme)	(bölme)	(bölme)	(bölme)		
ÖVY: %73.8	Tau-U: %90.2						

Tablo 3 (devamı)

Kod/ kaynak	Etki büyüklükleri		Kararlılık	Eğilim	Düzye	Mutlak düzey	ED
	ÖVY	Tau-U					
Ç8 Maccini ve Ruhl (2000)	%100	%100	I: %100	I: DY	I: %100	I: %40	OE
	%100	%100	II: %100	II: AZY	II: %100	II: %60	
	%83 (prob. çözme)	%71 (prob. çözme)	II: %83.3 (prob. çözme)	II: AZY (prob. çözme)	II: %83.3 (prob. çözme)	II: %15 (prob. çözme)	
	%100	%100	I: %100	I: ARTY	I: %100	I: %70	
	%100	%92	II: %66.6	II: ARTY	II: %66.6	II: %30	
	%33 (prob. temsili)	%100 (prob. temsili)	II: %66.6 (prob. temsili)	II: AZY (prob. temsili)	II: %83.3 (prob. temsili)	II: %55 (prob. temsili)	
	ÖVY: %86	Tau-U: %93.8					
Ç9 Mancl ve diğerleri (2012)	%100	%100	I: %88.8	I: ARTY	I: %88.8	I: %40	OE
	%100	%100	II: %88.8	II: ARTY	II: %88.8	II: %100	
	%100	%100	III: %100	III: DY	III: %100	III: %100	
	%100	%100	IV: %100	IV: AZY	IV: %100	IV: %100	
	ÖVY: %100	Tau-U: %100	V: %50	V: ARTY	V: %58.3	V: %80	
Ç10 Milton ve diğerleri (2019)	%86	%82	I: %28.5	I: ARTY	I: %42.8	I: %0	OE
	%96	%96	II: %32	II: ARTY	II: %52	II: %0	
	%89	%96	III: %88.8	III: ARTY	III: %88.8	III: %10	
	%100	%100	IV: %38.4	IV: ARTY	IV: %69.2	IV: %20	
	%100 (bölme edinim)	%100 (bölme edinim)	V: %25 (bölme edinim)	V: ARTY (bölme edinim)	V: %31.2 (bölme edinim)	V: %10 (bölme edinim)	
	%100	%100	I: %11.1	I: ARTY	I: %66.6	I: %10	
	%100	%100	II: %42.8	II: ARTY	II: %57.1	II: %10	
	%100	%100	III: %30	III: ARTY	III: %70	III: %33.3	
	%100	%100	IV: %44	IV: ARTY	IV: %52	IV: %23.3	
	%100 (bölme akıcılık)	%100 (bölme akıcılık)	V: %3.7 (bölme akıcılık)	V: ARTY (bölme akıcılık)	V: %22.2 (bölme akıcılık)	V: %6.6 (bölme akıcılık)	
	%88	%63	I: %50	I: ARTY	I: %50	I: %30	
	%64	%62	II: %54.5	II: ARTY	II: %63.6	II: %0	
	%100	%100	III: %60	III: ARTY	III: %70	III: %22.5	
	%77	%85	IV: %23	IV: ARTY	IV: %7.6	IV: %2.5	
	%96 (çarpma akıcılık)	%90 (çarpma akıcılık)	V: %16 (çarpma akıcılık)	V: ARTY (çarpma akıcılık)	V: %16 (çarpma akıcılık)	V: %0 (çarpma akıcılık)	
ÖVY: %93	Tau-U: %91.6						

Tablo 3 (devamı)

Kod/ kaynak	Etki büyüklükleri		Kararlılık	Eğilim	Düzyey	Mutlak düzey	ED		
	ÖVY	Tau-U							
Ç11 Morin ve Miller (1998)	%70	%85	E	E	I: %95 II: %90 III: %95	I: AZY II: AZY III: AZY	I: %95 II: %90 III: %95	I: %10 II: %40 III: %20	OE
	%90	%92.5							
	%95	%95							
	ÖVY: %85	Tau-U: %91.5							
Ç12 Nar (2018)	%100	%100	YE	YE	I: %83.3 II: %90 III: %75	I: ARTY II: AZY III: AZY	I: %91.6 II: %90 III: %100	I: %30 II: %90 III: %70	OE
	%100	%100							
	%100	%100							
	ÖVY: %100	Tau-U: %100							
Ç13 Özlu (2016)	%100	%100	YE	YE	I: %94.4 II: %88.2 III: %85.7	I: ARTY II: DY III: ARTY	I: %94.4 II: %88.2 III: %85.7	I: %70 II: %80 III: %80	OE
	%100	%100							
	%100	%100							
	ÖVY: %100	Tau-U: %100							
Ç14 Stroizer ve diğerleri (2015)	%100	%100	YE	YE	I: %57.1 II: %33.3 III: %91.6 (toplama) IV: %81.8 V: %30 VI: %50 (çıkarma) VII: %37.5 VIII: %62.5 IX: %33.3 (çarpma)	I: ARTY II: ARTY III: ARTY IV: ARTY V: ARTY VI: ARTY (çıkarma) VII: ARTY VIII: ARTY IX: ARTY (çarpma)	I: %57.1 II: %33.3 III: %91.6 (toplama) IV: %90.9 V: %70 VI: %60 (çıkarma) VII: %50 VIII: %62.5 IX: %77.7 (çarpma)	I: %44.4 II: %44.4 III: %88.8 (toplama) IV: %0 V: %0 VI: %0 (çıkarma) VII: %11.1 VIII: %77.7 IX: %33.3 (çarpma)	OE
	%100	%100							
	%100	%100							
	(toplama)	(toplama)							
	%90.91	%90							
	%90	%90							
	%90	%90							
	(çıkarma)	(çıkarma)							
	%100	%100							
	%100	%100							
	%100	%100							
	(çarpma)	(çarpma)							
	ÖVY: %96.7	Tau-U: %96.6							
Ç15 Taber (2013)	%37	%50	T	E	I: %25 II: %0 III: %15.3 (prob. çözme) IV: %40 V: %35 VI: %46.1 (strateji kullanımı)	I: ARTY II: ARTY III: ARTY (prob. çözme) IV: ARTY V: ARTY VI: ARTY (strateji kullanımı)	I: %50 II: %20 III: %38.4 (prob. çözme) IV: %50 V: %45 VI: %53.8 (strateji kullanımı)	I: %19 II: %50 III: %0 (prob. çözme) IV: %27 V: %12 VI: %5 (strateji kullanımı)	OE
	%89.2	%81							
	%49.5	%45							
	(prob. çözme)	(prob. çözme)							
	%91	%89							
	%100	%91.7							
	%50	%73.5							
	(strateji kullanımı)	(strateji kullanımı)							
	ÖVY: %69.4	Tau-U: %71.7							

Tablo 3 (devamı)

Kod/ kaynak	Etki büyüklükleri		Kararlılık	Eğilim	Düzy	Mutlak düzey	ED	
	ÖVY	Tau-U						
Ç16 Washing (2018)	%88.8	%97	E	E	I: %33.3 II: %50 III: %100	I: ARTY II: DY III: ARTY	I: %55.5 II: %60 III: %100	I: %11.6 II: %9.3 III: %2.3
	%80	%73						
	%41.6	%34						
	ÖVY: %70.1	Tau-U: %68						
Ç17 Yakubova ve diğerleri (2016)	%100	%100	YE	YE	I: %81.8 II: %0 III: %36.3 IV: %18.1 (çıkarma) I: %80 II: %80 III: %80 IV: %60 (toplama) I: %100 II: %50 III: %50 IV: %60 (karşılaştırma) ÖVY: %90.4	I: DY II: ARTY III: ARTY IV: ARTY (çıkarma) I: DY II: DY III: DY IV: ARTY (toplama) I: DY II: DY III: DY IV: DY (karşılaştırma)	I: %81.8 II: %27.2 III: %54.5 IV: %54.5 (çıkarma) I: %80 II: %70 III: %80 IV: %60 (toplama) I: %100 II: %50 III: %50 IV: %60 (karşılaştırma)	I: %100 II: %25 III: %0 IV: %25 (çıkarma) I: %100 II: %50 III: %75 IV: %50 (toplama) I: %100 II: %50 III: %50 IV: %75 (karşılaştırma)
	%72.7	%85						
	%90.9	%89						
	%81.8	%87						
	(çıkarma)	(çıkarma)						
	%100;	%100						
	%100	%100						
	%100	%100						
	%100	%100						
	(toplama)	(toplama)						
	%100	%100						
	%70	%97						
	%80	%98						
	%90	%99						
(karşılaştırma)	(karşılaştırma)							
ÖVY: %90.4	Tau-U: %96.8							
Ortalama: %86.1	Ortalama: %84.4							

Not: Tablo içerisinde yer alan romen rakamları her bir durumu (denek ve davranış) temsil etmektedir. ARTY = artan yönde; AZY = azalan yönde; DE = düşük etkili; DY = düz yönde; E = etkili; NE = nötr etki; OE = olumlu etki; ÖVY = örtüşmeyen veri yüzdesi; T = tartışmalı; YE = yüksek etkili.

Tablo 4

ÖVY ile Tau-U Korelasyon Analizi

	Başlama düzeyi-uygulama	
	N	r_s
ÖVY	17	.96415*
Tau-U		

Not: ÖVY = örtüşmeyen veri yüzdesi.

* $p < .01$.

S-YS-S Öğretiminin Kanıta Dayalı Uygulama Olarak Değerlendirilmesi

S-YS-S öğretim uygulamasının kanıta dayalı bir uygulama olup olmadığı belirlenmesinde, 2014 yılında Özel Gereksinimli Çocuklar Konseyi tarafından belirlenen, (1) tek-denekli çalışmaların niteliksel ölçütlerin tamamını karşılayarak yöntemsel açıdan uygun olması, (2) konuya ilişkin toplamda en az beş tek-denekli çalışmanın yapılmış olması, (3) bu çalışmalarda olumlu etki görülmesi ve (4) bu çalışmaların toplamda en az 20 denek ile yürütülmüş olması standartları dikkate alınmıştır. Bu standartlar doğrultusunda, özel gereksinimli bireylere matematik becerilerinin öğretiminde S-Y-S öğretiminin gerçekleştirildiği, yöntemsel açıdan uygun olan ve olumlu etki gösteren toplam 16 çalışmanın olduğu ve bu çalışmalardaki toplam denek sayısının ise 73 olduğu belirlenmiştir. Bu bulgular ışığında, S-YS-S öğretiminin kanıta dayalı bir uygulama olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Tartışma

Özel gereksinimli bireylere matematik becerilerinin öğretiminde S-YS-S öğretimi uygulamalarının kanıta dayalı olma durumunun değerlendirilmesinin hedeflendiği bu çalışmada, alanyazındaki çalışmalardan (Bouck vd., 2017) farklı olarak tarama süreci 1980-2020 yılları arasında olacak şekilde güncellenmiş, araştırma modeli olarak sadece tek-denekli araştırma modellerine yer verilmiş ve denek grubu olarak tüm özel gereksinimli bireyler dâhil edilmiştir.

1988 ve 1995 yılları arasında özel gereksinimli bireylere matematik öğretiminde kuralları ve işlemleri ezberlemeye yönelen, matematiksel bilginin daha çok işlemsel bilgi boyutunun gelişimini destekleyen öğretilere yer verilmekteydi. (Maccini & Hughes, 1997). Ancak son zamanlarda, matematik öğretiminde bireylerin somut deneyimler yaşayarak daha aktif öğrenmeler içerisinde buldukları çok duyulu öğrenme yaşantıları sunan yöntem ve yaklaşımlara gereksinim doğmuştur. Bu gereksinimin, S-YS-S öğretime yönelik yapılan çalışmaların son 10 yıl üzerinde yoğunlaşmasında rol oynadığı söylenebilir. Taramalar sonucunda ise, S-YS-S öğretime yönelik yapılan çalışmalar incelendiğinde, 2009 yılında gerçekleştirilen çalışmalarda nicelik olarak bir artış olduğu ve bu artışın sonraki yıllarda da devam ettiği görülmüştür. Ancak bu artışa rağmen, S-YS-S öğretiminin özel gereksinimli bireylerin matematik becerilerine öğretiminin etkisini inceleyen araştırmaların sayısı nicelik olarak sınırlı kalmıştır (Lee vd., 2020). Mevcut çalışmanın bu sınırlılığa dikkat çekerek alanda yapılacak çalışmaları teşvik edeceği düşünülmektedir.

Elde edilen bir diğer önemli bulgu ise betimsel analize dâhil edilen araştırmalarda, S-YS-S öğretiminin özel öğrenme güçlüğünün yanı sıra zihin yetersizliği, otizm spektrum bozukluğu ve çoklu yetersizlik alanlarındaki bireylere de uygulandığını görmek olmuştur. İncelenen çalışmalarda sıklıkla özel öğrenme güçlüğü olan bireyler ile çalışıldığı belirlenmiştir. Bu durumun birincil olarak, özel eğitim alanında görülme sıklığına göre yapılan sınıflandırmada özel öğrenme güçlüğünün sık rastlanan yetersizlikler grubunda yer alarak sayısal olarak en büyük kategoriyi oluşturmasından (Melekoğlu, 2017), ikincil olarak ise özel öğrenme güçlüğü olan bireylerin diğer yetersizlik türündeki bireylere kıyasla akademik beceri öğretiminde ön koşul beceri öğretimine daha az gereksinim duymalarından kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. Mevcut çalışmaya benzerliğiyle bilinen Bouck ve diğerlerinin (2017) gerçekleştirdikleri çalışma, sadece özel öğrenme güçlüğü olan bireylere S-YS-S öğretiminin yapıldığı çalışmalar ile sınırlı tutulmuştur. Ancak bu çalışma diğer yetersizlik türlerindeki bireylerle S-YS-S öğretiminin etkililiğini incelemesi açısından, Bouck ve diğerlerinin (2017) gerçekleştirdiği çalışmadan farklılık göstermektedir. Aynı zamanda mevcut çalışma, S-YS-S öğretiminin çoklu yetersizliği olan bireylere de matematik becerilerinin kazandırılmasında olumlu etkileri olduğunu gösterir niteliktedir.

Özel gereksinimli bireylere S-YS-S öğretimi ile çeşitli konularda beceri öğretileri gerçekleştirilmiştir. Çalışmalarda yer alan bağımlı değişkenler, araştırmaların problem çözme ve dört işlem becerilerinin öğretime odaklandığını göstermektedir (Bouck vd., 2017). Bu beceriler, Amerika Birleşik Devletleri'nde matematik müfredatının oluşturulmasında etkin rol oynayan Matematik Öğretmenleri Ulusal Konseyi (National Council of Teacher of Mathematics [NCTM], 2000) ile ülkemizde Millî Eğitim Bakanlığı'nın (MEB, 2015) hazırladığı

programlarda öğretimi gerekli görülen ortak beceriler olarak yer almaktadır. Ancak matematik programlarındaki konu çeşitliliği dikkate alındığında, araştırmaların sadece bu iki konu alanında sınırlı kalması, uygulamanın genellenebilirliğini olumsuz yönde etkilemektedir. Bir uygulamanın matematik öğretiminde etkili olduğunu öne sürebilmek için, o uygulamanın farklı beceri öğretimi alanlarında etkililiğini inceleyen çalışmalara gereksinim duyulmaktadır. Özel gereksinimli bireyler, genel eğitim sürecinde yer verilen matematik programlarının içeriğinin tümünden sorumlu tutulmaktadır. Dolayısıyla öğretim süreçlerinin, problem çözme ve dört işlem becerilerinin yanı sıra, basamak değeri, ritmik sayma, kesirler ve işlemler, geometride temel kavramlar, uzunluk, çevre, alan ve zaman ölçme gibi daha kapsamlı konu alanlarını içermesi beklenmektedir.

Yapılan araştırmalar bağımsız değişken bağlamında incelendiğinde, S-YS-S öğretimi için strateji terimini kullanan çalışmalarda (ör., Nar, 2018; Özlü, 2016), S-YS-S öğretiminin sıklıkla doğrudan öğretim yöntemi ile sunulduğu görülmektedir. Alanyazındaki çalışmalar, S-YS-S öğretiminin uygulanmasında öğretmen-öğrenci etkileşiminin önemini vurgulamaktadır. Öğretmen olarak uygulamacının, öğrenciye model olması, rehberlik etmesi, bu rehberliği giderek azaltması ve çok sayıda fırsat sunması gerekmektedir (Hudson vd., 2006; Mercer & Miller, 1992). Öğretmen-öğrenci etkileşimine dayalı bir yöntem olmasından dolayı, doğrudan öğretim yönteminin bu çalışmalarda sıklıkla tercih edildiği düşünülmektedir. Bunun yanı sıra önemli bir bulgu olarak, çalışmalarda S-YS-S öğretimine sıklıkla DRAW ve RENAME gibi hatırlatıcı stratejilerin eşlik ettiği görülmektedir (ör., Flores, 2009; Stroizer vd., 2015). Hatırlatıcı stratejiler, bir veya daha fazla kelimenin ilk harflerinden veya ilk birkaç harfinden oluşturulmuş kelimeler olarak ifade edilmektedir (Reid & Lienemann, 2006). Bu kelimeyi oluşturan her bir harf sırasıyla, bir bilişsel strateji adımını işaret ederek sözel problemin çözümünde, problem çözme basamaklarını hatırlatmak amacıyla kullanılmaktadır. Bu hatırlatıcı stratejiler, öğrencilerin problemi çözüm basamaklarını sırasıyla ve eksiksiz bir şekilde hatırlamaları, problemde verilen bilgileri analiz etmelerini, problemin çözümüne ulaşmalarını ve problem çözme süreçlerini kontrol edebilmelerini sağlamaktadır (Maccini & Ruhl, 2000). Hatırlatıcı stratejilerin kullanıldığı çalışmalarda S-YS-S öğretiminin uygulanma süreci sırasıyla; (a) somut aşama, (b) yarı somut aşama, (c) hatırlatıcı stratejinin öğretimi ve (d) soyut aşama olmak üzere toplam dört aşamada gerçekleştirilmektedir. Mevcut araştırmada elde edilen bulgulardan yola çıkarak, hatırlatıcı stratejilerin kullanıldığı çalışmalarda dört işlem gerektiren problem çözme becerisinin öğretimine odaklanıldığı söylenebilir. Bu çalışmalarda somut ve yarı somut öğretim aşamalarında işlem becerisinin kavramsal boyutuna yönelik öğretimler gerçekleştirilmiş ve soyut aşamaya geçmeden önce strateji öğretimine yer verilmiştir. Strateji öğretiminin ardından, sözel problemlerin çalışıldığı soyut aşama oturumlarına geçilmiştir. Problem çözme süreci, birçok işlem ve stratejiyi içeren karmaşık bir bilişsel ve üstbilişsel aktivitedir (Montague, 1992). Problem çözme sürecinde bilişsel işlemleri gerçekleştirmek için bilişsel strateji basamakları kullanılır. Dolayısıyla, S-YS-S öğretiminin somut, yarı somut ve soyut aşama uygulamalarında kavramsal ve işlemsel boyuta yönelik öğrenmelere odaklanıldığından, problem çözmenin bilişsel süreçleri için bilişsel stratejilerden destek alınması gerekebilir. İncelenen çalışmaların büyük çoğunluğunun bu gerekçe ile hatırlatıcı stratejilere yer verdiği düşünülmektedir.

Bir diğer önemli bulgu olarak çalışmaların araştırma desenleri incelendiğinde, sıklıkla denekler arası yoklama denemeli çoklu yoklama modeline yer verildiği görülmüştür (ör., Strickland & Maccini, 2012; Taber, 2013). Matematik kavramlarının ve becerilerinin öğretim süreci, doğası gereği uzun oturumlar gerektirmektedir. Bununla birlikte, S-YS-S öğretimin her bir aşamasının uzun süreli öğretim oturumları gerektirmesi, araştırma deseni olarak çoklu yoklama desenlerini daha avantajlı ve kullanışlı kılmaktadır. Bundan kaynaklı olarak araştırmacılar açısından uygulanması kolay bir model olduğu düşünülmektedir. Dolayısıyla, S-YS-S öğretiminin gerçekleştirileceği çalışmalarda, kullanışlılığı açısından yoklama denemeli çoklu yoklama modelinin tercih edilmesi önerilebilir.

S-YS-S öğretimi ile gerçekleştirilen tek-denekli çalışmaların tamamında verilerin, grafikler üzerinde sunulduğu belirlenmiştir. Ancak etki büyüklüğü hesaplamaları yapılarak müdahalenin etkisinin sunulduğu sınırlı sayıda çalışmaya rastlanmıştır. Alanyazında tek-denekli araştırmalarda uygulanan müdahalenin etkisinin belirlenmesinde, görsel analiz türü tek başına yeterli görülmediğinden, bu analiz türünün etki büyüklüğü hesaplamalarıyla birlikte yorumlanması gerektiği öne sürülmektedir. Etki büyüklüğü hesaplamaları, (a) müdahale etkisini nesnel olarak değerlendirebilme, (b) görsel analiz ile belirlenemeyecek durumlarda hassas ölçümler sağlama ve (c) farklı çalışmaları karşılaştırarak göreceli olarak daha etkili yöntemi belirleyebilme özelliklerinden dolayı görsel analiz verilerini destekler niteliktedir (Kazdin, 1982; Rakap vd., 2020). Dolayısıyla, alanyazında etki büyüklüğü hesaplamalarına yer veren mevcut çalışmaların niceliksel olarak artması gerekmektedir.

Mevcut çalışmadan elde edilen bulgular, S-YS-S öğretiminin kanıta dayalı bir uygulama olduğunu öne süren Bouck ve diğerlerinin (2017) bulgularını destekler ve genişletir niteliktedir. Bir çalışmanın yöntemsel açıdan uygun olarak değerlendirilebilmesi için, niteliksel ölçütlerin tamamını karşılaması gerektiği vurgulanmıştır (Cook

vd., 2014). İlk olarak Bouck ve diğerleri (2017) tarafından yürütülen çalışmada, Cook ve diğerlerinin (2014) sunduğu niteliksel ölçütlerin tamamını karşılayan, yöntemsel açıdan uygun toplam yedi tek-denekli çalışmaya ulaşıldığı görülmüştür. Mevcut çalışmada ise, anahtar kelimeler kullanılarak yapılan ilk taramalarda 52 araştırmaya ulaşılmıştır. Bu araştırmalar arasından dâhil etme ölçütlerini karşılayan 21 tek-denekli çalışmanın, Cook ve diğerlerinin (2014) önerdiği niteliksel ölçütleri karşılama durumları değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmeler sonucunda Bouck ve diğerleri (2017) tarafından gerçekleştirilen çalışmadan farklı olarak mevcut çalışmada, niteliksel ölçütlerin tamamını karşılayan, yöntemsel açıdan uygun toplam 17 tek-denekli çalışma olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Geri kalan dört çalışmanın ise niteliksel ölçütlerin tamamını karşılamadığı belirlenmiştir. Tüm bu bilgiler ışığında, özel gereksinimli öğrencilere matematik becerilerinin kazandırılmasında S-YS-S öğretimine yer veren ve yöntemsel olarak uygun görülen sınırlı sayıda tek-denekli araştırma olduğu görülmüştür. Bu durum, S-YS-S öğretim uygulamalarına yer veren tek-denekli araştırmaların bir kısmının ($n = 4$) niteliksel ölçütleri karşılamakta yetersiz kaldığını göstermektedir. Ancak araştırmaların belirlenen niteliksel ölçütleri eksiksiz bir şekilde karşılamaları, yöntemsel açıdan güçlü olarak nitelendirilmelerinde önemli bir rol oynamaktadır. Bunun yanı sıra ele alınan uygulamanın kanıta dayalı bir uygulama olup olmadığı konusunda karar verilebilmesi, metodolojik olarak güçlü olan çalışmaların varlığı ile mümkündür. Bir tek-denekli araştırmada elde edilen sonuçların, başka araştırmacılara yararlı olabilmesi için tüm uygulama sürecinin özelliklerinin yineleme yapmaya izin verecek nitelikte açık olarak tanımlanması gerekmektedir (Tekin-İftar, 2012). Bu durum da ancak, tek-denekli araştırmaların niteliksel ölçütler dikkate alınarak alanyazına sunulmasıyla sağlanabilir.

Araştırmada elde edilen meta-analiz bulguları dikkate alındığında, ÖVY etki büyüklüğü hesaplamaları sonucunda 11 çalışmanın yüksek etkili, üç çalışmanın etkili ve üç çalışmanın ise tartışmalı olduğu belirlenmiştir. ÖVY analizleri yapılan çalışmalardan Cease-Cook (2013) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, birinci dereceden bir bilinmeyenli denklem kurmayı gerektiren problemleri çözme becerisinin öğretiminde S-YS-S öğretiminin etki büyüklüğü açısından tartışmalı olduğu görülmüştür. Benzer şekilde, Flores ve diğerlerinin (2014) çalışmasında eldeli çarpma gerektiren problemleri çözme becerisinin öğretiminde ve Taber'in (2013) çalışmasında bir ve iki aşamalı çarpma ve bölme gerektiren problemleri çözme becerisinin öğretiminde S-YS-S öğretiminin etki büyüklüğü açısından tartışmalı olduğu belirlenmiştir. Ancak tüm bu bulgular ışığında, araştırmanın ÖVY'nin ortalama değeri (%86.1) göz önüne alındığında, çalışmalarda özel gereksinimli bireylere matematik becerilerinin kazandırılmasında S-YS-S öğretimin etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Araştırmada yer verilen bir diğer etki büyüklüğü hesaplaması olan Tau-U değerlerine bakıldığında, 12 çalışmanın yüksek etkili, üç çalışmanın etkili ve iki çalışmanın ise düşük etkili olduğu görülmüştür. Tau-U analizleri sonucunda, Cease-Cook'un (2013) çalışmasında, birinci dereceden bir bilinmeyenli denklem kurmayı gerektiren problemleri çözme becerisinin öğretiminde S-YS-S öğretiminin etki büyüklüğü açısından düşük etkili olduğu görülmüştür. Benzer şekilde Flores ve diğerlerinin (2014) gerçekleştirdikleri çalışmada eldeli çarpma gerektiren problemleri çözme becerisinin öğretiminde S-YS-S öğretiminin etki büyüklüğü açısından düşük etkili olduğu belirlenmiştir. Her iki çalışmaya ilişkin elde edilen Tau-U değerleri, ÖVY analizlerinden elde edilen bulgular ile paralellik göstermektedir. Ancak tüm bu bulgular ışığında, araştırmanın Tau-U ortalama değeri (%84.4) göz önüne alındığında, çalışmalarda özel gereksinimli bireylere matematik becerilerinin kazandırılmasında S-YS-S öğretimin etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bunların yanı sıra niteliksel ölçütleri karşılayan çalışmaların ÖVY ve Tau-U değerleri arasındaki korelasyonu incelendiğinde, iki değer arasında pozitif yönde güçlü bir ilişki olduğu görülmüştür. Bu durum, yürütülen uygulamalarda başlama düzeyi evresinde terapötik yönde bir eğilim olmadığının ve ÖVY'nin doğru uygulanması durumunda diğer etki büyüklüğü hesaplama yöntemleri kadar başarılı sonuçlar sunduğunun (Lee vd., 2015) bir göstergesi olarak görülebilir.

Araştırma kapsamındaki çalışmalarda yer verilen grafikler görsel analiz yoluyla incelendiğinde kararlılık, düzey, eğilim ve acil etki değerleri bakımından kayda değer sonuçlara ulaşılmıştır. İncelenen çalışmaların bir kısmında (Carmack, 2011; Ferreira, 2009; Mancl vd., 2012; Özlü, 2016) bağımsız değişkenin uygulanması ile bağımlı değişkene ilişkin verilerin büyük oranda arttığı ve bu evredeki verilerin kararlılık düzeyinin tüm grafikler için %80'in üzerinde olduğu belirlenmiştir. Aynı zamanda bu çalışmaların etki büyüklüğü değerleri, ÖVY için sırasıyla %100, %91.5, %100, %100 ve Tau-U için sırasıyla %100, %93.7, %100, %100 şeklinde hesaplanarak uygulamanın etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Her iki analiz türüne yönelik bu veriler dikkate alındığında, etki büyüklüğü ve görsel analiz bulgularının birbirini destekler nitelikte olduğu görülmüştür. Buna ek olarak, Morin ve Miller (1998) tarafından gerçekleştirilen çalışmanın ÖVY (%85) ve Tau-U (%91.5) değerleri ile çalışmada yer alan grafiklerin tamamının kararlılık düzeyleri yüksek olarak belirlenmiştir. Buna karşın, çalışmadaki grafiklerin eğilimlerine bakıldığında tüm deneklerin grafiklerinin azalma yönünde olduğu görülmüştür. Çalışma incelendiğinde, somut ve yarı somut oturumlarda çarpma işlemi becerisinin öğretimine odaklanıldığı, sonrasında

problem çözmenin bilişsel basamaklarını içeren strateji öğretiminin yapıldığı ve ardından sadece sözel problemlerin yer aldığı soyut aşamaya geçildiği görülmüştür. Deneklerin sözel problem becerilerinin öğretimine geçilen soyut aşamada performanslarının azalan bir eğilim gösterdiği belirlenmiştir. Dolayısıyla, bu durumdan kaynaklı olarak araştırmanın eğilim analizi sonuçlarının azalma yönünde olduğu düşünülmektedir. Çalışmadaki bağımlı değişkenin artırılmak istenen bir davranış olduğu göz önünde bulundurulduğunda, elde edilen verilerin etkililik göstermekten uzak olduğu düşünülebilir. Ancak araştırmada eğilim azalma yönünde olmasına rağmen, deneklerin performanslarında düzey olarak artış olmasından, kararlı veriler elde edilmesinden ve etki büyüklüğü değerlerinin yüksek olmasından dolayı uygulamanın etkili olduğu söylenebilir. Ayrıca bir diğer önemli bulgu olarak, Cease-Cook (2012) tarafından gerçekleştirilen çalışmada ise kararlılık, eğilim, düzey ve mutlak düzey analizleri sonucunda uygulamanın görsel analiz yolu ile etkili olduğu yansıtılmıştır. Ancak bu çalışmanın etki büyüklüğü değerleri ÖVY (%50) ve Tau-U (%50) görsel analiz bulgularının aksine düşük etkili bulunmuştur. Başka bir ifadeyle, görsel analizde etkili olan müdahale, etki büyüklüğü sonuçlarına göre etkisiz görülmüştür. Bu bulgulardan farklı olarak, Flores ve diğerleri (2014) ile Taber'in (2013) yürüttükleri çalışmalarda kararlılık, düzey ve mutlak düzey analizlerine ilişkin sonuçlar ile ÖVY (sırasıyla %58.2 ve %69.4) ve Tau-U (sırasıyla %42 ve %71.7) etki büyüklüğü değerleri, uygulamanın düşük etkili olduğu yönünde bilgi sunmaktadır. Analiz sonuçları uygulamanın etkili olduğunu göstermese de etki büyüklüğü değerleri ile görsel analiz verilerinin benzerlik gösterdiği söylenebilir. Tüm bu bulgular ışığında, bir uygulamanın etkililiği hakkında sonuca varılabilmesi için tek başına görsel analizin ya da tek başına etki büyüklüğü hesaplamalarının yeterli olmadığına ulaşılmıştır. Her ne kadar görsel analiz verileri ile ÖVY değerlerinin uyumlu olduğu öne sürülse de (Yücesoy-Özkan vd., 2018), tek-denekli deneysel araştırmalardan elde edilen verilerdeki düzey, eğilim ve dalgalanma örüntülerini dikkate alan bir yöntem geliştirilinceye kadar, etki büyüklüğü hesaplamalarında birden fazla yöntemin bir arada kullanılmasının daha etkili olacağı düşünülmektedir (Rakap vd., 2020).

Son olarak, tüm bu bulgular dikkate alındığında, özel gereksinimli bireylere matematik becerilerinin kazandırılmasında S-YS-S öğretiminin gerçekleştirildiği, (a) yöntemsel açıdan uygun ve deneklerde anlamlı değişimlerin görüldüğü toplam 16 çalışmanın mevcut olduğu ve (b) bu çalışmalardaki toplam denek sayısının 73 olduğu görülmüştür. Bu bilgilerden yola çıkarak, S-YS-S öğretim uygulamaları kanıta dayalı bir uygulama olarak nitelendirilmiştir.

Mevcut çalışmanın, her araştırmanın doğasında olduğu üzere birtakım sınırlılıkları bulunmaktadır. Öncelikle bu araştırmada yer alan dâhil etme kriterlerinin her biri birer sınırlılık olarak nitelendirilebilir. Mevcut araştırma İngilizce ve Türkçe dilleri dışında farklı dillerde yayımlanan çalışmaları ya da hakemli bir dergide yayımlanmayan araştırma raporlarını, grup deneysel araştırmaları ve karşılaştırma çalışmalarını incelemeye almamıştır. Ayrıca bu araştırma, bağımsız değişken olarak Somut-Yarı Somut-Soyut öğretim ya da Somut-Yarı Soyut-Soyut öğretimin üç aşamasının eksiksiz ve sıralı sunulduğu çalışmalarla sınırlı tutulmuştur. Bunun yanı sıra Cook ve diğerlerinin (2014) öne sürdüğü niteliksel ölçütlerin tamamını karşılayan çalışmaların meta-analizi ile ve sadece ÖVY ve Tau-U etki büyüklüğü hesaplamaları ile sınırlı tutulmuştur.

Bu çalışmada, S-YS-S öğretimi ile özel gereksinimli bireylere matematik becerilerinin kazandırılmasını ele alan sadece tek-denekli araştırmaların incelenmesi gerçekleştirilmiştir. Bu bağlamda ileri araştırmalar için, özel gereksinimli bireylere yönelik gerçekleştirilen grup deneysel çalışmalar ile tek-denekli çalışmaların birlikte incelenmesi önerilebilir. Bunun yanı sıra ileri araştırmalarda, kanıta dayalı olma değerlendirmelerinde yer verilen meta-analiz sürecinde farklı etki büyüklüğü analiz tekniklerinden yararlanılabilir. Bu araştırmada incelemeye alınan çalışmalar, Cook ve diğerlerinin (2014) niteliksel ölçütleri dikkate alınarak metodolojik olarak değerlendirilmiştir. İleri araştırmalar ise alanyazında niteliksel ölçütlere yer veren farklı standartları takip edebilir (ör., Horner, 2005; Kratochwill vd., 2013; Reichow vd., 2008). Kanıta dayalı bir uygulama olarak nitelendirilen S-YS-S öğretiminin kesir kavramı, basamak kavramı, geometrik kavramlar, ritmik sayma becerisi gibi farklı matematik konu alanlarında etkililiğinin incelendiği çalışmalara yer verilmesi önerilmektedir. Ayrıca özel eğitim öğretmeni yetiştirme programlarında S-YS-S öğretiminin teorik ve uygulamaya yönelik öğretimlerinin gerçekleştirilmesi önemli görülmektedir. Bununla birlikte matematik öğretiminde S-YS-S uygulamalarına, disiplinler arası çalışmalarda ve alan uzmanlarının çalışmalarında yer verilmesi önerilmektedir.

Yazarların Katkı Düzeyleri

Çalışmanın konusu birinci yazar tarafından belirlenmiştir. Araştırmanın giriş bölümü, yöntemi, veri toplama ve analiz süreci, bulgular ve bulguların yorumlanması ile tartışma süreçlerinin tamamı birinci ve ikinci yazar tarafından birlikte yürütülmüştür. Çalışmanın raporlanması süreci ise üçüncü yazar tarafından gerçekleştirilmiştir.

Kaynaklar

*Niteliksel ölçütlerin tamamını karşılayan çalışmalar.

- Agrawal, J., & Morin, L. L. (2016). Evidence-based practices: Applications of concrete representational abstract framework across math concepts for students with disabilities. *Learning Disabilities Research & Practice, 31*(1), 34-44. <https://doi.org/10.1111/ldrp.12093>
- Anstrom, T. (2006). *Supporting students in mathematics through the use of manipulatives*. <https://studylib.net/doc/18105288/supporting-students-in-mathematics-through-the-use-of-man>.
- Aydemir, T. (2017). *Zihin yetersizliği olan öğrencilere temel çarpma işleminin öğretiminde iki öğretim uygulamasının etkililik ve verimlilik yönünden karşılaştırılması* (Tez Numarası: 458656) [Doktora tezi, Anadolu Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Aydın, O., & Tekin-İftar, E. (2020). Otizm spektrum bozukluğu olan bireylere matematik becerilerinin öğretimi: Tek-denekli araştırmalarda betimsel ve meta analiz. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Özel Eğitim Dergisi, 21*(2), 383-426. <https://doi.org/10.21565/ozelegitimdersisi.521232>
- Aydın, O., Tekin-İftar, E., & Rakap, S. (2019). Bilimsel dayanaklı uygulamaları belirlemede “tek-denekli deneysel araştırmaların niteliksel göstergeleri” yönergesinin matematik becerileri öğretimi örneğinde ele alınışı. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Özel Eğitim Dergisi, 20*(3), 597-628. <https://doi.org/10.21565/ozelegitimdersisi.421952>
- *Bouck, E., Park, J., & Nickell, B. (2017). Using the concrete-representational-abstract approach to support students with intellectual disability to solve change-making problems. *Research in Developmental Disabilities, 60*(1), 24-36. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2016.11.006>
- *Carmack, C. M. (2011). *Investigating the effect of addition with regrouping strategy instruction among elementary students with learning disabilities* [Unpublished doctoral dissertation]. University of Nevada.
- Cawley, J. F., & Reines, R. (1996). Mathematics as a communication: Using the interactive unit. *Teaching Exceptional Children, 28*(2), 29-34. <https://doi.org/10.1177/004005999602800206>
- *Cease-Cook, J. J. (2013). *The effects of concrete-representational-abstract sequence of instruction on solving equations using inverse operations with high school students with mild intellectual disability* [Unpublished doctoral dissertation]. University of North Carolina.
- Cihak, D. F., & Foust, J. L. (2008). Comparing number lines and touch points to teach addition facts to students with autism. *Focus on Autism and other Developmental Disabilities, 23*(3), 131-137. <https://doi.org/10.1177/1088357608318950>
- Cook, B. G., Buysse, V., Klingner, J., Landrum, T. J., McWilliam, R. A., Tankersley, M., & Test, D. W. (2014). CEC’s standards for classifying the evidence base of practices in special education. *Remedial and Special Education, 36*(1), 220-234. <https://doi.org/10.1177/0741932514557271>
- Council for Exceptional Children. (2014). Council for Exceptional Children: Standards for evidence-based practices in special education. *Teaching Exceptional Children, 46*(6), 206-212. <https://doi.org/10.1177/0040059914531389>
- Eastburn, J. A. (2010). *The effects of a concrete, representational, abstract (CRA) instructional model on tier 2 first-grade math students in a response to intervention model: Educational implications for number sense and computational fluency* [Unpublished doctoral dissertation]. Temple University.
- Erbaş, D. (2012). Güvenirlilik. E. Tekin-İftar (Ed.), *Eğitim ve davranış bilimlerinde tek-denekli araştırmalar içinde* (1. baskı, ss. 109-132). Türk Psikologlar Derneği Yayınları.
- *Ferreira, D. (2009). *Effects of explicit subtraction instruction on fifth grade students with learning disabilities* [Unpublished doctoral dissertation]. University of Nevada.
- *Flores, M. M. (2009). Teaching subtraction with regrouping to students experiencing difficulty in mathematics. *Preventing School Failure: Alternative Education for Children and Youth, 53*(3), 145-152. <https://doi.org/10.3200/PSFL.53.3.145-152>
- *Flores, M. M., Hinton, V. M., & Schweck, K. B. (2014). Teaching multiplication with regrouping to students with learning disabilities. *Learning Disabilities Research & Practice, 29*(4), 171-183. <https://doi.org/10.1111/ldrp.12043>

- Gürbüz, S., & Şahin, F. (2017). *Sosyal bilimlerde araştırma yöntemleri: Felsefe-yöntem-analiz* (4. baskı). Seçkin Yayıncılık.
- Gürsel, O., & Yıkımsı, A. (2001). Engelli çocuklara matematik becerilerinin kazandırılmasında öğretmen ve öğrenci etkileşiminin basamaklandırılması. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 2(3), 164-175. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3937.8962>
- Hord, C., & Xin, Y. P. (2015). Teaching area and volume to students with mild intellectual disability. *The Journal of Special Education*, 49(2), 118-128. <https://doi.org/10.1177/0022466914527826>
- 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>
- Hudson, P., Miller, S. P., & Butler, F. (2006). Adapting and merging explicit instruction within reform based mathematics classrooms. *American Secondary Education*, 35(1), 19-32. <https://www.jstor.org/stable/41219810>
- Hughes, E. M. (2011). *The effects of concrete-representational-abstract sequenced instruction on struggling learners acquisition, retention and self-efficacy of fractions* [Unpublished doctoral dissertation]. Clemson University.
- Individuals with Disabilities Education Act of 2004. 20 U.S.C. § 1400 *et seq.* (2004). <https://sites.ed.gov/idea/statute-chapter-33/subchapter-i/1400>
- Karasu, N. (2009). Özel eğitimde delile dayalı yöntemlerin belirlenmesi: Tek-denekli çalışma analizleri ve karşılaştırmaları. *Journal of Turkish Educational Sciences*, 7(1), 143-163. <https://dergipark.org.tr/en/pub/tebd/issue/26140/275305>
- Karasu, N. (2011). Otizmli bireylerin eğitiminde video ile model olma uygulamalarının değerlendirilmesi: Bir alanyazın derlemesi ve meta-analiz örneği. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Özel Eğitim Dergisi*, 12(2), 1-12. <http://doi.org/10.1501/Ozlegt.0000000158>
- Kavale, K. A. (1984). Potential advantages of the meta-analysis technique for research in special education. *The Journal of Special Education*, 18(1), 61-72. <https://doi.org/10.1177/002246698401800107>
- Kazdin, A. E. (1982). *Single-case research designs: Methods for clinical and applied settings*. Oxford University Press.
- Kratochwill, T. R., Hitchcock, J. H., Horner, R. H., Levin, J. R., Odom, S. L., Rindskopf, D. M., & Shadish, W. R. (2013). Single-case intervention research design standards. *Remedial and Special Education*, 34(1), 26-38. <https://doi.org/10.1177/0741932512452794>
- Lee, J., Bryant, D. P., Ok, M. W., & Shin, M. (2020). A systematic review of interventions for algebraic concepts and skills of secondary students with learning disabilities. *Learning Disabilities Research & Practice*, 35(2), 89-99. <https://doi.org/10.1111/ldrp.12217>
- Lee, S. H., Wehmeyer, M. L., & Shogren, K. A. (2015). Effect of instruction with the self-determined learning model of instruction on students with disabilities: A meta-analysis. *Education and Training in Autism and Developmental Disabilities*, 50(2), 237-247. <https://www.jstor.org/stable/24827538>
- Maccini, P., & Hughes, C. A. (1997). Mathematics interventions for adolescents with learning disabilities. *Learning Disabilities Research & Practice*, 12(3), 168-176.
- *Maccini, P., & Hughes, C. A. (2000). Effects of a problem-solving strategy on the introductory algebra performance of secondary students with learning disabilities. *Learning Disabilities Research & Practice*, 15(1), 10-21. http://doi.org/10.1207/SLDRP1501_2
- *Maccini, P., & Ruhl, K. L. (2000). Effects of a graduated instructional sequence on the algebraic subtraction of integers by secondary students with learning disabilities. *Education and Treatment of Children*, 23(4), 465-489. <https://www.jstor.org/stable/42899634>
- *Mancl, D. B., Miller, S. P., & Kennedy, M. (2012). Using the concrete-representational-abstract sequence with integrated strategy instruction to teach subtraction with regrouping to students with learning disabilities. *Learning Disabilities Research & Practice*, 27(4), 152-166. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5826.2012.00363.x>
- Melekoğlu, M. A. (2017). Özel öğrenme güçlüğüne giriş. M. A. Melekoğlu & O. Çakıroğlu (Eds.), *Özel öğrenme güçlüğü olan çocuklar* içinde (ss. 15-47). Vize Yayıncılık.
- Mercer, C. D., & Mercer, A. R. (2005). *Teaching students with learning problems* (7th ed.). Pearson Education, Inc.

- Mercer, C. D., & Miller, S. P. (1992). Teaching students with learning problems in math to acquire, understand, and apply basic math facts. *Remedial and Special Education*, 13(3), 19-35. <https://doi.org/10.1177/074193259201300303>
- Millî Eğitim Bakanlığı. (2015). *İlkokul matematik dersi 1-4. sınıflar öğretim programı*. Millî Eğitim Bakanlığı Yayınları.
- *Milton, J. H., Flores, M. M., Moore, A. J., Taylor, J. L. J., & Burton, M. E. (2019). Using the concrete representational-abstract sequence to teach conceptual understanding of basic multiplication and division. *Learning Disability Quarterly*, 42(1), 32-45. <https://doi.org/10.1177/0731948718790089>
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., & The PRISMA Group. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The prisma statement. *Annals of Internal Medicine*, 151(4), 264- 269. <http://doi.org/10.7326/0003-4819-151-4-200908180-00135>
- Montague, M. (1992). The effects of cognitive and metacognitive strategy instruction on the mathematical problem solving of middle school students with learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 25(4), 230- 248. <https://doi.org/10.1177/002221949202500404>
- *Morin, V. A., & Miller, S. P. (1998). Teaching multiplication to middle school students with mental retardation. *Education and Treatment of Children*, 21(1), 22-36. <https://www.jstor.org/stable/42899519>
- *Nar, S. (2018). *Zihin yetersizliği olan öğrencilere temel toplama işleminin öğretiminde somut-yarı somut-soyut öğretim stratejisinin etkililiği* (Tez Numarası: 524964) [Yüksek lisans tezi, Anadolu Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. National Council of Teachers of Mathematics.
- No Child Left Behind Act-NCLB 20 U.S.C.A. § 9101 et seq. (2001). <https://www.govinfo.gov/content/pkg/PLAW-107publ110/pdf/PLAW-107publ110.pdf>
- Olkun, S., & Uçar, Z. T. (2009). *İlköğretimde etkinlik temelli matematik öğretimi* (4. baskı). Maya Akademi.
- Özkubat, U., Karabulut, A., & Sert, C. (2022). Öğrenme güçlüğü olan ortaokul öğrencilerine uygulanan matematik problemi çözme müdahaleleri: Kapsamlı alanyazın incelenmesi. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Özel Eğitim Dergisi*, 23(1), 191-218. <https://doi.org/10.21565/ozelegitimdergisi.774650>
- *Özlü, Ö. (2016). *Zihinsel yetersizliği olan öğrencilere çarpma öğretiminde somut-yarı somut-soyut öğretim stratejisinin etkililiği* (Tez Numarası: 418166) [Yüksek lisans tezi, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Özlü, Ö., & Yıkılmış, A. (2019). Zihinsel yetersizliği olan öğrencilere çarpma öğretiminde somut-yarı somut soyut öğretim stratejisinin etkililiği. *Kalem Uluslararası Eğitim ve İnsan Bilimleri Dergisi*, 9(16), 195-225. <http://doi.org/10.23863/kalem.2019.125>
- Parker, R. I., & Vannest, K. (2009). An improved effect size for single-case research: Nonoverlap of all pairs. *Behavior Therapy*, 40(4), 357-367. <http://doi.org/10.1016/j.beth.2008.10.006>
- Parker, R. I., Vannest, K. J., Davis, J. L., & Sauber, S. B. (2011). Combining nonoverlap and trend for single case research: Tau-U. *Behavior Therapy*, 42(2), 284-299. <http://doi.org/10.1177/0145445511399147>
- Powell, S. R. (2015). Connecting evidence-based practice with implementation opportunities in special education mathematics preparation. *Intervention in School and Clinic*, 51(2), 90-96. <http://doi.org/10.1177/1053451215579269>
- Rakap, S. (2016). Özel eğitimde bilimsel dayanaklı uygulamalar. V. Aksoy (Ed.), *Özel eğitim içinde* (ss. 181-211). Pegem Akademi.
- Rakap, S., Yücesoy-Özkan, Ş., & Kalkan, S. (2020). Tek-denekli deneysel araştırmalarda etki büyüklüğü hesaplama: Örtüşmeyen veriye dayalı yöntemlerin incelenmesi. *Türk Psikoloji Dergisi*, 35(85), 40-60. <https://www.psikolog.org.tr/tr/yayinlar/dergiler/1031828/tpd1300443320181023m000015.pdf>
- Reichow, B., Volkmar, F. R., & Cicchetti, D. V. (2008). Development of the evaluative method for evaluating and determining evidence-based practices in autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 38(7), 1311-1319. <http://doi.org/10.1007/s10803-007-0517-7>

- Reid, R., & Lienemann, T. O. (2006). Self-regulated strategy development for students with learning disabilities. *Teacher Education and Special Education*, 29(1), 3-11. <https://doi.org/10.1177/088840640602900102>
- Scheuermann, A. M., Deshler, D. D., & Schumaker, J. B. (2009). The effects of the explicit inquiry routine on the performance of students with learning disabilities on one-variable equations. *Learning Disability Quarterly*, 32(2), 103-120. <https://doi.org/10.2307/27740360>
- Scruggs, T. E., Mastropieri, M. A., Cook, S. B., & Escobar, C. (1986). Early intervention for children with conduct disorders: A quantitative synthesis of single-subject research. *Behavioral Disorders*, 11(4), 260-271. <https://doi.org/10.1177/019874298601100408>
- Sealander, K. A., Johnson, G. R., Lockwood, A. B., & Medina, C. M. (2012). Concrete-semiconcrete-abstract (CSA) instruction. *Assessment for Effective Intervention*, 38(1), 53-65. <http://doi.org/10.1177/1534508412453164>
- Soylu, Y. (2008). İlköğretim birinci kademesinde matematik derslerinde başarıya ulaşmada somut-yarı somut soyut öğretim yönteminin etkisi. *Journal of Qafqaz University*, 1(1), 65-76.
- Strickland, T. K., & Maccini, P. (2012). The effects of the concrete-representational-abstract integration strategy on the ability of students with learning disabilities to multiply linear expressions within area problems. *Remedial and Special Education*, 34(3), 142-153. <https://doi.org/10.1177/0741932512441712>
- *Stroizer, S., Hinton, V., Flores, M., & Terry, L. (2015). An investigation of the effects of CRA instruction and students with autism spectrum disorder. *Education and Training in Autism and Developmental Disabilities*, 50(2), 223-236. <https://www.jstor.org/stable/24827537>
- Şahin, Ö. (2012). *Cebir öğretiminde Somut-Yarı Somut-Soyut öğretim tekniğinin öğrencilerin başarılarına, tutumlarına ve kalıcılığına etkisi* (Tez Numarası: 319671) [Yüksek lisans tezi, Atatürk Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- *Taber, M. R. (2013). *Use of a mathematics word problem strategy to improve achievement for students with mild disabilities* [Unpublished doctoral dissertation]. Florida Atlantic University.
- Tekin-İftar, E. (2012). Grafik ve grafiksel analiz. E. Tekin-İftar (Ed.), *Eğitim ve davranış bilimlerinde tek denekli araştırmalar* içinde (1. baskı, ss. 403-443). Türk Psikologlar Derneği Yayınları.
- Terzioğlu, N. K., & Yıkılmış, A. (2018). Otizm spektrum bozukluğu olan öğrencilere temel çıkarma işlemi öğretiminde nokta belirleme tekniğinin etkililiği. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Özel Eğitim Dergisi*, 19(1), 1-27. <https://doi.org/10.21565/ozelegitimdergisi.298939>
- *Washing, A. M. (2018). *The effectiveness of the CRA method of instruction and video modelling in teaching subtraction with regrouping to students with moderate disabilities* [Unpublished master's thesis]. Miami University.
- Westling, D. L., & Fox, L. (1995). *Teaching students with severe disabilities*. Prentice Hall/Merill.
- *Yakubova, G., Hughes, E. M., & Shinaberry, M. (2016). Learning with technology: Video modeling with concrete-representational-abstract sequencing for students with autism spectrum disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 46(1), 2349-2362. <https://doi.org/10.1007/s10803-016-2768-7>
- Yücesoy-Özkan, Ş., Rakap, S., & Gülboy, E. (2020). Evaluation of treatment effect estimates in single-case experimental research: Comparison of twelve overlap methods and visual analysis. *British Journal of Special Education*, 47(1), 67-87. <http://doi.org/10.1111/1467-8578.12294>



Identifying Concrete-Representational-Abstract Instruction as an Evidence-based Practice in Teaching Mathematics to Individuals with Special Needs*

Özge Özlü-Ünlü¹

Aslin Arslanoğlu²

Ahmet Yıkışık³

Abstract

Introduction: This study aimed to evaluate whether Concrete-Representational-Abstract (CRA) teaching practices adopted in teaching mathematical skills to individuals with special needs were evidence-based.

Method: In this study, the analysis processes of the studies published in national and international sources between 1980 and 2020 were completed in line with descriptive analysis standards and standards for being evidence-based. As a result of the first search, a total of 52 studies were reached. Of these studies, 21 studies that met the inclusion criteria were included in the descriptive analysis process. Afterward, these studies were evaluated methodologically by considering the quality indicators for single-subject research designs. Seventeen studies that met all the quality indicators were included in the visual and meta-analysis process.

Findings: According to the descriptive analysis results, it was observed that studies were mostly conducted between 2011 and 2019 and were often carried out on children with specific learning disabilities. Concerning methodological characteristics, it was seen that the multiple probe design across participants was frequently used as the research design, and subtraction with regrouping problem-solving skills in the field of problem-solving and multiplication skills in the field of four operations skills were included as dependent variables. The CRA strategy is observed to be often presented by the direct instruction method and supported by the REname strategy. Graphical analysis was used in all the studies reviewed. However, statistical analyses were not included in all studies. When the findings regarding evidence-based evaluation were examined, a positive effect was observed in 16 out of 17 studies meeting all the quality indicators. In meta-analysis studies, the results of PND and Tau-U effect size analysis are detailed under the Results heading.

Discussion: These results demonstrate that CRA instruction is an evidence-based practice. The results obtained were discussed in line with the literature, and recommendations were made to researchers and intervention agents.

Keywords: Individuals with special needs, mathematical skills, evidence-based practice, meta-analysis, single-subject research.

To cite: Özlü-Ünlü, Ö., Arslanoğlu, A., & Yıkışık, A. (2022). Identifying concrete-representational-abstract instruction as an evidence-based practice in teaching mathematics to individuals with special needs. *Ankara University Faculty of Educational Sciences Journal of Special Education*, 23(4), 931-960. <https://doi.org/10.21565/ozelegitimdergisi.938438>

*This study was presented as an oral presentation at the 30th National Special Education Congress in Bursa, Turkey.

¹**Corresponding Author:** Res. Assist., İstanbul Medipol University, E-mail: oozlu@medipol.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-7012-4151>

²Res. Assist., İstanbul Medipol University, E-mail: aarslanoglu@medipol.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-0734-6974>

³Assoc. Prof., Bolu Abant İzzet Baysal University, E-mail: yikmis_a@ibu.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-1143-1207>

Introduction

It is emphasized that effective and systematic teaching practices that will support the learning style of each individual should be provided in educational settings (Westling & Fox, 1995). Especially considering the teaching process of mathematical skills to individuals with special needs, it is very important to make adaptations that will provide students with multisensory learning experiences (Hudson & Miller, 2006). In the literature, it is stated that teaching practices are limited to abstract experiences due to the abstract nature of mathematics, and practices that focus more on the procedural process instead of conceptual learning are carried out (Maccini & Hughes, 1997). In particular, in their literature review, Maccini and Hughes (1997) stated that studies focusing on memorizing mathematical rules and operations were frequently conducted between 1988 and 1995, and mathematical knowledge was more concentrated in studies supporting the development of the procedural knowledge dimension. All these studies indicate the resulting basic requirement of implementing practices in which students will have sufficient concrete experience at the beginning so that they can make the abstractions required by the nature of the concept in the mathematics teaching process.

Recently, the process of teaching mathematical skills to individuals with special needs has focused on methods and approaches that offer multisensory learning experiences (Carmack, 2011; Ferreira, 2009; Hughes, 2011). When the literature is reviewed, it is observed that many methods, techniques, and strategies that focus on learning experiences in which conceptual and procedural knowledge are balanced through concrete experiences and visualization come to the fore in the mathematics teaching process (Özlu, 2016). Among these methods, techniques, and strategies, there are multisensory approaches such as interaction unit (Cawley & Reines, 1996; Gürsel & Yıkımsı, 2001), Touch Math (Cihak & Foust, 2008; Terzioğlu & Yıkımsı, 2018), and Concrete-Representational-Abstract instructional strategy (Aydemir, 2017; Cease-Cook, 2013; Flores et al., 2014; Nar, 2018; Stroizer et al., 2015; Özlu, 2016). In particular, it is observed that the Concrete-Representational-Abstract (CRA) instructional strategy, a strategy in which instruction is gradually abstracted starting from the most concrete level, is frequently used in teaching different concepts and skills in these studies (Carmack, 2011; Flores et al., 2014; Özlu & Yıkımsı, 2019).

CRA instruction is known as a systematic and effective teaching practice, which consists of three stages, concrete, representational, and abstract, and in which each stage follows the previous stage in sequential order (Flores et al., 2014; Özlu & Yıkımsı, 2019). The terms strategy (Nar, 2018; Özlu, 2016), approach (Bouck et al., 2017; Hudson et al., 2006), and method (Aydemir, 2017) are frequently used for CRA teaching practices in the literature. At the concrete stage, the first stage of these teaching practices, a level of mental maturity is created that will allow establishing meaningful relationships between mathematical expressions and concrete objects through experiences in which manipulative objects are used. In order for students to construct mathematical concepts in their minds, they need to interact with concrete materials intensively. In this context, concrete stage experiences are accepted as the most important stage in the process of associating mathematical concepts and skills with abstract symbols (Eastburn, 2010). However, experiencing abstract concepts only through concrete modeling is insufficient to make sense of abstract concepts. Therefore, students should interact with representational forms of the concept after concrete stage experiences (Soylu, 2008; Şahin, 2012). Hence, representational stage practices, a bridge between concrete and abstract stages, are initiated. At the representational stage, two-dimensional representations such as pictures, diagrams, figures, or drawings are used instead of real objects used in the previous stage. At this stage, two-dimensional reflections of the experiences realized by moving tangible objects in concrete stage practices are created through figures, pictures, or drawings (Anstrom, 2006; Özlu, 2016). Owing to these experiences, it is aimed to ensure that students develop their multidimensional thinking skills (Carmack, 2011) and establish a meaningful connection between mathematical skills and their semi-concrete representation (Şahin, 2012). It is thought that students become ready to learn the abstract form of the concept after adequate experiences in the first two stages. Only numbers, mathematical expressions, symbols, and signs related to the taught mathematical concepts and skills are presented at the abstract stage. It is necessary to emphasize to students that the concrete and representational concepts used critically at this stage are only representations that facilitate making sense of the concept and therefore they should not substitute for the abstract concept (Şahin, 2012). Therefore, it is very important to include sufficient experience at the abstract level so that students do not become addicted to using representations such as figures or drawings (Carmack, 2011).

Making sense of abstract concepts and the relationship between them in mathematics teaching depends on establishing meaningful connections between conceptual and procedural knowledge (Mercer & Mercer, 2005). There is a strong connection between the conceptual and procedural dimensions that make up mathematical knowledge. While conceptual knowledge is the knowledge that supports procedural knowledge and gives it

meaning, procedural knowledge is a type of knowledge that consists of rules and routines performed on conceptual knowledge. Although students' errors in the skills acquired with the gradual instructions from the concrete level to the abstract level are operational errors, it is suggested that errors in the skills acquired through traditional instruction are conceptual errors. It is thought that this situation is caused by the fact that students tend to memorize since there is no focus on conceptual understanding in mathematics teaching (Soylu, 2008). In this regard, it is essential to include instructions in which a balanced relationship is established between these two dimensions. CRA teaching practices (Olkun & Uçar, 2009), which offer the opportunity to structure abstract concepts in a gradual process from concrete to abstract, are among the most effective methods of making sense of mathematical knowledge (Anstrom, 2006). In this strategy, experiences realized with three-dimensional objects at the concrete stage and two-dimensional representation at the representational stage aim to develop learning related to the conceptual dimension, and it is aimed to develop learning related to the procedural dimension with abstract stage practices. More importantly, the possibility for a gradual transition from the conceptual dimension to the procedural dimension is offered through balanced and adequate learning experiences in these two dimensions. With CRA practices, students gradually encounter representations of mathematical concepts and skills at all levels of understanding through visual, tactile, and kinesthetic experiences. Thus, the fact that students with special needs see mathematical knowledge in different forms through various presentations in the learning process helps them to understand the relationship between concepts and transfer this knowledge when necessary (Öztlü & Yıkış, 2019). Additionally, the experiences of students by touching and feeling objects positively affect the cognitive and affective development of individuals (Soylu, 2008).

To provide more positive learning experiences to individuals with special needs in the teaching process of mathematical concepts and skills, it is necessary to determine teaching methods and strategies proven to be effective in research and practices. Many studies state that CRA instruction is an effective practice and ensures positive developments for individuals with special needs (Ferreira, 2009; Flores, 2009; Hughes, 2011). Nevertheless, the search for effective methods and strategies in teaching mathematical concepts and skills to individuals with special needs continues. This movement accelerated with the No Child Left Behind Act (2001) enacted in the United States of America in 2001 and mandating the use of evidence-based practices in the field of special education for all schools and the Individuals with Disabilities Education Act, which was enacted in 2004 (Rakap, 2016). Especially with the No Child Left Behind Act (2001), the importance of using evidence-based and scientifically proven teaching methods was emphasized, and the use of these methods became a legal obligation. Accordingly, studies in which the evaluations of whether practices in the field of special education are evidence-based have increased in quantity and quality in the last two decades (Aydın & Tekin-İftar, 2020; Aydın et al., 2019; Özkubat et al., 2022). Therefore, to reveal whether a practice is evidence-based, it is important to combine the results obtained from a large number of individual studies conducted independently on a subject and carry out meta-analysis studies to obtain more generalizable and reliable results by analyzing the findings reached (Gürbüz & Şahin, 2017).

There are studies in the literature in which CRA instruction, which is used to teach mathematics to individuals with special needs, is called evidence-based practice (Agrawal & Morin, 2016; Powell, 2015). However, these studies carried out by Agrawal and Morin (2016) and Powell (2015) do not aim to examine the evidence-based status of CRA instruction. These studies provided information on the use of the strategy in the teaching process of mathematical concepts and skills and expressed the opinion that the CRA instructional strategy was evidence-based. Unlike these studies, Bouck et al. (2017) carried out a systematic study to evaluate whether the CRA instructional strategy was an evidence-based practice. This study, which involved only individuals with learning disabilities in the target study group, evaluated group experimental studies and single-subject research between 1975 and 2015. However, the present study differs from the study by Bouck et al. (2017) in the following aspects: a) the survey range includes studies conducted between 1980-2020; b) studies using only one of the single-subject research designs as a research design are included, and c) studies whose subject group consists of individuals diagnosed with any type of disability are examined systematically. The study aimed to evaluate the evidence-based status of CRA instruction in teaching mathematical skills to individuals with special needs. In line with this aim, it was aimed to a) determine the general characteristics of studies meeting the inclusion criteria through comprehensive descriptive summaries, b) evaluate their methodological soundness in accordance with the quality indicators presented by Cook et al. (2014), and c) examine them in line with the standards for being evidence-based practices presented by Cook et al. (2014). There is a need for evidence-based interventions to help individuals with special needs acquire various mathematical skills. In this context, it is thought that the current study will contribute to the literature on the evidence-based status of the CRA instructional approach.

Method

Identification of Studies

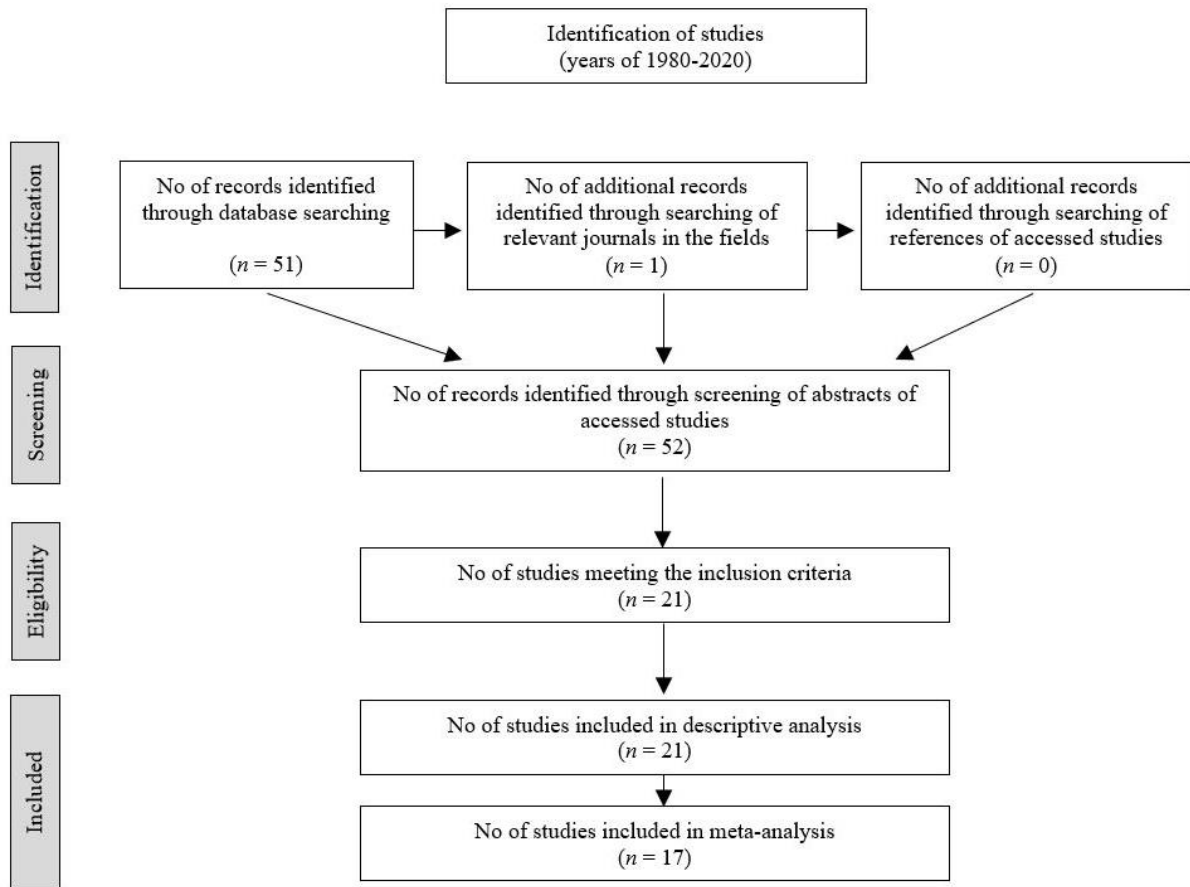
During the selection of studies, an electronic search was done to identify the appropriate studies in the national and international literature. In the research, studies published on the relevant subjects in Education Resource Information Center (ERIC), Academic Search Complete, SpringerLink, Sage, ResearchGate, Wiley Online Library, ULAKBİM, ProQuest, Taylor & Francis Online, Science Direct, Web of Science, EBSCOHost, and YÖK Thesis Center databases between 1980 and 2020 were scanned using the appropriate keywords. In this process, the search was done with Turkish and English keywords “matematik” (mathematics, math), “yetersizlik” (disability), “Somut-Yarı Somut-Soyut” (Concrete-Representational-Abstract/CRA or Concrete-Semiconcrete-Abstract/CSA), and “strateji” (strategy) and all possible combinations of these words. Additionally, the same search process was carried out in journals frequently encountered in the search process. The names of these journals are listed as Learning Disabilities Research & Practice, Remedial and Special Education, Learning Disability Quarterly, The Journal of Special Education, Learning Disabilities: A Contemporary Journal, Exceptional Children, International Journal of Special Education, European Journal of Special Needs Education, and Journal of Applied Behavior Analysis.

The following criteria were considered in identifying studies to be included in the research: a) being published between 1980 and 2020, b) being published in English or Turkish, c) being articles or master’s theses or doctoral dissertations published in national or international peer-reviewed journals, d) including at least one dependent variable related to teaching mathematical concepts and skills, e) including the Concrete-Representational-Abstract instruction or the Concrete-Representational-Abstract instructional strategy, method, or approach in the definition of the independent variable, f) including the Concrete-Representational-Abstract instruction or the three stages of the Concrete-Representational-Abstract instruction in a complete and sequential manner, g) subjects being at school age and at least one of them having a diagnosis, h) being designed according to a single-subject research design, and i) the effect of the independent variable presenting data suitable for visual analysis for each subject.

A total of 51 studies were reached as a result of the database search, and in addition to these studies, one more study was reached as a result of searches carried out in journals. Descriptive analysis studies and descriptive and meta-analysis studies previously conducted on the use of Concrete-Representational-Abstract instruction in the teaching of mathematical skills were reached, and the references of these studies were examined. As a result of the references review, it was observed that there was no study different from the previously reached studies, and a total of 52 studies were grouped to be evaluated in line with the inclusion criteria. To reveal whether the reached studies met the inclusion criteria, the abstract sections of the studies were examined, and the entire studies were read if necessary. A total of 21 studies that met the inclusion criteria were reached, and the references of each study were examined. No study was found different as a result of these examinations. These identified studies were included in a comprehensive descriptive analysis process (See Figure 1).

Figure 1

Flowchart for the Identification of Studies (Moher et al., 2009)



Analysis Process

The analysis process of the studies was carried out in two stages, the analysis process of the practices in the studies according to the standards for being evidence-based through the descriptive analysis process and meta-analysis.

Descriptive Analysis Process

The process of identifying studies that met the quality indicators within the scope of the standards for being evidence-based was started by performing a descriptive analysis of all studies. In this context, 21 studies in total were included in the descriptive analysis. Information about the studies was recorded using the "Study Evaluation Form" developed by the researchers. Using the form, information was collected under the headings, such as the author and year of the study, its type, the source of publication, dependent variable, independent variable, subject's characteristics (diagnosis, age, and the number of subjects), research design, analysis type, maintenance, generalization, social validity, interobserver reliability, and treatment fidelity (See Table 1).

Table 1

Studies Included in the Descriptive Analysis Process

No	Source	Type of the study	Source of publication	Dependent variable	Independent variable	Subjects		Research design	Analysis type	Reliability				
						Diagnosis	Age/number			M	G	S	IOR	TF
1	Bouck et al. (2017)	Article	Research in Developmental Disabilities	Change-making problem-solving skills	CRA presented with direct instruction	ID ($n = 2$) and SLD ($n = 2$)	12-13 years/4	Multiple probe design across participants	Graphical analysis, statistical analysis (Tau- U and PND)	+	-	+	+	+
2	Carmack (2011)	Doctoral dissertation	University of Nevada	Addition with regrouping problem-solving skills	CRA presented with direct instruction and RENAME (addition) FAST RENAME (for verbal problems)	SLD	7-11 years/9	Multiple probe across participants design with two replications	Graphical analysis, statistical analysis (PND)	+	+	+	+	+
3	Cease-Cook (2013)	Doctoral dissertation	University of North Carolina	Solving one-variable equations embedded in problems	CRA presented with direct instruction and ISOLATE (mnemonic strategy)	ID	15-16 years/3	Multiple probe design across participants	Graphical analysis	+	+	+	+	+
4	Ferreira (2009)	Doctoral dissertation	University of Nevada	Subtraction with regrouping problem-solving skills	CRA presented with direct instruction and RENAME	SLD	10-12 years/6	Multiple probe across participants design with one replication	Graphical analysis, statistical analysis (t -test)	+	-	+	+	+
5	Flores (2009)	Article	Preventing School Failure: Alternative Education for Children and Youth	Subtraction with regrouping problem-solving skills	CRA presented with direct instruction and DRAW	SLD ($n = 4$) and TD ($n = 2$)	8-10 years/6	Multiple probe design replicated across groups	Graphical analysis	+	-	+	+	+
6	Flores et al. (2014)	Article	Learning Disabilities Research & Practice	Multiplication with regrouping problem-solving skills	CRA presented with direct instruction and RENAME	SLD	10-11 years/4	Multiple probe design across participants	Graphical analysis, statistical analysis (Tau- U)	+	+	+	+	+

Table 1 (continued)

No	Source	Type of the study	Source of publication	Dependent variable	Independent variable	Subjects		Research design	Analysis type	Reliability				
						Diagnosis	Age/number			M	G	S	IOR	TF
7	Hord and Xin (2015)	Article	The Journal of Special Education	Area and volume problems	CRA and Conceptual model-based problem solving (COMPS)	ID	11-13 years/3	Multiple probe design across participants	Graphical analysis	+	-	+	+	+
8	Maccini and Hughes (2000)	Article	Learning Disabilities Research & Practice	Solving word problems involving addition, subtraction, multiplication, and division	CRA presented with direct instruction and STAR (Cognitive Strategy Instruction)	SLD	14-18 years/6	Multiple probe design across participants	Graphical analysis, think-aloud protocol	+	+	+	+	+
9	Maccini and Ruhl (2000)	Article	Education and Treatment of Children	Problems involving subtraction	CRA presented with direct instruction and STAR (Cognitive Strategy Instruction)	SLD	14-15 years/3	Multiple probe design across participants	Graphical analysis, think-aloud protocol	+	+	+	+	+
10	Mancl et al. (2012)	Article	Learning Disabilities Research & Practice	Subtraction with regrouping problem-solving skills	CRA presented with direct instruction and RENAME	SLD	10-11 years/5	Multiple probe design across participants	Graphical analysis, statistical analysis (PND)	+	-	-	+	+
11	Milton et al. (2019)	Article	Learning Disability Quarterly	Basic multiplication and division skills	CRA presented with direct instruction	SLD ($n = 4$) and HP ($n = 1$)	9-13 years/5	Multiple probe design across participants	Graphical Analysis, statistical analysis (Tau- U and PND)	+	-	+	+	+
12	Morin and Miller (1998)	Article	Education and Treatment of Children	Basic multiplication problem-solving skills	CRA presented with direct instruction and FAST DRAW	MD (ID, ID-VI, ID-PD)	15-16 years/3	Multiple baseline design across participants	Graphical analysis	-	-	-	+	+
13	Nar (2018)	Master's thesis	Anadolu University	Addition skills	CRA presented with direct instruction	ID	8-11 years/3	Multiple probe design across participants	Graphical analysis, statistical analysis (Tau- U)	+	+	+	+	+

Table 1 (continued)

No	Source	Type of the study	Source of publication	Dependent variable	Independent variable	Subjects		Research design	Analysis type	Reliability				
						Diagnosis	Age/number			M	G	S	IOR	TF
14	Özlü (2016)	Master's thesis	Abant İzzet Baysal University	Multiplication skills	CRA presented with direct instruction	ID	9-10 years/3	Multiple probe design across participants	Graphical analysis	+	+	+	+	+
15	Scheuermann et al. (2009)	Article	Learning Disability Quarterly	Solving one-variable equations embedded in word problems	CRA presented with direct instruction	SLD	11-14 years/14	Multiple probe design across participants	Graphical analysis, statistical analysis (PND)	+	+	-	+	-
16	Sealander et al. (2012)	Article	Assessment for Effective Intervention	Basic subtraction problem-solving skills	CRA presented with direct instruction	SLD ($n = 5$) EBD ($n = 3$)	6-8 years/8	Multiple baseline design across participants	Graphical analysis	+	+	-	+	+
17	Strickland and Maccini (2012)	Article	Remedial and Special Education	Multiplying linear algebraic expressions embedded within contextualized area problems	CRA presented with direct instruction	SLD ($n = 2$), SLD-ADHD ($n = 1$)	13-15 years/3	Multiple probe design across participants	Graphical analysis, statistical analysis (PND)	+	+	+	+	+
18	Stroizer et al. (2015)	Article	Education and Training in Autism and Developmental Disabilities	Addition with regrouping, subtraction with regrouping, and the multiplication facts zero through five	CRA presented with direct instruction and RENAME (subtraction) and DRAW (multiplication)	ASD	8-10 years/3	Multiple baseline design across behaviors	Graphical analysis, statistical analysis (Tau-U)	-	-	+	+	+
19	Taber (2013)	Doctoral dissertation	Florida Atlantic University	1- and 2-step word problems involving multiplication and division	Instruction package including schema-based problem-solving strategy, CRA, and self-regulation strategy	SLD ($n = 2$) and HP ($n = 1$)	11 years/3	Multiple baseline design with a probe phase across participants	Graphical analysis	+	+	-	+	+

Table 1 (continued)

No	Source	Type of the study	Source of publication	Dependent variable	Independent variable	Subjects		Research design	Analysis type	Reliability				
						Diagnosis	Age/number			M	G	S	IOR	TF
20	Washing (2018)	Master's thesis	Miami University	Subtraction with regrouping skills	CRA presented with video modeling	ID ($n = 1$) and ASD-ID ($n = 2$)	14-15 years/3	Multiple probe design across participants	Graphical analysis, statistical analysis (Tau- U and PND)	+	+	+	+	-
21	Yakubova et al. (2016)	Article	Journal of Autism and Developmental Disorders	Single- and double-digit subtraction, addition, and number comparison word problems	CRA presented with video modeling	ASD	5-6 years/4	Multiple baseline design across behaviors	Graphical analysis, statistical analysis (IRD)	+	-	+	+	+

Note: ADHD = attention deficit and hyperactivity disorder; ASD = autism spectrum disorder; EBD = emotional and behavioral disorder; G = generalization; HP = health problem-related disability; ID = intellectual disability IOR = inter observer reliability; M = maintenance; PD = physical disability; PND = percentage of noneoverlapping data; S = social validity; SLD = specific learning disability; TD = typically developing; TF: treatment fidelity; VI = visual impairment.

Analysis Process According to Evidence-based Practice Standards

In defining practice as evidence-based by the Council for Exceptional Children (CEC) in 2014, two elements were suggested, a) quality indicators that determine the methodological soundness of each study and b) standards that determine the classification of practice as evidence-based. To determine whether a practice is evidence-based, the following standards should be considered: (1) single-subject research should meet all of the quality indicators and be methodologically sound, (2) at least five single-subject studies in total should be conducted on the subject, (3) a positive effect should be observed in these studies, and (4) these studies should be carried out with at least 20 subjects in total (Council for Exceptional Children, 2014). Additionally, the importance of a comprehensive evaluation process in which qualitative and quantitative evaluations are made together is emphasized in calling a practice evidence-based (Karasu, 2011; Kavale, 1984). As a quantitative summary, meta-analyses provide a higher level of objectivity than the descriptive analysis process in a qualitative context. To decide whether a practice is evidence-based, it is recommended to examine effect sizes by supporting the relevant studies with quantitative summaries (Kavale, 1984). Therefore, effect size calculations of the studies are included to quantitatively synthesize the studies that meet all the indicators qualitatively. In light of this information, in the present study, qualitative and quantitative summaries of each study were performed to evaluate the status of CRA instruction being an evidence-based practice.

The Council for Exceptional Children (2014) suggested that a study should meet all quality indicators to be methodologically sound. In this context, the qualitative evaluation process of studies was carried out by taking into account the indicators developed by Cook et al. (2014), assigned by the Council for Exceptional Children and serving in the field of special education. In their pilot study, Cook et al. (2014) calculated the interrater reliability coefficient for the indicators determined as .64 for single-subject research. It was reported that 22 of the 28 indicators determined were valid for single-subject research. The indicators determined for single-subject research are listed as follows: (1) defining the context and setting (indicator 1.1), (2) specifying the demographic characteristics of subjects (indicator 2.1), (3) identifying the disability status/risk situations of subjects and specifying the determination process of their disability status/risk situations (indicator 2.2), (4) providing information about the intervention agent and explaining his role (e.g., teacher, researcher, assistant professional, parent, volunteer, peer teacher, sibling, etc.) (indicator 3.1), (5) if it is necessary to receive training or have competence in this subject to perform the intervention, specifying the intervention agent's status of receiving the necessary training on the subject or having competence in this subject (indicator 3.2), (6) explaining the intervention process and the intervention agent's behaviors (indicator 4.1), (7) explaining the materials needed for the study (indicator 4.2), (8) evaluation and reporting the treatment fidelity of the study with direct and observable measurements (checklist) (Indicator 5.1), (9) evaluating and reporting the duration and frequency of the intervention (indicator 5.2), (10) evaluating and reporting treatment fidelity throughout the intervention process and for each intervention agent, setting, and subject (indicator 5.3), (11) systematic control of the independent variable by the researcher (indicator 6.1), (12) explaining the baseline stage in detail (indicator 6.2), (13) not including intervention at the baseline level (indicator 6.3), (14) presentation of the experimental effect in at least three different conditions (indicator 6.5), (15) the presence of at least three data points at the baseline stage in single-subject research with baseline level (indicator 6.6), (16) control of internal validity (indicator 6.7), (17) the change in the dependent variable with the implementation of the independent variable being socially important (indicator 7.1), (18) clearly defining and explaining the measurements of the dependent variable (indicator 7.2), (19) presenting data allowing to calculate the effect size (indicator 7.3), (20) including at least three data points to show the possible effect of the intervention (indicator 7.4) (21) performing reliability calculations (indicator 7.5), and (22) presenting the data obtained for each situation (subject, behavior, or setting) at every stage of the intervention in a way that allows visual analysis (indicator 8.2) (Cook et al., 2014).

After the qualitative evaluation of studies, the process of examining the positive effect criterion of each study was started. It is possible to observe the positive effect in single-subject research by observing a functional relation between dependent and independent variables (Council for Exceptional Children, 2014). In other words, for a positive effect to be mentioned in single-subject research, a) there should be a functional relation between dependent and independent variables, and b) significant changes should be observed in 75% of the relevant conditions of a study, including at least three conditions (subject, behavior, setting) (Cook et al., 2014).

In single-subject experimental research methods, including visual analysis and effect size statistics together is very important to determine the effect of the intervention (Kazdin, 1982; Rakap et al., 2020). Furthermore, in the classification of effect states of single-subject research, a functional relation is expected to be established between the dependent and independent variables in each condition (subject, behavior, and setting).

The presence of a functional relation is possible with the following: a) consistency (the level of variability that can be tolerated in the data or the level of fluctuation in the data), b) trend (systematic increase or decrease in the data), c) level (the magnitude of the dependent variable on the y-axis), d) immediacy of any observed treatment effect (finding the absolute level change by determining the difference between the last data point of the first phase and the first data point of the following phase), and e) overlap analysis (the percentage of overlap/similarity of the data in different phases) (Tekin-İftar, 2012). Therefore, the visual analysis process was included in the present study.

In the visual analysis process, first, consistency analysis was used to examine the variability of data points in a phase (Tekin-İftar, 2012). First of all, the mean of the data in the phase was calculated. The acceptable range of data points was found by calculating $\pm 15\%$ of the mean. Then the number of data points in the acceptable data range was calculated as a percentage. Consistency means that the data in a phase do not change, i.e., the data do not fluctuate. Hence, it is accepted that the data are consistent if at least 80% of the data in a phase do not diverge from the mean by more than 15% (Tekin-İftar, 2012). Afterward, trend analysis, in which the direction of the data path is analyzed, was included. With the trend analysis, the status of the data in a phase being decelerating (DC), accelerating (AC), or zero-celerating (ZC) was examined. In this context, the split-middle method was employed to determine the trend of the data (Tekin-İftar, 2012). In the split-middle method, firstly, the trend of the data was determined by drawing a progression line reflecting the direction and severity of the improvement in the subject's performance. However, since drawing the progression line alone is not sufficient, the trend consistency envelope was formed. In line with this, the acceptable consistency range of the data points was found by calculating $\pm 20\%$ of the median value in the phase. If 80% of the data were in the consistency range, it was concluded that the trend was consistent. After all these processes, level analysis in which level consistency was calculated was carried out. Level consistency is expressed as the amount of change in the level of the data in a phase (its magnitude on the y-axis) (Tekin-İftar, 2012). Within the scope of the level consistency analysis, 80% of the data were calculated, and the median value in that phase was evaluated as being between 15% and 20%. Moreover, the absolute level change analysis was used to determine the immediacy of any observed treatment effect of the independent variable observed while passing from one phase to another phase (Tekin-İftar, 2012). Within the scope of absolute level change analysis, the difference between the last data point of the first phase and the first data point of the following phase was determined between the phases. The size of this difference provided information about the size of the change created by the effect of the intervention (Rakap et al., 2020). The findings obtained from all these analyses are not considered sufficient alone to decide on the effectiveness of the intervention. Hence, the findings obtained from the analyses were synthesized and interpreted. For example, while the statuses of the trend and immediacy of any observed treatment effect were evaluated together, it was concluded that the intervention was effective if there was a sudden and steep trend in the dependent variable in the transition between phases. In another evaluation process, it was learned that the intervention was effective if there were no fluctuations in the data in the intervention phase, i.e., the data showed consistency, and the data were close to each other and of large values (Rakap et al., 2020; Tekin-İftar, 2012).

In another process conducted to examine the evidence-based status of studies, effect size calculations were included to determine the effect of the intervention. In this context, in addition to the visual analysis process, overlap analysis was carried out to find the percentage of overlapping data in different phases (Tekin-İftar, 2012). In this study, the percentage of nonoverlapping data (PND) calculation was used since there were conditions in which the dependent variable was desired to be increased. In PND calculation, the highest data point at the baseline is determined, and a horizontal line is drawn from this determined point into the intervention phase. The data points remaining at the top of the line are calculated as a percentage by being divided by the total number of data points at the intervention level. The obtained effect level value is evaluated as "very effective" if it is 90% and above, as "effective" if it is between 70% and 90%, as "questionable" if it is between 50% and 70%, and as "ineffective" if it is below 50% (Scruggs et al., 1986). PND calculation is regarded as a practical method since it has high reliability and is easy to calculate. On the other hand, it is known that it is a method that does not require meeting the assumptions necessary for parametric statistics (Rakap et al., 2020). However, this method of analysis has been criticized because it does not provide sufficiently accurate measurements of the trend change in the data points in the baseline phase (Karasu, 2009).

After PND calculations, the Tau-U analysis technique, another non-parametric analysis technique developed by Parker et al. (2011), was employed. This analysis technique consists of the following processes: a) interpreting the nonoverlapping data in the baseline and intervention phases, b) combining and interpreting the trend observed in the data in the intervention phase with nonoverlapping data, c) interpreting the nonoverlapping data by controlling the trend in the baseline phase, and d) interpreting the nonoverlapping data when the trend in

the intervention and baseline phases is controlled. In this analysis technique, phases are compared in pairs, and positive or negative values between 0-1 are reached in comparisons. In the present study, Tau-U values between 0-1 were converted to percentage values. The percentage value obtained as a result of the analysis was interpreted as "very effective" when it was 93% and above, as "effective" when it was between 66-92%, and as "low effective" when it was 65% and below (Parker & Vannest, 2009). The calculation page <http://www.singlecaseresearch.org/calculators/tau-u> was used for Tau-U calculations. Tau-U analysis can compare all data points in the baseline and intervention phases. This process provides more reliable and sensitive results in comparison with other methods since it considers the trend in the baseline phase. It yields effective results even in cases where there is very little data in the baseline and intervention phases. In the present study, it was thought that the Tau-U analysis technique supports PND calculations with these aspects and eliminates its limitations.

After effect size calculations, correlation analysis was conducted to determine the relationship between the PND and Tau-U values. To evaluate consistency between these two non-parametric analysis techniques, correlation coefficient values were calculated (<https://www.socscistatistics.com/tests/spearman/>), and it was found whether there was a positive correlation between them.

Reliability Calculations

In this study, four different inter-rater reliability calculations were carried out in the descriptive analysis process, in the evaluation of qualitative analyses, in the process of examining the positive effect criterion of the studies, and in the process of examining the standards for being evidence-based. The formula $[\text{Agreement} / (\text{Agreement} + \text{Disagreement}) \times 100]$ was used in the inter-rater reliability calculations performed to evaluate consistency between the researchers (Erbaş, 2012). First, before starting the descriptive analysis process, an inter-rater reliability analysis was conducted using the "Study Evaluation Form" to reach a consensus on the definition and scope of each coding variable and achieve agreement. In addition to the source information of the studies, this form includes 14 headings in total, (1) the type of the study, (2) the source of publication, (3) the dependent variable, (4) the independent variable, (5) the diagnosis of subjects, (6) the age of subjects, (7) the total number of subjects, (8) research design, (9) analysis type, (10) maintenance, (11) generalization, (12) social validity, (13) interobserver reliability, and (14) treatment fidelity. Considering these 14 headings, the scope, definition, and positive and negative examples of each coding variable were discussed and evaluated by the first and second authors. In this process, 25% ($n = 6$) of the 21 studies included in the descriptive analysis were determined as unbiased, and the information about the studies was recorded independently by the first and second authors using the "Study Evaluation Form." The inter-rater consistency was found as 100%.

The explanations given for each quality indicator by Cook et al. (2014) were taken into account in the process of evaluating the quality indicators of single-subject research. During the qualitative evaluation of the studies, coding was made as "Yes" if the study met the relevant quality indicator and as "No" if it did not. To reach a consensus, the first and second authors discussed the positive and negative examples of each quality indicator. Then, 25% ($n = 6$) of the studies were identified by unbiased assignment, and the information about the studies was recorded independently by the first and second authors using the "Qualitative Evaluation Form." Consistency of 90.9% was observed between the researchers at the first stage. Afterward, the researchers reached 100% consensus by discussing each quality indicator for which consistency could not be provided. The studies meeting all of the quality indicators are indicated in Table 2 with a "*" sign.

Then, reliability analyses were conducted to examine the positive effect criterion of each study. Each study was examined by the first and second authors in terms of functional relationships through visual analysis. Of the 17 studies, 25% ($n = 5$) were identified by unbiased assignment, and the inter-rater consistency was found to be 100%. Finally, all studies meeting the standards for being evidence-based were evaluated by the first and second authors, and the inter-rater consistency was revealed as 100%.

Results

Findings Regarding Descriptive Analysis

The studies ($n = 21$) included in the comprehensive descriptive analysis process were examined under four main headings, publication characteristics, demographic characteristics, methodological characteristics, and results. Findings related to each main heading are detailed under the following headings.

Findings Regarding Publication Characteristics

Under this heading, the findings regarding the publication characteristics of the studies are presented under three sub-headings: a) year of publication, b) type of publication, and c) source of publication.

Year of Publication. Upon examining the distribution of the studies by years, no study conducted between 1980 and 1992 was found. It was revealed that the first study conducted between 1980 and 2019 was performed in 1993, and there was an increase in the studies carried out with the year 2009. The period between 2011 and 2019 is the year when the highest number of studies was conducted. It was determined that 2009 and 2012 were the years when the highest number of studies were carried out, with three studies in each of the years.

Type of Publication. Considering the distribution of the studies by types, it was revealed that a total of 21 studies were conducted, including articles ($n = 14$; e.g., Strickland & Maccini, 2012), master's theses ($n = 3$; e.g., Özlü, 2016), and doctoral dissertations ($n = 4$; e.g., Taber, 2013), and most studies were articles.

Source of Publication. Concerning the distribution of the studies by source, it was found that the studies were published in the following journals: *Research in Developmental Disabilities* ($n = 1$), *Preventing School Failure: Alternative Education for Children and Youth* ($n = 1$), *Learning Disabilities Research & Practice* ($n = 3$), *The Journal of Special Education* ($n = 1$), *Education and Treatment of Children* ($n = 2$), *Learning Disability Quarterly* ($n = 2$), *Assessment for Effective Intervention* ($n = 1$), *Remedial and Special Education* ($n = 1$), *Education and Training in Autism and Developmental Disabilities* ($n = 1$), and *Journal of Autism and Developmental Disorders* ($n = 1$). It was revealed that the highest number of the studies were published in the journal *Learning Disabilities Research & Practice* ($n = 3$). Moreover, the remaining part of the studies was published as master's theses in the institutes of the University of Nevada ($n = 2$), University of North Carolina ($n = 1$), Anadolu University ($n = 1$), Bolu Abant İzzet Baysal University ($n = 1$), Florida Atlantic University ($n = 1$), and Miami University ($n = 1$), and the highest number of studies was published at the University of Nevada.

Findings Regarding Demographic Characteristics

Under this heading, the findings regarding the characteristics of subjects are presented under two sub-headings: a) diagnosis of subjects, b) age and the number of subjects.

Diagnosis of Subjects. The subjects in the studies were grouped under six headings, specific learning disability ($n = 66$), intellectual disability ($n = 15$), autism spectrum disorder ($n = 7$), multiple disabilities ($n = 6$), other (health problem-related disability, emotional behavioral disorder) ($n = 5$), and typically developing individuals ($n = 2$). It was observed that the subject group in only one study (Flores, 2009) included two typically developing students in addition to students with specific learning disabilities. In line with this information, it was observed that studies conducted with individuals diagnosed with specific learning disabilities were frequent.

Age and Number of Subjects. It was revealed that the subjects in the studies were in the 5-7 ($n = 10$), 8-10 ($n = 33$), 11-13 ($n = 35$), and 14-18 ($n = 23$) age groups and the highest number of studies (e.g., Hord & Xin, 2015; Scheuermann et al., 2009) were carried out in the 11-13 age group. Additionally, there were four studies conducted with subjects aged 14 years and above (Cease-Cook, 2013; Maccini & Hughes, 2000; Maccini & Ruhl, 2000; Morin & Miller, 1998; Washing, 2018). It was found that a total of 101 subjects were included in all these studies examined.

Findings Regarding Methodological Characteristics

Under this heading, findings regarding the methodological characteristics of the studies are presented under four sub-headings, a) research design, b) dependent variable, c) independent variable, and d) the type of analysis used.

Research Design. Upon examining the distribution of the studies, it was revealed that a multiple baseline design across behaviors ($n = 2$), a multiple baseline design across participants ($n = 2$), a multiple probe design across participants ($n = 14$), a multiple probe design replicated across groups ($n = 1$), a multiple probe across participants design with one replication ($n = 1$), and a multiple probe across participants design with two replications ($n = 1$) were used among single-subject research designs. It was observed that a multiple probe design across participants was frequently included in these studies (e.g., Strickland & Maccini, 2012; Taber, 2013).

Dependent Variable. Upon examining the distribution of the studies presented with the direct instruction method according to dependent variables, it was found that a total of 15 studies were concentrated in the field of problem-solving, including four operations problem solving ($n = 11$), equation problem solving ($n = 2$), area and

volume problem solving ($n = 1$), and change-making problem solving ($n = 1$). Furthermore, it was determined that all studies were gathered in six subject areas, including four operations skills ($n = 5$) and teaching algebra ($n = 1$). While the studies (Flores, 2009; Mancl et al., 2012; Washing, 2018) mostly included subtraction with regrouping problem-solving skills ($n = 3$) in the field of problem-solving as a dependent variable, they frequently included multiplication skills ($n = 3$) in the field of four operations skills (e.g., Özlü, 2016).

Independent Variable. When the strategies, methods, or techniques used in presenting the independent variable were examined, it was found that the studies were gathered under five headings, such as studies presented with the direct instruction method ($n = 17$), studies presented with video modeling ($n = 2$), studies presented with conceptual model-based instruction ($n = 1$), studies presented with schema-based instruction ($n = 1$), and studies accompanied by a strategy ($n = 13$). CRA instruction was frequently presented with the direct instruction method in the studies. In the studies, seven strategies, DRAW (e.g., Flores, 2009), RENAME (e.g., Mancl et al., 2012), FAST DRAW (e.g., Morin & Miller, 1998), FAST RENAME (e.g., Carmack, 2011), Isolate (e.g., Cease-Cook, 2013), STAR (e.g., Maccini & Hughes, 2000), and Self-Regulation Strategies (e.g., Taber, 2013), accompanied CRA teaching practices. It was found that the RENAME strategy ($n = 5$) was used the most in these studies, followed by the DRAW ($n = 2$) and STAR ($n = 2$) strategies.

Type of Analysis Used. Concerning the distribution of the studies by the type of analysis, it was revealed that all studies employed graphical analysis ($n = 21$), and there were also studies including statistical analysis ($n = 15$) among these studies. The studies involving statistical analysis used PND ($n = 7$), Tau-U ($n = 6$), Improvement Rate Difference (IRD) ($n = 1$), and t-test ($n = 1$) as the analysis method. It is observed that the PND analysis method was frequently used in these studies (e.g., Strickland & Maccini, 2012).

Findings Regarding Results

Under this heading, findings regarding the studies' results are presented under three sub-headings, a) maintenance and generalization, b) social validity, and c) reliability.

Maintenance and Generalization. Nineteen of the studies provided information on maintenance and 12 on generalization data. It was found that findings regarding both maintenance and generalization data were shared in 12 of these studies.

Social Validity. It was determined that 16 of the studies provided information on social validity data.

Reliability. It was revealed that 21 of the studies provided information on interobserver reliability and 19 provided information on treatment fidelity data. It was observed that 19 of these studies shared findings regarding both interobserver reliability and treatment fidelity data.

Findings Regarding Evidence-based Evaluation

Methodologically Sound Studies

Seventeen of the included studies met all of the quality indicators presented by Cook et al. (2014) (See Table 2). The studies meeting all of the indicators are indicated with "*" in the table. Two of these studies were not found methodologically sound since they did not meet indicator 8.2 among the quality indicators (Hord & Xin, 2015; Sealander et al., 2012). Moreover, since the study by Scheuermann et al. (2009) did not meet indicator 5.1 and the study by Strickland and Maccini (2012) did not meet indicators 6.5 and 7.3, they could not be evaluated as methodologically sound. A positive effect was observed in 16 of the 17 studies that met all of the quality indicators. Because no significant change was observed in one of the three subjects in only one study (Washing, 2018), it was found that a neutral effect was obtained in this study.

Table 2

Evaluation of Studies in Accordance with Quality Indicators

No	Studies	Quality indicators																					
		1.1	2.1	2.2	3.1	3.2	4.1	4.2	5.1	5.2	5.3	6.1	6.2	6.3	6.5	6.6	6.7	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	8.2
1	*Bouck et al. (2017)	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
2	*Carmack (2011)	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
3	*Cease-Cook (2013)	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
4	*Ferreira (2009)	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
5	*Flores (2009)	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
6	*Flores et al. (2014)	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
7	Hord and Xin (2015)	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N
8	*Maccini and Hughes (2000)	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
9	*Maccini and Ruhl (2000)	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
10	*Mancl et al. (2012)	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
11	*Milton et al. (2019)	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
12	*Morin and Miller (1998)	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
13	*Nar (2018)	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
14	*Özlü (2016)	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
15	Scheuermann et al. (2009)	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
16	Sealander et al. (2012)	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N
17	Strickland and Maccini (2012)	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	Y	Y	Y	Y	N	Y	Y	Y
18	*Stroizer et al. (2015)	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
19	*Taber (2013)	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
20	*Washing (2018)	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
21	*Yakubova et al. (2016)	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y

Note: N = no; Y = yes.

*Studies meeting all of the quality indicators.

Findings Regarding Visual Analysis

In the present study, four types of visual analysis were conducted, consistency, trend, level, and absolute level analysis. The visual analysis of each study, that met the quality indicators, was applied separately, and the graphs in the studies were examined one by one for each analysis type. The findings obtained are presented in Table 3.

The findings obtained from the studies as a result of the examinations were categorized according to the effect size values and presented. It was found that the effect size in 14 of the 17 studies was very effective or effective, and the effect size in 3 studies was low effective or questionable. The studies whose effect size was calculated were interpreted according to consistency, trend, level, and absolute level values within the scope of visual analysis. First, the studies whose effect size was classified as very effective (S1, S2, S4, S5, S7, S9, S10, S12, S13, S14, and S17) and effective (S8, S11, and S16) were examined. The immediacy of any observed treatment effect values obtained in the absolute effect level analysis of the five studies (S1, S2, S4, S9, and S13) among these studies was found to be high. When the trend analyses of the studies coded S1 and S4 among these five studies were examined, it was determined that the direction of the data path in all graphs of the study coded S1 was zero-celerating (ZC), and in five of the six subjects in S4, it was zero-celerating (ZC), and accelerating (AC) in one subject. With the high immediacy of any observed treatment effect value, it was concluded that the change in the dependent variable increased significantly with the implementation of the independent variable, but the data did not change with the zero-celerating trend. Contrary to the studies coded S1 and S4, in the study coded S13, the trend of the graphs in two of the three subjects was decelerating (DC), and the trend of one subject was zero-celerating (ZC). Additionally, as a result of the consistency and level analyses, the consistency level for each graph of the study coded S1 among these five studies was below 80%. On the other hand, the consistency levels of most of the graphs in the studies coded S2, S4, and S9 and all graphs in the study coded S13 were found to be above 80%.

Among the studies with very effective or effective effect size, there were four studies (S5, S11, S14, and S16) with the low immediacy of any observed treatment effect values obtained in the absolute effect level analysis. Upon examining these four studies within the scope of trend analyses, it was revealed that the direction of the data path increased in all graphs of the studies coded S5 and S14 and in the graphs of two of the three subjects in the study coded S16. With the low immediacy of any observed treatment effect value, it was concluded that there was no significant change in the dependent variable with the implementation of the independent variable. Despite the low immediacy of any observed treatment effect, it was observed that the values of the data on the y-axis increased due to the decelerating trend. Additionally, as a result of the consistency and level analyses, the consistency level in all graphs of the study coded S11 among these four studies was above 80%, and the consistency levels of the studies coded S5, S14, and S16 were below 80%. Moreover, in addition to the low immediacy of any observed treatment effect value of the study coded S11, it was found that the trend in all graphs in the studies was accelerating (AC). This indicates that the change in the dependent variable with the implementation of the independent variable is low and that the values of the data gradually decrease.

Among the studies with a very effective or effective effect size, there were three studies (S8, S12, and S17) with the moderate immediacy of any observed treatment effect values obtained in the absolute effect level analysis. Within the scope of trend analyses, it was observed that the trend was zero-celerating (ZC) in one of the nine graphs in S8, the trend was accelerating (AC) in three graphs, and decelerating (DC) in two graphs. In S12, the trend was accelerating (AC) in two of the graphs and decelerating (DC) in one graph. Moreover, since the trend was decelerating (DC) in four graphs and zero-celerating (ZC) in eight graphs in S17, it can be said that the trend in most of the graphs in the study was zero-celerating (ZC). Concerning the consistency and level analyses, since the consistency level in 7 of the 12 graphs in the study coded S17 was below 80%, it can be said that the consistency level in this study was low in general. On the other hand, the consistency level in four of the six graphs in S8 and two of the three graphs in S12 was above 80%. In the study coded S12, the data for the two subjects decreased gradually; however, there was no fluctuation in these data, in other words, it was concluded that the data were consistent.

Among the studies with a very effective or effective effect size, there were two studies (S7 and S10) with the negative immediacy of any observed treatment effect value. In these two studies, the first data point obtained in the intervention phase with the implementation of the independent variable is lower than the last data point of the previous phase, the baseline phase. Whereas it was expected that the performance of the dependent variable would increase with the intervention, the immediacy of any observed treatment effect in the opposite direction was

observed. However, despite this decrease, the direction of the data path in all graphs increased with the intervention. Additionally, the consistency and level analyses of these two studies showed that the consistency level of the study coded S7 was above 80%, while the consistency level of the study coded S10 was below 80%.

Finally, upon examining the visual analysis values of the studies coded S3, S6, and S15 with low or questionable effect sizes, it was observed that the data path was decelerating (DC) in all of the graphs in these three studies. It was found that the immediacy of any observed treatment effect values in the studies coded S6 and S15 were low, while the immediacy of any observed treatment effect value in the study coded S3 was high. As a result of the consistency and level analyses, it was revealed that the consistency level of two of the three graphs in S3 was above 80%. On the other hand, all of the data in the graphs in the studies coded S6 and S15 were variable, in other words, the consistency level was below 80%.

Findings Regarding Meta-Analysis

PND and Tau-U effect size calculations were made for each of the 17 studies that met the quality indicators of Cook et al. (2014), and the obtained values are presented in Table 3. Considering the PND effect size value, it was determined that 11 studies were very effective, three studies were effective, and three studies were questionable. Moreover, concerning Tau-U effect size values, it was revealed that 12 studies were very effective, three studies were effective, and two studies were low effective.

In the study, a correlation analysis was conducted to determine the correlation between PND and Tau-U effect size values. The correlation coefficient values between PND and Tau-U values were calculated with Spearman's Rho analysis, and the results are presented in Table 4. As a result of the analysis, a strong positive correlation between PND and Tau-U analyses was observed ($r_s = .96415; p < .01$).

Table 3

Meta-Analysis and Visual Analysis Results

Code/source	Effect sizes		Consistency	Trend	Level	Absolute level	EL
	PND	Tau-U					
S1 Bouck et al. (2017)	100%	100%	VE	I: 77.7% II: 45.4% III: 60% IV: 50%	I: ZC II: ZC III: ZC IV: ZC	I: 77.7% II: 54.5% III: 60% IV: 50%	I: 80% II: 80% III: 100% IV: 80%
	100%	100%					
	100%	100%					
	100%	100%					
	100%	100%					
	PND: 100%	Tau-U: 100%					
S2 Carmack (2011)	100%	100%	VE	I: 95.2% II: 100% III: 95% IV: 90.4% V: 95% VI: 90% VII: 72.7% VIII: 100% IX: 95%	I: DC II: DC III: ZC IV: DC V: DC VI: DC VII: ZC VIII: AC IX: ZC	I: 95.2% II: 100% III: 100% IV: 90.4% V: 100% VI: 100% VII: 90.9% VIII: 100% IX: 100%	I: 80% II: 30% III: 90% IV: 100% V: 40% VI: 90% VII: 80% VIII: 100% IX: 90%
	100%	100%					
	100%	100%					
	100%	100%					
	100%	100%					
	100%	100%					
	100%	100%					
	100%	100%					
	100%	100%					
		PND: 100%					
S3 Cease-Cook (2013)	50%	50%	LE	I: 100% II: 66.6% III: 100%	I: DC II: DC III: DC	I: 100% II: 100% III: 66.6%	I: 75% II: 75% III: 66%
	50%	50%					
	50%	50%					
	PND: 50%	Tau-U: 50%					
S4 Ferreira (2009)	60%	65%	VE	I: 92% II: 92.5% III: 68.9% IV: 89.2% V: 92.8% VI: 80.6%	I: ZC II: AC III: ZC IV: ZC V: ZC VI: ZC	I: 100% II: 92.5% III: 72.4% IV: 89.2% V: 92.8% VI: 80.6%	I: 10% II: 100% III: 100% IV: 30% V: 100% VI: 100%
	100%	100%					
	100%	100%					
	89.29%	85%					
	100%	100%					
	100%	100%					
	PND: 91.5%	Tau-U: 93.7%					
S5 Flores (2009)	100%	100%	VE	I: 13% II: 18.1% III: 9% IV: 50% V: 30% VI: 27.2%	I: DC II: DC III: DC IV: DC V: DC VI: DC	I: 26.6% II: 27.2% III: 18.1% IV: 70% V: 60% VI: 27.2%	I: 8% II: 24% III: 12% IV: 16% V: 24% VI: 16%
	100%	100%					
	100%	100%					
	100%	100%					
	100%	100%					
	100%	100%					
	PND: 100%	Tau-U: 100%					

Table 3 (continued)

Code/source	Effect sizes		Consistency	Trend	Level	Absolute level	EL
	PND	Tau- <i>U</i>					
S6 Flores et al. (2014)	60%	50%	I: 10% II: 30% III: 14.2% IV: 8.3%	I: DC II: DC III: DC IV: DC	I: 20% II: 30% III: 42.8% IV: 25%	I: 5% II: 0% III: 0% IV: 1.6%	PE
	60%	52%					
	71%	61%					
	42%	5%					
	PND: 58.2%	Tau- <i>U</i> : 42%					
S7 Maccini and Hughes (2000)	I: 100%	I: 100%	I: 100% II: 100% III: 100% IV: 100% V: 100% VI: 100% (addition)	I: AC II: DC III: AC IV: AC V: DC VI: AC (addition)	I: 100% II: 100% III: 100% IV: 100% V: 100% VI: 100% (addition)	I: 43% II: 30% III: 10% IV: 80% V: 20% VI: 5% (addition)	PE
	II: 50%	II: 83.3%					
	III: 0%	III: 40%					
	IV: 100%	IV: 100%					
	V: 100%	V: 100%					
	VI: 0%	VI: 70%					
	(addition)	(addition)					
	I: 100%	I: 100%					
	II: 100%	II: 100%					
	III: 100%	III: 100%					
	IV: 100%	IV: 100%					
	V: 100%	V: 100%					
	(subtraction)	(subtraction)					
	I: 0%	I: 50%					
	II: 100%	II: 100%					
	III: 0%	III: 76.6%					
IV: 100%	IV: 100%						
V: 100%	V: 100%						
(multiplication)	(multiplication)						
I: 0%	I: 75%						
II: 100%	II: 100%						
III: 100%	III: 100%						
IV: 100%	IV: 100%						
V: 100%	V: 100%						
(division)	(division)						
PND: 73.8%	Tau- <i>U</i> : 90.2%						

Table 3 (continued)

Code/source	Effect sizes		Consistency	Trend	Level	Absolute level	EL
	PND	Tau-U					
S8 Maccini and Ruhl (2000)	100%	100%	I: 100%	I: ZC	I: 100%	I: 40%	PE
	100%	100%	II: 100%	II: AC	II: 100%	II: 60%	
	83%	71%	II: 83.3%	II: AC	II: 83.3%	II: 15%	
	(prob. solving)	(prob. solving)	(prob. solving)	(prob. solving)	(prob. solving)	(prob. solving)	
	100%	100%	I: 100%	I: DC	I: 100%	I: 70%	
	100%	92%	II: 66.6%	II: DC	II: 66.6%	II: 30%	
33%	100%	II: 66.6%	II: AC	II: 83.3%	II: 55%		
	(prob. representation)	(prob. representation)	(prob. representation)	(prob. representation)	(prob. representation)	(prob. representation)	
	PND: 86%	Tau-U: 93.8%					
S9 Mancl et al. (2012)	100%	100%	I: 88.8%	I: DC	I: 88.8%	I: 40%	PE
	100%	100%	II: 88.8%	II: DC	II: 88.8%	II: 100%	
	100%	100%	III: 100%	III: ZC	III: 100%	III: 100%	
	100%	100%	IV: 100%	IV: AC	IV: 100%	IV: 100%	
	100%	100%	V: 50%	V: DC	V: 58.3%	V: 80%	
	PND: 100%	Tau-U: 100%					
S10 Milton et al. (2019)	86%	82%	I: 28.5%	I: DC	I: 42.8%	I: 0%	PE
	96%	96%	II: 32%	II: DC	II: 52%	II: 0%	
	89%	96%	III: 88.8%	III: DC	III: 88.8%	III: 10%	
	100%	100%	IV: 38.4%	IV: DC	IV: 69.2%	IV: 20%	
	100%	100%	V: 25%	V: DC	V: 31.2%	V: 10%	
	(division acquisition)	(division acquisition)	(division acquisition)	(division acquisition)	(division acquisition)	(division acquisition)	
	100%	100%	I: 11.1%	I: DC	I: 66.6%	I: 10%	
	100%	100%	II: 42.8%	II: DC	II: 57.1%	II: 10%	
	100%	100%	III: 30%	III: DC	III: 70%	III: 33.3%	
	100%	100%	IV: 44%	IV: DC	IV: 52%	IV: 23.3%	
	100%	100%	V: 3.7%	V: DC	V: 22.2%	V: 6.6%	
	(division fluency)	(division fluency)	(division fluency)	(division fluency)	(division fluency)	(division fluency)	
	88%	63%	I: 50%	I: DC	I: 50%	I: 30%	
	64%	62%	II: 54.5%	II: DC	II: 63.6%	II: 0%	
	100%	100%	III: 60%	III: DC	III: 70%	III: 22.5%	
77%	85%	IV: 23%	IV: DC	IV: 7.6%	IV: 2.5%		
96%	90%	V: 16%	V: DC	V: 16%	V: 0%		
(multiplication fluency)	(multiplication fluency)	(multiplication fluency)	(multiplication fluency)	(multiplication fluency)	(multiplication fluency)		
PND: 93%	Tau-U: 91.6%						

Table 3 (continued)

Code/source	Effect sizes		Consistency	Trend	Level	Absolute level	EL		
	PND	Tau-U							
S11 Morin and Miller (1998)	70%	85%	E	E	I: 95% II: 90% III: 95%	I: AC II: AC III: AC	I: 95% II: 90% III: 95%	I: 10% II: 40% III: 20%	PE
	90%	92.5%							
	95%	95%							
	PND: 85%	Tau-U: 91.5%							
S12 Nar (2018)	100%	100%	VE	VE	I: 83.3% II: 90% III: 75%	I: DC II: AC III: AC	I: 91.6% II: 90% III: 100%	I: 30% II: 90% III: 70%	PE
	100%	100%							
	100%	100%							
	PND: 100%	Tau-U: 100%							
S13 Özlü (2016)	100%	100%	VE	VE	I: 94.4% II: 88.2% III: 85.7%	I: DC II: ZC III: DC	I: 94.4% II: 88.2% III: 85.7%	I: 70% II: 80% III: 80%	PE
	100%	100%							
	100%	100%							
	PND: 100%	Tau-U: 100%							
S14 Stroizer et al. (2015)	100%	100%	VE	VE	I: 57.1% II: 33.3% III: 91.6% (addition) IV: 81.8% V: 30% VI: 50% (subtraction) VII: 37.5% VIII: 62.5% IX: 33.3% (multiplication)	I: DC II: DC III: DC (addition) IV: DC V: DC VI: DC (subtraction) VII: DC VIII: DC IX: DC (multiplication)	I: 57.1% II: 33.3% III: 91.6% (addition) IV: 90.9% V: 70% VI: 60% (subtraction) VII: 50% VIII: 62.5% IX: 77.7% (multiplication)	I: 44.4% II: 44.4% III: 88.8% (addition) IV: 0% V: 0% VI: 0% (subtraction) VII: 11.1% VIII: 77.7% IX: 33.3% (multiplication)	PE
	100%	100%							
	100%	100%							
	(addition)	(addition)							
	90.91%	90%							
	90%	90%							
	90%	90%							
	(subtraction)	(subtraction)							
	100%	100%							
	100%	100%							
100%	100%								
(multiplication)	(multiplication)								
PND: 96.7%	Tau-U: 96.6%								
S15 Taber (2013)	37%	50%	Q	E	I: 25% II: 0% III: 15.3% (prob. solving) IV: 40% V: 35% VI: 46.1% (strategy use)	I: DC II: DC III: DC (prob. solving) IV: DC V: DC VI: DC (strategy use)	I: 50% II: 20% III: 38.4% (prob. solving) IV: 50% V: 45% VI: 53.8% (strategy use)	I: 19% II: 50% III: 0% (prob. solving) IV: 27% V: 12% VI: 5% (strategy use)	PE
	89.2%	81%							
	49.5%	45%							
	(prob. solving)	(prob. solving)							
	91%	89%							
	100%	91.7%							
	50%	73.5%							
	(strategy use)	(strategy use)							
PND: 69.4%	Tau-U: 71.7%								

Table 3 (continued)

Code/source	Effect sizes		Consistency	Trend	Level	Absolute level	EL
	PND	Tau-U					
S16 Washing (2018)	88.8%	97%	I: 33.3% II: 50% III: 100%	I: DC II: ZC III: DC	I: 55.5% II: 60% III: 100%	I: 11.6% II: 9.3% III: 2.3%	NE
	80%	73%					
	41.6%	34%					
	PND: 70.1%	Tau-U: 68%					
S17 Yakubova et al. (2016)	100%	100%	I: 81.8% II: 0% III: 36.3% IV: 18.1% (subtraction) I: 80% II: 80% III: 80% IV: 60% (addition) I: 100% II: 50% III: 50% IV: 60% (comparison) PND: 90.4% Mean: 86.1%	I: ZC II: DC III: DC IV: DC (subtraction) I: ZC II: ZC III: ZC IV: DC (addition) I: ZC II: ZC III: ZC IV: ZC (comparison) (comparison)	I: 81.8% II: 27.2% III: 54.5% IV: 54.5% (subtraction) I: 80% II: 70% III: 80% IV: 60% (addition) I: 100% II: 50% III: 50% IV: 60% (comparison) (comparison)	I: 100% II: 25% III: 0% IV: 25% (subtraction) I: 100% II: 50% III: 75% IV: 50% (addition) I: 100% II: 50% III: 50% IV: 75% (comparison) (comparison)	PE
	72.7%	85%					
	90.9%	89%					
	81.8%	87%					
	(subtraction)	(subtraction)					
	100%	100%					
	100%	100%					
	100%	100%					
	(addition)	(addition)					
	100%	100%					
	70%	97%					
	80%	98%					
90%	99%						
(comparison)	(comparison)						
PND: 90.4%	Tau-U: 96.8%						
Mean: 86.1%	Mean: 84.4%						

Note: Roman numerals in the table represent each condition (subject and behavior). AC = accelerating (AC); DC = decelerating; E = effective; LE = low effective; NE = neutral effect; PE = positive effect; PND = percentage of noneoverlapping data; Q = questionable; VE = very effective; ZC = zero-celerating.

Table 4

PND and Tau-U Correlation Analysis

	Baseline-intervention	
	<i>N</i>	<i>r_s</i>
PND	17	.96415*
Tau-U		

**p* < .01

Evaluation of the CRA Instruction as an Evidence-based Practice

While determining whether the CRA instruction was an evidence-based practice, the following standards determined by the Council for Exceptional Children in 2014 were taken into account: (1) single-subject studies should be methodologically sound by meeting all of the quality indicators, (2) at least five single-subject studies in total should be conducted on the subject, (3) positive effect should be observed in these studies, and (4) these studies should be carried out with at least 20 subjects in total. In line with these standards, it was determined that there were a total of 16 studies, which were methodologically sound and displayed a positive effect and in which the CRA instruction was carried out to teach mathematical skills to individuals with special needs, and the total number of subjects in these studies was 73. In light of these results, it was concluded that the CRA instruction was an evidence-based practice.

Discussion

In this study, which aimed to evaluate the status of CRA instructional practices being evidence-based in teaching mathematical skills to individuals with special needs, unlike the studies in the literature (Bouck et al., 2017), the search process was updated to be between 1980 and 2020, only single-subject research designs were included, and all individuals with special needs were included as the subject group.

Between 1988 and 1995, instructions that were directed to memorizing rules and operations and mostly supported the development of the procedural knowledge dimension of mathematical knowledge were included in mathematics teaching to individuals with special needs (Maccini & Hughes, 1997). However, a need has recently emerged for methods and approaches that present multisensory learning experiences in which individuals learn more actively by having concrete experiences in mathematics teaching. It can be said that this need has played a role in the concentration of studies on CRA instruction over the last 10 years. As a result of the search, upon examining studies on CRA instruction, it was observed that there was an increase in quantity in the studies carried out in 2009 and this increase continued in the following years. However, despite this increase, the number of studies examining the effect of CRA instruction on the mathematical skills of individuals with special needs has remained limited in quantity (Lee et al., 2020). It is thought that the present study will promote studies in the field by drawing attention to this limitation.

Another important finding was that CRA instruction was applied to individuals with intellectual disabilities, autism spectrum disorder, and multiple disabilities, in addition to specific learning disabilities in the studies included in the descriptive analysis. It was revealed that research was frequently conducted with individuals with specific learning disabilities in the studies reviewed. This is thought to be primarily due to the fact that specific learning disability was included in the group of frequently encountered disabilities and constituted the largest group numerically in the classification made according to the frequency of occurrence in the field of special education (Melekoğlu, 2017), and secondly, due to the fact that individuals with specific learning disabilities required less prerequisite skill teaching in teaching academic skills compared to individuals with other disability types. The study by Bouck et al. (2017), which is known to be similar to the present study, was limited to studies in which CRA instruction was applied only to individuals with specific learning disabilities. However, this study differs from the study by Bouck et al. (2017) in that it examines the effectiveness of CRA instruction with individuals with other disability types. At the same time, the present study shows that CRA instruction has positive effects on the acquisition of mathematical skills by individuals with multiple disabilities.

Skills in various subjects were taught to individuals with special needs with CRA instruction. The dependent variables in the studies show that the studies focus on problem-solving and teaching four operations skills (Bouck et al., 2017). These skills are included as common skills that are required to be taught in the programs prepared by the National Council of Teachers of Mathematics (NCTM, 2000), which plays an active role in creating the mathematics curriculum in the United States of America, and the Ministry of National Education (MoNE, 2015) in Turkey. However, considering the diversity of subjects in mathematics programs, the fact that

studies are limited to only these two subject areas adversely affects the generalizability of the intervention. To argue that an intervention is effective in teaching mathematics, studies examining the effectiveness of that intervention in different skill teaching areas are needed. Individuals with special needs are held responsible for all the content of the mathematics programs included in the general education process. Hence, in addition to problem-solving and four operations skills, it is expected that teaching processes include more comprehensive subjects such as place value, rhythmic counting, fractions and operations, and basic concepts in geometry, length, circumference, area, and time measurement.

Upon examining the studies in the context of independent variables, it is seen that CRA instruction is frequently presented with the direct instruction method in studies that use the term strategy for CRA instruction (e.g., Nar, 2018; Özlü, 2016). Studies in the literature emphasize the importance of teacher-student interaction in the implementation of CRA instruction. As a teacher, the intervention agent must be a model and guide the student, gradually reduce this guidance, and offer many opportunities (Hudson et al., 2006; Mercer & Miller, 1992). Since it is a method based on teacher-student interaction, it is thought that the direct instruction method is frequently preferred in these studies. Additionally, another important finding is that mnemonic strategies such as DRAW and RENAME frequently accompany CRA instruction in studies (e.g., Flores, 2009; Stroizer et al., 2015). Mnemonic strategies are expressed as words formed from the first letters or first few letters of one or more words (Reid & Lienemann, 2006). Each letter constituting this word is used respectively to indicate a cognitive strategy step and to remind problem-solving steps in solving a verbal problem. These mnemonic strategies enable students to remember problem-solving steps in order and complete, analyze the information given in the problem, reach the solution of the problem, and control problem-solving processes (Maccini & Ruhl, 2000). In studies using mnemonic strategies, the implementation process of CRA instruction is carried out in four stages, respectively: a) concrete stage, b) representational stage, c) mnemonic strategy teaching, and d) abstract stage. Based on the findings of the present study, it can be said that studies in which mnemonic strategies are used focus on teaching four operations problem-solving skills. In these studies, teaching concerning the conceptual dimension of the operational skill was carried out at the concrete and representational teaching stages, and strategy teaching was included before proceeding to the abstract stage. After strategy teaching, abstract stage sessions were started in which verbal problems were studied. The problem-solving process is a complex cognitive and metacognitive activity that includes many operations and strategies (Montague, 1992). Cognitive strategy steps are used to perform cognitive operations in the problem-solving process. Thus, since the concrete, representational, and abstract stage interventions of CRA instruction focus on learning for conceptual and procedural dimensions, it may be necessary to receive support from cognitive strategies for the cognitive processes of problem-solving. It is thought that most of the studies examined included mnemonic strategies for this reason.

Concerning the research designs of the studies, another important finding is that a multiple probe design across participants was frequently used (e.g., Strickland & Maccini, 2012; Taber, 2013). The teaching process of mathematical concepts and skills requires long sessions due to their nature. Therefore, the fact that each stage of CRA instruction requires long-term teaching sessions makes multiple probe designs more advantageous and practical as a research design. Accordingly, it is thought to be an easy-to-apply design for researchers. Hence, it can be suggested that the multiple probe design should be preferred due to its practicability in studies in which CRA instruction will be carried out.

It was revealed that the data were presented on graphs in all single-subject research conducted with CRA instruction. However, few studies were found in which the effect of the intervention was presented by making effect size calculations. Since the visual analysis alone is not considered sufficient in determining the effect of the intervention applied in single-subject research in the literature, it is suggested that this type of analysis should be interpreted together with effect size calculations. Effect size calculations support visual analysis data due to their a) ability to objectively evaluate the effect of the intervention, b) providing precise measurements in cases that cannot be determined by visual analysis and c) ability to identify a relatively more effective method by comparing different studies (Kazdin, 1982; Rakap et al., 2020). Therefore, existing studies that include effect size calculations should be increased quantitatively in the literature.

The findings obtained from the current study support and extend the findings of Bouck et al. (2017), who suggest that CRA instruction is an evidence-based practice. It has been emphasized that in order for a study to be considered methodologically sound, it must meet all of the quality indicators (Cook et al., 2014). In the study carried out by Bouck et al. (2017), it was observed that a total of seven methodologically sound single-subject studies that met all of the quality indicators presented by Cook et al. (2014) were reached. In the present study, 52 studies were reached in the first search done using the keywords. Among these studies, 21 single-subject studies

meeting the inclusion criteria were evaluated for meeting the quality indicators suggested by Cook et al. (2014). As a result of these evaluations, unlike the study by Bouck et al. (2017), it was concluded in the current study that there were a total of 17 methodologically sound single-subject studies that met all of the quality indicators. It was revealed that the remaining four studies did not meet all of the quality indicators. In light of all this information, it is seen that there is a limited number of single-subject research that includes CRA instruction in the acquisition of mathematical skills by students with special needs and is methodologically sound. This shows that a part ($n = 4$) of the single-subject research including CRA teaching practices is insufficient in meeting the quality indicators. However, the fact that studies fully meet the determined quality indicators plays an important role in qualifying them as methodologically strong. Furthermore, it is possible to decide whether the practice in question is an evidence-based practice with the presence of methodologically strong studies. In order for the results obtained in a single-subject study to be useful to other researchers, the characteristics of the entire intervention process must be clearly defined to allow repetition (Tekin-İftar, 2012). This can only be achieved by presenting single-subject research to the literature by taking into account quality indicators.

Considering the meta-analysis findings obtained in the study, it was found that 11 studies were very effective, three studies were effective, and three studies were questionable as a result of PND effect size calculations. In the study by Cease-Cook (2013), one of the studies in which PND analyses were conducted, it was observed that CRA instruction was questionable in terms of effect size in teaching solving one-variable equations embedded in problems. Likewise, the study by Flores et al. (2014) and the study by Taber (2013) determined that CRA instruction was questionable in terms of effect size in teaching multiplication with regrouping problem-solving skills and 1- and 2-step word problems involving multiplication and division, respectively. However, in light of all these findings, considering the mean value of PND (86.1%) in the study, it was concluded that CRA instruction was effective in acquiring mathematical skills for individuals with special needs.

Upon examining the Tau-U values, another effect size calculation included in the study, it was seen that 12 studies were very effective, three studies were effective, and two studies were low effective. As a result of Tau-U analysis, the study by Cease-Cook (2013) revealed that CRA instruction was low effective in terms of effect size in teaching solving one-variable equations embedded in problems. Likewise, the study carried out by Flores et al. (2014) found that CRA instruction was low effective in terms of effect size in teaching multiplication with regrouping problem-solving skills. The Tau-U values obtained for both studies are parallel with the findings obtained from the PND analyses. However, in light of all these findings, it was concluded that CRA instruction was effective in ensuring that individuals with special needs acquire mathematical skills, considering the Tau-U mean value (84.4%) in the study. Additionally, when the correlation between the PND and Tau-U values of the studies meeting the quality indicators was examined, a strong positive correlation was observed between the two values. This can be regarded as an indicator that there is no therapeutic trend in the baseline phase of the interventions carried out and that if PND is applied correctly, it offers as successful results as other effect size calculation methods (Lee et al., 2015).

Upon examining the graphs in the studies included within the scope of the research through visual analysis, remarkable results were achieved in terms of consistency, level, trend, and immediacy of any observed treatment effect values. Some of the studies examined (Carmack, 2011; Ferreira, 2009; Mancl et al., 2012; Özlü, 2016) revealed that the data on the dependent variable increased significantly with the implementation of the independent variable and the consistency level of the data in this phase was above 80% for all graphs. At the same time, the effect size values of these studies were calculated as 100%, 91.5%, 100%, and 100%, respectively, for PND and 100%, 93.7%, 100%, and 100%, respectively, for Tau-U, and it was concluded that the intervention was effective. Considering these data for both types of analysis, it was observed that the effect size and visual analysis findings supported each other. Additionally, the PND (85%) and Tau-U (91.5%) values of the study carried out by Morin and Miller (1998) and the consistency levels of all the graphs in the study were found to be high. On the other hand, considering the trends of the graphs in the study, it was seen that the graphs of all subjects were accelerating (AC). Upon examining the study, it was revealed that the focus was on teaching multiplication skills in concrete and representational sessions, then strategy teaching including the cognitive steps of problem-solving was carried out, and then the abstract stage involving only verbal problems was initiated. It was found that the performances of subjects showed an accelerating trend at the abstract stage at which teaching verbal problem skills was started. Hence, it is thought that the results of the trend analysis of the study are accelerating due to this situation. Considering that the dependent variable in the study is a behavior that is desired to be increased, it can be thought that the data obtained are far from showing effectiveness. However, despite the accelerating trend in the study, it can be said that the intervention is effective due to the increase in the performance of subjects,

obtaining consistent data, and high effect size values. Furthermore, another important finding is that the intervention was found to be effective through visual analysis as a result of the consistency, trend, level, and absolute level analyses in the study performed by Cease-Cook (2012). However, the effect size values of this study were found to be low effective, in contrast to the PND (50%) and Tau-U (50%) visual analysis results. In other words, the intervention that was effective in the visual analysis was found to be ineffective according to the effect size results. Unlike these findings, in the studies carried out by Flores et al. (2014) and Taber (2013), the results of consistency, level, and absolute level analyses and PND (58.2% and 69.4%, respectively) and Tau-U (42% and 71.7%, respectively) effect size values provide information that the intervention is low effective. Although the results of the analysis do not show that the intervention is effective, it can be said that the effect size values and the visual analysis data are similar. In light of all these findings, it was concluded that visual analysis alone or effect size calculations alone were not sufficient to reach a conclusion about the efficiency of an intervention. Although it is argued that the visual analysis data and PND values are compatible (Yücesoy-Özkan et al., 2018), it is thought that using more than one method together in effect size calculations will be more effective until developing a method that takes into account the level, trend, and fluctuation patterns in the data obtained from single-subject experimental research (Rakap et al., 2020).

Finally, considering all these findings, it was observed that a) there were a total of 16 studies that were methodologically sound and in which significant changes in subjects were observed, and in which CRA instruction was carried out to ensure that individuals with special needs acquire mathematical skills and b) the total number of subjects in these studies was 73. Based on this information, CRA teaching practices were described as evidence-based.

The present study has some limitations, as is the nature of any study. First, each of the inclusion criteria in this study can be characterized as a limitation. The current study did not include studies published in languages other than English and Turkish, or research reports, group experimental studies, and comparison studies that were not published in a peer-reviewed journal. Furthermore, the present research was limited to studies in which the Concrete-Representational-Abstract instruction or the three stages of the Concrete-Representational-Abstract instruction were presented in a complete and sequential manner as independent variables. Additionally, it was limited to the meta-analysis of the studies that met all of the quality indicators put forward by Cook et al. (2014) and only PND and Tau-U effect size calculations.

This study examined only single-subject research that addressed the acquisition of mathematical skills by individuals with special needs with CRA instruction. In this regard, it may be recommended to examine group experimental studies and single-subject studies conducted for individuals with special needs together for further research. Additionally, different effect size analysis techniques can be used in the meta-analysis process, which includes evidence-based evaluations in further research. The studies examined in this research were evaluated methodologically by considering the quality indicators of Cook et al. (2014). Further research may follow different standards that include quality indicators in the literature (e.g., Horner, 2005; Kratochwill et al., 2013; Reichow et al., 2008). It is recommended to include studies that examine the effectiveness of CRA instruction, which is described as an evidence-based practice, in different mathematical subject areas such as the concept of fraction, the concept of place, geometric concepts, and rhythmic counting skills. Moreover, it is considered important to carry out theoretical and practical teaching of CRA instruction in special education teacher training programs. It is also recommended to include CRA practices in mathematics teaching in interdisciplinary studies and studies of domain experts.

Authors' Contributions

The subject of the manuscript was determined by the first author. The research design, data collection, data analysis and reporting and discussion processes were all carried out by the first and the second author. The manuscript was reported by the third author.

References

*Studies meeting all of the quality indicators.

- Agrawal, J., & Morin, L. L. (2016). Evidence-based practices: Applications of concrete representational abstract framework across math concepts for students with disabilities. *Learning Disabilities Research & Practice, 31*(1), 34-44. <https://doi.org/10.1111/ldrp.12093>
- Anstrom, T. (2006). *Supporting students in mathematics through the use of manipulatives*. <https://studylib.net/doc/18105288/supporting-students-in-mathematics-through-the-use-of-man>
- Aydemir, T. (2017). *Zihin yetersizliği olan öğrencilere temel çarpma işleminin öğretiminde iki öğretim uygulamasının etkililik ve verimlilik yönünden karşılaştırılması [A comparison of the effectiveness and efficiency of teaching basic multiplication by using two instruction methods to the students with mild intellectual disabilities]* (Tez Numarası: 458656) [Doktora tezi, Anadolu Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Aydın, O., & Tekin-İftar, E. (2020). Otizm spektrum bozukluğu olan bireylere matematik becerilerinin öğretimi: Tek-denekli araştırmalarda betimsel ve meta analiz [Teaching math skills to individuals with autism spectrum disorder: A descriptive and meta-analysis in single case research designs]. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Özel Eğitim Dergisi, 21*(2), 383-426. <https://doi.org/10.21565/ozelegitimdersisi.521232>
- Aydın, O., Tekin-İftar, E., & Rakap, S. (2019). Bilimsel dayanaklı uygulamaları belirlemede "tek-denekli deneysel araştırmaların niteliksel göstergeleri" yönergesinin matematik becerileri öğretimi örneğinde ele alınışı [Explanation of "quality indicators of single-subject experimental research studies" rubric using studies focused on teaching mathematics skills]. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Özel Eğitim Dergisi, 20*(3), 597-628. <https://doi.org/10.21565/ozelegitimdersisi.421952>
- *Bouck, E., Park, J., & Nickell, B. (2017). Using the concrete-representational-abstract approach to support students with intellectual disability to solve change-making problems. *Research in Developmental Disabilities, 60*(1), 24-36. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2016.11.006>
- *Carmack, C. M. (2011). *Investigating the effect of addition with regrouping strategy instruction among elementary students with learning disabilities* [Unpublished doctoral dissertation]. University of Nevada.
- Cawley, J. F., & Reines, R. (1996). Mathematics as a communication: Using the interactive unit. *Teaching Exceptional Children, 28*(2), 29-34. <https://doi.org/10.1177/004005999602800206>
- *Cease-Cook, J. J. (2013). *The effects of concrete-representational-abstract sequence of instruction on solving equations using inverse operations with high school students with mild intellectual disability* [Unpublished doctoral dissertation]. University of North Carolina.
- Cihak, D. F., & Foust, J. L. (2008). Comparing number lines and touch points to teach addition facts to students with autism. *Focus on Autism and other Developmental Disabilities, 23*(3), 131-137. <https://doi.org/10.1177/1088357608318950>
- Cook, B. G., Buysse, V., Klingner, J., Landrum, T. J., McWilliam, R. A., Tankersley, M., & Test, D. W. (2014). CEC's standards for classifying the evidence base of practices in special education. *Remedial and Special Education, 36*(1), 220-234. <https://doi.org/10.1177/0741932514557271>
- Council for Exceptional Children. (2014). Council for Exceptional Children: Standards for evidence-based practices in special education. *Teaching Exceptional Children, 46*(6), 206-212. <https://doi.org/10.1177/00400059914531389>
- Eastburn, J. A. (2010). *The effects of a Concrete, Representational, Abstract (CRA) instructional model on tier 2 first-grade math students in a response to intervention model: Educational implications for number sense and computational fluency* [Unpublished doctoral dissertation]. Temple University.
- Erbaş, D. (2012). Güvenirlilik. In E. Tekin-İftar (Ed.), *Eğitim ve davranış bilimlerinde tek-denekli araştırmalar [Single-subject studies in education and behavioral sciences]* (1st ed., pp. 109-132). Türk Psikologlar Derneği Yayınları.
- *Ferreira, D. (2009). *Effects of explicit subtraction instruction on fifth grade students with learning disabilities* [Unpublished doctoral dissertation]. University of Nevada.
- *Flores, M. M. (2009). Teaching subtraction with regrouping to students experiencing difficulty in mathematics. *Preventing School Failure: Alternative Education for Children and Youth, 53*(3), 145-152. <https://doi.org/10.3200/PSFL.53.3.145-152>

- *Flores, M. M., Hinton, V. M., & Schweck, K. B. (2014). Teaching multiplication with regrouping to students with learning disabilities. *Learning Disabilities Research & Practice*, 29(4), 171-183. <https://doi.org/10.1111/ldrp.12043>
- Gürbüz, S., & Şahin, F. (2017). *Sosyal bilimlerde araştırma yöntemleri: Felsefe-yöntem-analiz [Research methods in social sciences: Philosophy- method-analysis]* (4. baskı). Seçkin Yayıncılık.
- Gürsel, O., & Yıkılmış, A. (2001). Engelli çocuklara matematik becerilerinin kazandırılmasında öğretmen ve öğrenci etkileşiminin basamaklandırılması [Using teacher-student interaction method in teaching math skills to children with disabilities]. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 2(3), 164-175. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3937.8962>
- Hord, C., & Xin, Y. P. (2015). Teaching area and volume to students with mild intellectual disability. *The Journal of Special Education*, 49(2), 118-128. <https://doi.org/10.1177/0022466914527826>
- 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>
- Hudson, P., Miller, S. P., & Butler, F. (2006). Adapting and merging explicit instruction within reform based mathematics classrooms. *American Secondary Education*, 35(1), 19-32. <https://www.jstor.org/stable/41219810>
- Hughes, E. M. (2011). *The effects of concrete-representational-abstract sequenced instruction on struggling learners acquisition, retention and self-efficacy of fractions* [Unpublished doctoral dissertation]. Clemson University.
- Individuals with Disabilities Education Act of 2004. 20 U. S. C. § 1400 *et seq.* (2004). <https://sites.ed.gov/idea/statute-chapter-33/subchapter-i/1400>
- Karasu, N. (2009). Özel eğitimde delile dayalı yöntemlerin belirlenmesi: Tek-denekli çalışma analizleri ve karşılaştırmaları [Identifying evidence-based methods in special education: Single-subject study analyses and comparisons]. *Journal of Turkish Educational Sciences*, 7(1), 143-163. <https://dergipark.org.tr/en/pub/tebd/issue/26140/275305>
- Karasu, N. (2011). Otizmli bireylerin eğitiminde video ile model olma uygulamalarının değerlendirilmesi: Bir alanyazın derlemesi ve meta-analiz örneği [Evaluation of video modeling practices in the education of individuals with autism: A literature review and meta-analysis example]. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Özel Eğitim Dergisi*, 12(2), 1-12. http://doi.org/10.1501/Ozlegt_0000000158
- Kavale, K. A. (1984). Potential advantages of the meta-analysis technique for research in special education. *The Journal of Special Education*, 18(1), 61-72. <https://doi.org/10.1177/002246698401800107>
- Kazdin, A. E. (1982). *Single-case research designs: Methods for clinical and applied settings*. Oxford University Press.
- Kratochwill, T. R., Hitchcock, J. H., Horner, R. H., Levin, J. R., Odom, S. L., Rindskopf, D. M., & Shadish, W. R. (2013). Single-case intervention research design standards. *Remedial and Special Education*, 34(1), 26-38. <https://doi.org/10.1177/0741932512452794>
- Lee, J., Bryant, D. P., Ok, M. W., & Shin, M. (2020). A systematic review of interventions for algebraic concepts and skills of secondary students with learning disabilities. *Learning Disabilities Research & Practice*, 35(2), 89-99. <https://doi.org/10.1111/ldrp.12217>
- Lee, S. H., Wehmeyer, M. L., & Shogren, K. A. (2015). Effect of instruction with the self-determined learning model of instruction on students with disabilities: A meta-analysis. *Education and Training in Autism and Developmental Disabilities*, 50(2), 237-247. <https://www.jstor.org/stable/24827538>
- Maccini, P., & Hughes, C. A. (1997). Mathematics interventions for adolescents with learning disabilities. *Learning Disabilities Research & Practice*, 12(3), 168-176.
- *Maccini, P., & Hughes, C. A. (2000). Effects of a problem-solving strategy on the introductory algebra performance of secondary students with learning disabilities. *Learning Disabilities Research & Practice*, 15(1), 10-21. http://doi.org/10.1207/SLDRP1501_2
- *Maccini, P., & Ruhl, K. L. (2000). Effects of a graduated instructional sequence on the algebraic subtraction of integers by secondary students with learning disabilities. *Education and Treatment of Children*, 23(4), 465-489. <https://www.jstor.org/stable/42899634>
- *Mancl, D. B., Miller, S. P., & Kennedy, M. (2012). Using the concrete-representational-abstract sequence with integrated strategy instruction to teach subtraction with regrouping to students with learning disabilities. *Learning Disabilities Research & Practice*, 27(4), 152-166. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5826.2012.00363.x>

- Melekoğlu, M. A. (2017). Özel öğrenme güçlüğüne giriş. In M. A. Melekoğlu & O. Çakıroğlu (Eds.), *Özel öğrenme güçlüğü olan çocuklar [Children with specific learning disabilities]* (pp. 15-47). Vize Yayıncılık.
- Mercer, C. D., & Mercer, A. R. (2005). *Teaching students with learning problems* (7th ed). Pearson Education, Inc.
- Mercer, C. D., & Miller, S. P. (1992). Teaching students with learning problems in math to acquire, understand, and apply basic math facts. *Remedial and Special Education*, 13(3), 19-35. <https://doi.org/10.1177/074193259201300303>
- Millî Eğitim Bakanlığı. (2015). *İlkokul matematik dersi 1-4. sınıflar öğretim programı [Elementary math lesson 1-4 grades curriculum]*. Millî Eğitim Bakanlığı Yayınları.
- *Milton, J. H., Flores, M. M., Moore, A. J., Taylor, J. L. J., & Burton, M. E. (2019). Using the concrete representational–abstract sequence to teach conceptual understanding of basic multiplication and division. *Learning Disability Quarterly*, 42(1), 32-45. <https://doi.org/10.1177/0731948718790089>
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., & The PRISMA Group. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The prisma statement. *Annals of Internal Medicine*, 151(4), 264- 269. <http://doi.org/10.7326/0003-4819-151-4-200908180-00135>
- Montague, M. (1992). The effects of cognitive and metacognitive strategy instruction on the mathematical problem solving of middle school students with learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 25(4), 230- 248. <https://doi.org/10.1177/002221949202500404>
- *Morin, V. A., & Miller, S. P. (1998). Teaching multiplication to middle school students with mental retardation. *Education and Treatment of Children*, 21(1), 22-36. <https://www.jstor.org/stable/42899519>
- *Nar, S. (2018). *Zihin yetersizliği olan öğrencilere temel toplama işleminin öğretiminde somut-yarı somut-soyut öğretim stratejisinin etkililiği [The effectiveness of concrete-representational-abstract teaching strategy on basic addition facts skills of students with intellectual disabilities]* (Tez Numarası: 524964) [Yüksek lisans tezi, Anadolu Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. National Council of Teachers of Mathematics.
- No Child Left Behind Act-NCLB 20 U.S.C.A. § 9101 et seq. (2001). <https://www.govinfo.gov/content/pkg/PLAW-107publ110/pdf/PLAW-107publ110.pdf>
- Olkun, S., & Uçar, Z. T. (2009). *İlköğretimde etkinlik temelli matematik öğretimi [Activity-based mathematics teaching in primary education]* (4th ed.). Maya Akademi.
- Özkubat, U., Karabulut, A., & Sert, C. (2022). Öğrenme güçlüğü olan ortaokul öğrencilerine uygulanan matematik problemi çözme müdahaleleri: Kapsamlı alanyazın incelenmesi [Math problem solving interventions for middle school students with learning disabilities: A comprehensive literature review]. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Özel Eğitim Dergisi*, 23(1), 191-218. <https://doi.org/10.21565/ozelegitimdergisi.774650>
- *Özlü, Ö. (2016). *Zihinsel yetersizliği olan öğrencilere çarpma öğretiminde somut-yarı somut-soyut öğretim stratejisinin etkililiği [The effects of concrete-representational-abstract teaching strategy on the multiplication skills of children with intellectual disability]* (Tez Numarası: 418166) [Yüksek lisans tezi, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Özlü, Ö., & Yıkmış, A. (2019). Zihinsel yetersizliği olan öğrencilere çarpma öğretiminde somut-yarı somutsoyut öğretim stratejisinin etkililiği [The effectiveness of concrete-semi-concrete abstract teaching strategy in teaching multiplication to students with intellectual disabilities]. *Kalem Uluslararası Eğitim ve İnsan Bilimleri Dergisi*, 9(16), 195-225. <http://doi.org/10.23863/kalem.2019.125>
- Parker, R. I., & Vannest, K. (2009). An improved effect size for single-case research: Nonoverlap of all pairs. *Behavior Therapy*, 40(4), 357-367. <http://doi.org/10.1016/j.beth.2008.10.006>
- Parker, R. I., Vannest, K. J., Davis, J. L., & Sauber, S. B. (2011). Combining nonoverlap and trend for single case research: Tau-U. *Behavior Therapy*, 42(2), 284-299. <http://doi.org/10.1177/0145445511399147>
- Powell, S. R. (2015). Connecting evidence-based practice with implementation opportunities in special education mathematics preparation. *Intervention in School and Clinic*, 51(2), 90-96. <http://doi.org/10.1177/1053451215579269>

- Rakap, S. (2016). Özel eğitimde bilimsel dayanaklı uygulamalar. In V. Aksoy (Ed.), *Özel eğitim [Special education]* (pp. 181-211). Pegem Akademi.
- Rakap, S., Yücesoy-Özkan, Ş., & Kalkan, S. (2020). Tek-denekli deneysel araştırmalarda etki büyüklüğü hesaplama: Örtüşmeyen veriye dayalı yöntemlerin incelenmesi [Effect size calculations in single-subject experimental studies: Examining methods based on non-overlapping data]. *Türk Psikoloji Dergisi*, 35(85), 40-60. <https://www.psikolog.org.tr/en/publications/yayinlar/10.31828/tpd1300443320181023m000015>
- Reichow, B., Volkmar, F. R., & Cicchetti, D. V. (2008). Development of the evaluative method for evaluating and determining evidence-based practices in autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 38(7), 1311-1319. <http://doi.org/10.1007/s10803-007-0517-7>
- Reid, R., & Lienemann, T. O. (2006). Self-regulated strategy development for students with learning disabilities. *Teacher Education and Special Education*, 29(1), 3-11. <https://doi.org/10.1177/088840640602900102>
- Scheuermann, A. M., Deshler, D. D., & Schumaker, J. B. (2009). The effects of the explicit inquiry routine on the performance of students with learning disabilities on one-variable equations. *Learning Disability Quarterly*, 32(2), 103-120. <https://doi.org/10.2307/27740360>
- Scruggs, T. E., Mastropieri, M. A., Cook, S. B., & Escobar, C. (1986). Early intervention for children with conduct disorders: A quantitative synthesis of single-subject research. *Behavioral Disorders*, 11(4), 260-271. <https://doi.org/10.1177/019874298601100408>
- Sealander, K. A., Johnson, G. R., Lockwood, A. B., & Medina, C. M. (2012). Concrete-semiconcrete-abstract (CSA) instruction. *Assessment for Effective Intervention*, 38(1), 53-65. <http://doi.org/10.1177/1534508412453164>
- Soylu, Y. (2008). İlköğretim birinci kademesinde matematik derslerinde başarıya ulaşmada somut-yarı somut soyut öğretim yönteminin etkisi [The effect of concrete-semi-concrete abstract teaching method on achieving success in mathematics lessons in the first grade of primary education]. *Journal of Qafqaz University*, 1(1), 65-76.
- Strickland, T. K., & Maccini, P. (2012). The effects of the concrete-representational-abstract integration strategy on the ability of students with learning disabilities to multiply linear expressions within area problems. *Remedial and Special Education*, 34(3), 142-153. <https://doi.org/10.1177/0741932512441712>
- *Stroizer, S., Hinton, V., Flores, M., & Terry, L. (2015). An investigation of the effects of CRA instruction and students with autism spectrum disorder. *Education and Training in Autism and Developmental Disabilities*, 50(2), 223-236. <https://www.jstor.org/stable/24827537>
- Şahin, Ö. (2012). *Cebir öğretiminde Somut-Yarı Somut-Soyut öğretim tekniğinin öğrencilerin başarılarına, tutumlarına ve kalıcılığına etkisi [Effect of concrete semi-concret-abstract teaching technique on the learners? Achievement, attitudes and their retention in algebra teaching]* (Tez Numarası: 319671) [Yüksek lisans tezi, Atatürk Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- *Taber, M. R. (2013). *Use of a mathematics word problem strategy to improve achievement for students with mild disabilities* [Unpublished Doctoral Thesis]. Florida Atlantic University.
- Tekin-İftar, E. (2012). Grafik ve grafiksel analiz. In E. Tekin-İftar (Ed.), *Eğitim ve davranış bilimlerinde tek denekli araştırmalar [Single-subject studies in education and behavioral sciences]* (1st ed., pp. 403-443). Türk Psikologlar Derneği Yayınları.
- Terzioğlu, N. K., & Yıkımsı, A. (2018). Otizm spektrum bozukluğu olan öğrencilere temel çıkarma işlemi öğretiminde nokta belirleme tekniğinin etkililiği [The effectiveness of Touch Match technique in teaching basic subtraction to students with autism spectrum disorder]. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Özel Eğitim Dergisi*, 19(1), 1-27. <https://doi.org/10.21565/ozelegitimdersisi.298939>
- *Washing, A. M. (2018). *The effectiveness of the CRA method of instruction and video modelling in teaching subtraction with regrouping to students with moderate disabilities* [Unpublished master's thesis]. Miami University.
- Westling, D. L., & Fox, L. (1995). *Teaching students with severe disabilities*. Prentice Hall/Merill.
- *Yakubova, G., Hughes, E. M., & Shinaberry, M. (2016). Learning with technology: Video modeling with concrete-representational-abstract sequencing for students with autism spectrum disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 46(1), 2349-2362. <https://doi.org/10.1007/s10803-016-2768-7>
- Yücesoy-Özkan, Ş., Rakap, S., & Gülboy, E. (2020). Evaluation of treatment effect estimates in single-case experimental research: Comparison of twelve overlap methods and visual analysis. *British Journal of Special Education*, 47(1), 67-87. <http://doi.org/10.1111/1467-8578.12294>