

PAPER DETAILS

TITLE: Bireysel esitliliğin Var Olduğu, Esitliki ve Kapsayıcı STEM Topluluğu Insa Etmek: zel Gereksinimli Kk ocuklarda STEM ėrenimini Desteklemek

AUTHORS: Emine ERDEN, Mustafa Serdar KOKSAL

PAGES: 455-492

ORIGINAL PDF URL: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/2105464>



Bireysel Çeşitliliğin Var Olduğu, Eşitlikçi ve Kapsayıcı STEM Topluluğu İnşa Etmek: Özel Gereksinimli Küçük Çocuklarda STEM Öğrenimini Desteklemek

Building Diverse, Equitable, and Inclusive STEM Communities: Supporting Young Children with Disabilities in STEM Learning

Emine ERDEN¹, Mustafa Serdar KÖKSAL²

¹Hasan Kalyoncu Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Gaziantep
• eerdenemine@gmail.com • ORCID > 0000-0002-7619-0715

²Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Ankara
• bioeducator@gmail.com • ORCID > 0000-0002-2185-5150

Makale Bilgisi / Article Information

Makale Türü / Article Types: Araştırma Makalesi / Research Article

Geliş Tarihi / Received: 29 Kasım / November 2021

Kabul Tarihi / Accepted: 08 Kasım / November 2022

Yıl / Year: 2022 | **Cilt – Volume:** 41 | **Sayı – Issue:** 2 | **Sayfa / Pages:** 455-492

Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Emine ERDEN

Atıf/Cite as: Erden, E. ve Köksal, M. S. "Bireysel Çeşitliliğin Var Olduğu, Eşitlikçi ve Kapsayıcı STEM Topluluğu İnşa Etmek: Özel Gereksinimli Küçük Çocuklarda STEM Öğrenimini Desteklemek - Building Diverse, Equitable, and Inclusive STEM Communities: Supporting Young Children with Disabilities in STEM Learning" Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, Ondokuz Mayıs University Journal of Faculty of Education, 41(2), December 2022: 455-492.

BİREYSEL ÇEŞİTLİLİĞİN VAR OLDUĞU, EŞİTLİKÇİ VE KAPSAYICI STEM TOPLULUĞU İNŞA ETMEK: ÖZEL GEREKSİNİMLİ KÜÇÜK ÇOCUKLARDA STEM ÖĞRENİMİNİ DESTEKLEMEK

ÖZ:

Son 20 yılda eğitim alanında yapılan reformlar ile bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik (Science, Technology, Engineering, and Mathematics, [STEM]) eğitimi alanlarındaki çalışmaların desteklenmesi önemli bir ivme kazanmıştır ve ilgili düzenlemeler anaokulundan liseye kadar bütün öğrencileri kapsayacak biçimde genişletilmiştir. Ancak sıra özel gereksinimi olan öğrencilerin eğitimine geldiğinde, STEM alanlarındaki eğitim yerine çoğunlukla sosyal beceriler, iletişim becerileri, işlevsel beceriler ve yaşam becerileri odaklı eğitimlere yoğunlaşmıştır. Özel gereksinimli öğrencilerin de akademik eğitim programına bütünüyle katılıp, değerlendirilmeye alınmaları gelişmiş ülkelerde artık yasal bir zorunluluktur. STEM'e ait uygulamaların anasınıflarına kadar indirildiği bir dönemde ilgili temellerin aslında 0-3 yaş arasında atılabileceği savunulmaktadır. Bireysel çeşitliliğin var olduğu, eşitlikçi ve kapsayıcı STEM topluluğu inşa edebilmek için küçük yaştaki özel gereksinimli çocuklar da sürece dâhil edilmeli ve buna yönelik somut uygulamalı adımlar atılarak, ebeveynlerin ve alandaki eğitimcilerin kullanımına sunulacak pratik öneriler verilmelidir. Bu kavramsal çalışmada sunulan örneklerin, ilerde deneysel çalışmalarla test edilerek, alanda çalışan erken müdahale uzmanlarına, özel eğitim öğretmenlerine ve özel gereksinimli küçük çocukları olan ebeveynlere somut öğretim süreci açısından yol gösterici olacağı düşünülmektedir.

Anahtar Sözcükler: Bilimsel Okuryazarlık, Özel Eğitimde Akademik Beceri Öğretimi, STEM, Kaynaştırma Uygulamaları.



BUILDING DIVERSE, EQUITABLE, AND INCLUSIVE STEM COMMUNITIES: SUPPORTING YOUNG CHILDREN WITH DISABILITIES IN STEM LEARNING

ABSTRACT

The number of studies focusing on science, technology, engineering, and mathematics (STEM) has increased and included students from kindergarten to high school along with educational reforms in the last 20 years. However, teaching social-communication and functional skills is still the focus of attention for students with disabilities. In developed countries, it is now mandated for students with dis-

abilities to fully participate and be evaluated in academic programs. Accordingly, in an era where STEM practices are expanded to kindergarten classrooms, it is advocated that STEM foundational skills can be taught to younger children starting at early years of life. For building diversity, equity, and inclusivity in the STEM communities, very young children (0-3 years) with disabilities should also actively be involved in STEM learning process and examples of such implementations with concrete steps to follow should be offered to those parents and professionals in the early intervention field. With this conceptual study, it is intended to help parents of young children with disabilities, early intervention practitioners, special education teachers through provision of practical examples which may later be tested with empirical research.

Keywords: *Scientific Literacy, Teaching Academic Skills in Special Education, STEM, Inclusive Practices.*



GİRİŞ

Son 20 yılda eğitim alanında yapılan fen bilimleri eğitimi reformlarında bilimsel okuryazarlık ihtiyacına odaklanılmıştır. Bu reform kendisini bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik (science, technology, engineering, and mathematics [STEM]) alanlarındaki eğitime yönelik destekler ve programlardaki artış ile belli etmiştir (Holmlund vd., 2018). STEM okuryazarlığı ve yetkinliği artırmaya yönelik uğraşlara rağmen birçok öğrencinin bilimsel kavramları anlamada, kullanmakta ve uygulamada işe yarar bir bilgi birikimine sahip olmadan liseden mezun olduğu görülmüştür (Roseman ve Koppal, 2008). Yaşlıları ile karşılaştırıldıklarında özel gereksinimli öğrencilerin de fen bilimleri ve matematik öğrenmede sınırlılıkları vardır (Carnine ve Carnine, 2004; Lynch vd., 2007; Morgan vd., 2016). Schoenfeld (2004) özel gereksinimli öğrencilerin fen ve matematik gibi akademik beceri öğretiminde tipik gelişim gösteren yaşlılarına göre hep geride bırakıldıklarını ve bu durumun onları hem sosyal hem de ekonomik olarak gelecekte dezavantajlı konumda bırakacağını vurgulamıştır. Hâlbuki yeni dünya düzeninin ekonomik anlayışı içinde rekabet edebilmek için gereken eleştirel düşünce, takım çalışmasına yatkınlık, yaratıcılık, problem çözme, liderlik gibi becerileri STEM okur-yazarlığı kazandırabilir (Breiner vd., 2012; Buck Enstitüsü, 2018). Bu yüzden özel gereksinimli bireylere de STEM odaklı eğitimler verilmelidir (Güneybatı Bölgesel STEM Ağı [Southwest Regional STEM Network], 2009).

Ulusal Engellilik Konseyi [National Council on Disability (NCoD)] (2017) K-12 örgün eğitimdeki özel gereksinimli öğrencilerin gelecekte işgücüne katılabilir beceri ve donanımına sahip olmadıklarını ve bu doğrultuda hazırlanmadıkları-

rını söylemiştir. Özel gereksinimli öğrencilerde sosyal (Alptekin, 2012; Kasari vd., 2012; Marshall vd., 2016; Pektaş, 2019; Schertz vd., 2013) ve yaşamsal (örneğin, öz bakım becerileri) beceriler (Boutain vd., 2020; Demirel, 2008; Şabanova ve Cavkaytar, 2007) ile ilgili çalışmalar var olsa da akademik beceri (matematik, fen, teknoloji gibi) öğretimi ile ilgili çalışmalar yeni oluşmaya başlamıştır (Balçın ve Yıldırım, 2021; Barnett vd., 2018; Greene ve Bethune, 2019; Knight vd., 2018; Wood vd., 2020). Hâlbuki engelli öğrencilerin de gelecekte üretken, meslek sahibi kişiler olabilmeleri için eleştirel düşünme, problem çözme ve karar verebilme becerilerinin geliştirilmesi gerekmektedir (Ulusal Araştırma Konseyi [National Research Council], 1996). Ulusal Araştırma Konseyinin 90'lı yılların ortasından beri vurguladığı nokta oldukça dikkat çekicidir: 'Yaş, cinsiyet, kültürel geçmiş ve etnik köken, engellilik durumu, bilime yönelim, ilgi, ve motivasyon durumu fark etmeksizin STEM okuryazarlık düzeyi desteklenmelidir' (NRC, 1996, s.2). Bu noktadan yola çıkılarak STEM eğitimi ve ilgili öğretim süreçlerinde hedef yaş grubu, sadece olağan gelişim gösteren anaokulu öğrencileri ile sınırlandırılmamalıdır. Daha da aşağıya inilerek 0-3 yaş erken çocukluk döneminden itibaren özel gereksinimli küçük çocuklar için, geniş kapsamlı desteğe de ihtiyaç duyuyor olsalar bile bilimsel okuryazarlığın, dolayısıyla STEM okur-yazarlığının temelleri atılmaya başlanmalıdır.

Bu doğrultuda hazırlanan mevcut kavramsal çalışmanın amacı erken müdahale uzmanlarına, özel eğitim öğretmenlerine ve özel gereksinimli küçük çocuğu olan ebeveynlere STEM temellerini atabilecekleri adımları açıklamak ve ilgili pratik örnekleri sunmaktır. Aşağıda ayrıntıları verilen bu çalışma üç ana kısımdan oluşmaktadır. Birinci kısımda özel gereksinimli öğrenciler için STEM uygulamalarının yasal dayanakları tartışılmıştır. İkinci kısımda bireysel çeşitliliğin var olduğu, eşitlikçi ve kapsayıcı STEM eğitimi açıklanmış ve okul öncesi dönemde Türkiye'de yapılmış ilgili çalışmalara yer verilmiştir. Üçüncü kısımda özel gereksinimli 0-36 aylık çocuklar için STEM uygulama adımları açıklandıktan sonra örnekler vinyetler biçiminde verilmiştir. Sunulan örneklerin ileride etkinliğini test edecek deneysel çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

STEM UYGULAMALARININ YASAL GEREKLİLİĞİ

Amerika Birleşik Devletleri'nde Engelli Bireylerin Eğitimi Yasası (Individuals with Disabilities Education Act [IDEA], 2004) ve Hiçbir Çocuk Geride Bırakılmasın (No Child Left Behind Act [NCLB], 2001) yasası, özel gereksinimli öğrencilerin de olağan gelişim gösteren akranları gibi aynı öğrenme olanaklarına sahip olması ve yaşlıları gibi yüksek standartlar konularak genel eğitim programına erişimlerinin ve katılımlarının sağlanması gerektiğini ifade etmişlerdir. Engelli Bireylerin Eğitimi Yasası (2004) aynı zamanda özel gereksinimli öğrencilerin bulundukları bölge ve eyalet sınavlarına girmelerini ve değerlendirilmeye katılmalarını da zorunlu tutmuştur (Jimenez vd., 2014). Özel eğitime yönelik federal mevzuattaki

bu zorunluluk özel eğitim hizmetlerinin orta ve şiddetli zihinsel yetersizliği olan öğrenciler için sınırlandırılmış ortamlarda öz-bakım ve yaşam becerilerinin ötesine geçilmesi gerektiği fikrini beraberinde getirmiştir (Downing ve MacFarland, 2010). Böylece dil, matematik, fen bilimleri eğitimi gibi akademik beceri öğretimleri de özel eğitim öğretmenlerinin önemli gündemleri arasına girmiştir.

Her Çocuğun Başarması Yasası (Every Student Succeeds Act [ESSA], 2015) eğitim olanaklarının tüm öğrenciler için genişletilmesini vurgulamıştır. Buna göre engellilik durumu fark etmeksizin bütün öğrencilerin yüksek akademik standartlarda, onları üniversiteye ve gelecekteki kariyerlerine hazırlayacak bir eğitim görmesi zorunlu tutulmuştur. Bu kanunda özellikle dezavantajlı ve geniş kapsamlı desteğe ihtiyaç duyan öğrencilerin eyalet sınavlarında yüksek başarılar gösterebilmeleri için gerekli bilgiye sahip olmalarının altı çizilmiş ve buna yönelik eğitim olanaklarının sağlanması vurgulanmıştır. Örneğin, alternatif değerlendirme her bir öğrencinin hakkı olmuştur. Bilgi ve öğrenim seviyesi ölçümleri yapılırken öğrenciler sadece yazılı ve sözlü sınav ile sınırlandırılmamıştır. Dolayısıyla Amerika Birleşik Devletleri'nde özel gereksinimi olan öğrenciler hem yerel hem de eyalet genelindeki sınavlarda yardımcı ve destekleyici teknolojiler kullanarak bilgi birikimlerini ifade etme hakkına sahip olmuşlardır.

Ülkemizde ise Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı, Strateji ve Bütçe Başkanlığı tarafından yayınlanan 11. Kalkınma Planı Madde 33'de (2019-2023) değişen eğitim yaklaşımları kapsamında fen bilimleri, teknoloji, mühendislik, matematik disiplinlerinin öne çıkarılmasının vurgusu yapılmıştır. Aynı kalkınma planında Madde 547'de tüm bireylerin kapsayıcı ve nitelikli bir eğitime ve hayat boyu öğrenme imkânlarına erişiminin sağlanmasının altı çizilmiştir. Buna göre sadece olağan gelişim gösteren bireylerin değil, özel eğitime gereksinim duyan bireylerin de altı çizilen eğitimlerden istifade edebilmesi için beşerî ve fiziki imkânların güçlendirilmesinden bahsedilmiştir. Böylelikle özel gereksinimli öğrencilerin sosyal iletişim ve yaşam becerileri odaklı eğitimlerinin yanı sıra akademik eğitim programlarından da istifade edebilmelerinin önü açılmıştır. 11. Kalkınma Planını Madde 548'de (2019-2023) her ne kadar zorunlu eğitim yaşı 5 yaş olarak ifade edilse de planda bahsi geçen esnek erken çocukluk dönemi programları aracılığıyla daha küçük yaştaki özel gereksinimli çocuklar için de fen bilimleri, teknoloji, mühendislik ve matematik odaklı akademik eğitimler başlatılabilir. Böylece zorunlu eğitim yaşına kadar ertelenmeden bu disiplinlere ait temeller atılabilir.

Millî Eğitim Bakanlığı (MEB, 2018) tarafından yayınlanan Fen Bilimleri Öğretim Programında ise doğrudan STEM sözcüğü geçmese de Türkiye Yeterlilikler Çerçevesinde (TYÇ) sekiz yetkinlik alanı belirlenmiştir. Örneğin, matematiksel yetkinlik, bilim ve teknolojide temel yetkinlikler, dijital yetkinlikler kapsamında yirmi birinci yüzyılda bilgiyi üreten ve ürettiği bu bilgiyi hayatta işlevsel olarak kullanabilen, eleştirel düşünüp problem çözebilen, içinde yaşadığı topluma ve kül-

türe katkı sağlayabilir bireyler hedeflenmiştir (MEB, 2018). Programın ölçme ve değerlendirme kısmında bireysel farklılıklar ve çeşitliliğin ölçme ve değerlendirilmede esas tutulması gerekliliği vurgulanmıştır. Dolayısıyla matematik, fen bilimleri ve teknoloji yeterlilikleri sağlanırken olağan gelişim gösteren öğrencilerin yanı sıra özel gereksinimli bireylerin ihtiyaçlarına göre de öğretimde uyarlamalar ve değişiklikler yapabilmek hakkı doğmaktadır.

Yukarıda belirtilen yasal düzenlemelerdeki gelişmelere rağmen ağır engelli ve kapsamlı desteğe ihtiyaç duyan bireylerin hâlâ genel eğitim sınıflarından ayrıştılarak genel eğitim programından uzakta, yaşam becerilerine ait eğitimlerle gününü geçirmekte oldukları gözlemlenmiştir (Kruth vd., 2019). Orta ve ağır engelli öğrencilerin çoğunlukla sosyal iletişim ve yaşam becerileri odaklı eğitimlere maruz kaldığı, genel eğitim programına erişip akademik beceri eğitiminden yeterince faydalanmadığı alanyazında tartışılmaktadır (Balçın ve Yıldırım, 2021). Mevcut bu durum Milli Eğitim Temel Kanunu'nda belirtilen Türk Milli Eğitiminin temel ilkelerinden "fırsat ve imkân eşitliği" ilkesine ters düşmekte ve "özel eğitime ve korunmaya muhtaç çocukları yetiştirmek için özel tedbirler alınır" ibaresi ile de çelişmektedir. Konuyla ilgili yapılabilecek iyileştirme hareketlerine ülkemizdeki zorunlu eğitim yaşına (5 yaş) kadar beklenilmeden daha küçük yaş gruplarındaki özel gereksinimli çocuklardan başlanabilir.

BİREYSEL ÇEŞİTLİLİĞİN VAR OLDUĞU, EŞİTLİKÇİ VE KAPSAYICI STEM EĞİTİMİ

STEM eğitimi 21.yüzyılda dünyadaki birçok ülkede popülerliğini artırarak yaygınlaşmaktadır (Garrett, 2008; Jang, 2016; Ulusal Bilim, Mühendislik ve Tıp Akademileri [The National Academies of Sciences, Engineering and Medicine], 2018). Bununla birlikte, küresel çapta gözlemleyebildiğimiz, ülkelerin yeni dünya düzeninde yer alabilme çabaları ve rekabet, hızla artan göçlerle birlikte değişen toplumsal yapı ve sınıf ortamlarında giderek artan çeşitlilik (sosyo-ekonomik durum, dil, kültür, engellilik durumu, yeteneklerdeki, bilişsel seviyedeki ve öğrenme biçimlerindeki farklılıklar gibi) gibi etmenler çeşitliliğin var olduğu, eşitlikçi ve kapsayıcı STEM eğitimi de beraberinde getirmiştir (Şardağ vd., 2020). Örneğin, ABD'de 2018 yılında Ulusal Bilim ve Teknoloji Konseyi (National Science and Technology Council) tarafından yayınlanan STEM eğitimi komitesinin raporunda çeşitliliğin var olduğu, eşitlikçi ve kapsayıcı STEM eğitimi ayrı bir başlık altında vurgulanmıştır. Raporda 'bulundukları coğrafya, ırk, etnik köken, sosyo-ekonomik durum, gazilik durumu, ebeveynlerin eğitim durumu, engellilik durumu, öğrenmedeki sınırlılıklar ve diğer toplumsal kimlikler farketmeksizin bütün Amerikalılar STEM becerileri ve yöntemlerinde iyi olma şansını hem bireysel başarıları hem de ABD'nin rekabeti için hak ederler'(s. 6) şeklinde bir vurgulama sözkonusudur. Yayınlanan bu rapora göre her seviyedeki STEM uygulamaları

kapsayıcı ve eşitlikçi değerleri bünyesinde bulundurmali ve her türlü ayrımcılığa karşı olmalıdır. Bireysel çeşitliliğin var olduğu ve kapsayıcı STEM eğitiminde üç önemli husus vardır: Sorgulamaya dayalı öğrenme, bağlamın rolü ve kültürel değerler (Şardağ vd., 2020). Bunlardan ilki olan sorgulamaya dayalı öğrenmede yapılandırılmamış problem üzerinden sorgulama yapmak için öğrenciler kendi yeterlilik düzeylerinde çalışırlar. Öğrenci hipotez kurar ve denemeler yapar. Sonra çözümlemeler ve değerlendirmeler yapar. Kendisi dışında takım arkadaşları ile iletişim kurar. Bu aşamada fen, matematik, mühendislik gibi kavramlara sadece öğretmen aracılığı ile maruz kalmaz, aksine takım arkadaşları ile birlikte etkin bir rol alarak, bire bir tecrübe edip tasarlayarak kendi öğrenimi için daha fazla sorumluluk alır (ABD-Ulusal Bilim, Mühendislik ve Tıp Akademileri, 2018). Sorgulamaya dayalı öğrenim yaparken bağlamın rolü de çok büyüktür. Fen, mühendislik ve matematik gerçek yaşam bağamları içinde ele alınır. Son olarak kapsayıcı STEM eğitimi çok kültürlü bir yaklaşımı benimser ve farklılıklara (örneğin, etnik köken, din, dil, engellilik durumu, sosyo-ekonomik durum gibi) saygı göstermeyi esas tutar (Leibnitz vd., 2022). Böyle bir anlayış öğrencilerin benlik saygısını oluşturduğu gibi kendilerine bezmeyemeyenlerle (olağan gelişim göstermemek ve özel gereksinimli olmak gibi) bir arada olabilmek, çalışabilmek ve üretebilmek olanaklarını beraberinde getirebilir.

Eşitlikçi STEM eğitimi ise sosyal adalet olarak tanımlanabilir (Eşitlikçi Ortaklık için Ulusal İttifak, [The National Alliance for Partnerships in Equity], 2020)). STEM eğitimi olanaklarına erişim ve katılım sadece belli bir kesim (olağan gelişim gösteren, zorunlu okul çağında olup, resmi/özel okullara erişimi olan, sosyo-ekonomik durumu yüksek olan gibi) için olmamalıdır. Eşitlikçi bir STEM eğitiminde, tüm dezavantajlı gruplar (sosyo-ekonomik durumu düşük olanlar, göçmenler, örgün eğitime erişimi sınırlı olanlar, özel gereksinimi sebebiyle evde eğitim görmek durumunda olanlar gibi) temsil edilmelidir (Barton ve Tan, 2018; Holmes, 2016; Morrell ve Parker, 2013). Kısaca eşitlikçi STEM eğitimi ayrı ayrı her bir bireyin ve bütün olarak herkesin erişebilmesi ve katılmasıdır (Jackson vd., 2021). STEM disiplinlerinin çeşitliliğin var olduğu, eşitlikçi ve kapsayıcı seviyeye ulaşması savunulmaktadır (Lerback vd., 2022). Ancak mevcut STEM eğitiminin hâlâ istenilen düzeyde olmadığı, farklılıkları yeterince kapsamadığı ve küresel çapta ayrımcı değerler oluşturduğu ileri sürülmüştür (Hughes, 2018; McGee, 2020; Riley vd., 2014). Ayrımcı unsurlar (çoğunlukla Beyaz Amerikalı erkeklerin ve sosyo-ekonomik durumu iyi olanların STEM eğitimine erişebilmesi gibi), herkesi kapsayan bir STEM topluluğu oluşturmanın önündeki engeller olarak belirtilmiştir (Metcalf vd., 2018). Örneğin, erken çocukluk döneminde belirli etnik kökenden (Meksikalı, Afro-Amerikan gibi) gelen küçük çocukların STEM öğrenme olanaklarından yeterince yararlanamadığı tespit edilmiştir (Fuller vd., 2021). Benzer şekilde özel gereksinimli bireyler de STEM eğitimine yeterince erişememektedir (Wells ve Kommers, 2022). Hâlbuki STEM eğitim süreci kapsayıcı eylemler içermelidir, bu süreçte kül-

türel farklılıklara (ırk, etkin köken, sosyo-ekonomik durum, yaş, engellilik durumu gibi) saygılı, bireysel çeşitliliğin olduğu ve herkesi kucaklayan eşitlikçi bir kafa yapısıyla hareket edilmelidir (Leibnitz vd., 2022). Bunu gerçekleştirmek için atılabilecek adımlardan biri STEM eğitimlerini erken yaşlarda başlatmak olabilir.

OKUL ÖNCESİ DÖNEMDE TÜRKİYE'DEKİ STEM UYGULAMALARI

Okul öncesi dönemde uygulanan STEM projeleri ile ilgili ülkemizde sınırlı sayıda çalışma vardır. Bu doğrultuda ilgili alan yazına bakıldığında Uğraş (2017) okul öncesi öğretmenlerinin STEM ile ilgili düşüncelerini incelediği çalışma göze çarpmaktadır. Araştırmaya katılan öğretmenlerin %78'i çocukların gelişimi için STEM eğitiminin önemli olduğunu düşündükleri halde %57'si bu hususta eğitim almadıklarını ve mevcut araç-gereç eksikliği sebebiyle sınıflarda STEM uygulanabilirliğini mümkün görmediklerini söylemişlerdir. Ancak özel gereksinimli çocuklar için STEM ve uygulanması hakkında herhangi bir görüş belirtilmemiştir. Başka bir çalışmada Uğraş ve Genç (2018) 35 okul öncesi öğretmen adayının STEM uygulamasına dair görüşlerini incelemiştir. Katılan tüm öğretmen adayları lisans programlarında STEM'e ait uygulamalı derslere yer verilmesi ve bunun için disiplinlerarası iş birliği olması gerektiğini vurgulamışlardır. Önceki çalışma ile benzer bir şekilde, STEM uygulamalarında özel gereksinimli çocukların yeri hakkında herhangi bir görüş belirtilmemiştir. Bireysel çeşitliliği vurgulayan, eşitlikçi ve kapsayıcı STEM uygulamaları hazırlayabilmek için özel gereksinimli küçük çocukların da hedeflendiği çalışmalara ihtiyaç vardır.

Okul öncesi öğretmenlerinin STEM uygulayabilmesine yönelik başka bir çalışmada Çakır ve meslektaşları (2019) öğretmen adaylarına 14 hafta boyunca Montessori yaklaşımı temelli STEM eğitimi vermişlerdir. Gerekli teorik bilgi verildikten sonra STEM etkinliklerine ve uygulamalarına ağırlık verilmiştir. Öğretmen adaylarının öğretmenlik uygulamalarında kullanabilecekleri etkinlikler günlük yaşamda rahatlıkla bulunabilecek malzemelerden ve robotik-kodlama legolarıyla oluşturulmuştur. Uzmanlar rehberliğinde yürütülen bu etkinliklerin sonunda öğretmenler yeni fikirler üretebildiklerini ve yaratıcı düşünce becerilerini geliştirdiklerini vurgulamışlardır. Ancak uygulanan etkinliklerde özel gereksinimi olan öğrenciler için olası uyarlamalar ve değişiklikler söz konusu olmamıştır. Çiftçi ve Topçu'nun (2021) okul öncesi öğretmen adaylarının STEM eğitime yönelik zihinsel modellerini ve görüşlerini incelediği çalışmada, okul öncesinde fen eğitimi dersi kapsamında STEM eğitimi verilmiştir. STEM'e yönelik teorik bilgi verildikten sonra STEM etkinliklerinin gerçekleştirilmesine yönelik uygulamalı örnekler sunulmuştur. Sonrasında öğretmen adaylarından kendi STEM etkinliklerini geliştirme ve sınıf ortamında uygulaması istenmiştir. Uygulamalar sonunda öğretmen adayları STEM'in yaratıcılığı artırdığını, öğrencilere aktif bir rol verdiğini, çok yönlü değerlendirmeyi desteklediğini, problem çözme odaklı olduğunu söylemiş-

ler ancak özel gereksinimli öğrenciler için herhangi bir görüş belirtmemişlerdir.

Ülkemizde kapsayıcı STEM uygulamalarına yönelik projeler de hazırlanmıştır. Bu konuda 'STEM AKADEMİZMİR' (2018) projesi ile okul öncesi dönemdeki öğrencilerin yirmibirinci yüzyıl becerileri kazanmaları hedeflenmiştir. Etkili iletişim kurup iş birliği içerisinde çalışabilen, kültürel farklılıklara saygı duyan, eleştirel düşünebilen, problem çözüp üretebilen ve rekabet edebilen nesiller yetiştirmek amaçlanmıştır. Buna göre hazırlanan okul öncesi eğitim programındaki etkinlik planlarının biçimine, mühendislik tasarımının lise STEM derslerine uyarlanması modelindeki aşamalar (problemi farketme, çözüm üretme, planlama-çizme, ürün oluşturma, ürünü test etme-geliştirme) eklenmiştir (Hynes vd., 2011). Kullanılan etkinlik planlarında özel gereksinimli öğrenciler için uyarlamalar kısmı oluşturulmuştur. Bu kısımlarda etkinlikte veya grup çalışmalarında özel gereksinimli öğrenciler için öğretim materyallerinde ve sürecinde gerekli uyarlamalar veya basitleştirmeler yapılır gibi ifadeler kullanılmış ancak somut olarak okul öncesi öğretmenlerinin hangi uyarlamaları ve basitleştirmeleri nerede ve nasıl yapacakları hakkında herhangi bir açıklama yapılmamıştır.

Yukarıda bahsi geçen çalışmalarda okul öncesi eğitim çağındaki özel gereksinimli çocuklar için okul öncesi öğretmenlerin neler yapabileceğine ve STEM uygulamalarında ne gibi somut adımların atılabileceğine dair verilere rastlanılmamıştır. Bu durum ülkemizdeki okul öncesi dönemde özel gereksinimli çocukların STEM eğitimine erişimi ve katılımı noktasında sınırlılıklar yaşadığının bir göstergesi olabilir. Benzer bir şekilde ABD'de Eğitim Bakanlığının insan haklarından sorumlu ofisinin yayınladığı rapora göre zorunlu okul çağındaki özel gereksinimli çocukların STEM olanaklarından yeterince yararlanamadıkları belirtilmiştir (CRDC, 2020).

Daha küçük yaşlar için, örneğin 0-36 aylık erken çocukluk özel eğitim öğretim programı katı bir disiplin anlayışından uzaklaşıp ilerleyici bir felsefe ile bireysel farklılıkları gözetken, aktif öğrenim yaklaşımını benimseyen şekilde hazırlanmıştır (MEB, 2018). Bu programda kapsayıcı STEM kavramı doğrudan belirtilmemiştir ancak programın içerisinde belirlenen 8 gelişim alanında STEM'in temel kavramlarını vurgulayan noktalar vardır. Örneğin, bilişsel gelişim alanında görsel/uzamsal ilişkiler, nesnelerin sürekliliği, neden-sonuç ilişkileri gibi hususların altı çizilmiştir ve ilgili kazanımlar üçer aylık gruplandırmalar ile yazılmıştır. Ancak STEM'in sistemi ve bilinçli bir biçimde nasıl uygulanacağına dair herhangi bir açıklamaya yer verilmemiştir. Hâlbuki bebeklik döneminden itibaren STEM öğretimine başlanabilir (Uhlenberg ve Geiken, 2021; McClure vd., 2017; Wang ve Feigenson, 2019). İşte bu makalede 0-36 aylık özel gereksinimli küçük çocuklarda STEM temellerinin nasıl atılacağına dair adımlar aşağıda tartışılmış ve sonrasında ilgili örnekler vinyetler biçiminde verilmiştir.

ÖZEL GEREKSİNİMLİ KÜÇÜK ÇOCUKLARDA STEM UYGULAMALARI

Öğretmenlerin bir şeyi bilinçli ve amaçlı olarak öğretmesi çocukları gereksiz yere zorlamasının önüne geçebilir, böylelikle öğretmenler çocukların gelişim seviyelerine uygun bilgi ve becerileri, çevrede ve öğretimde çocuklar için gerekli uyarlamaları ve değişimleri yaparak öğretebilirler (Hardy ve Hemmeter, 2020). STEM temel becerilerini özel gereksinimli öğrencilere kazandırmaya çalışırken de benzer bir durum söz konusudur. Aşağıda STEM temel becerilerini kazandırabilmede yetişkinlerin izleyebilecekleri adımlar Campbell ve meslektaşlarının (2012) özel gereksinimli küçük çocuklarda STEM öğrenimi bakış açısıyla sunulmuştur.

Rutinleri, Etkinlikleri ve Geçişleri Kullanmak (Adım 1)

Özel gereksinimli 36 aydan küçük çocuklarda STEM temel kavram öğretimleri yapabilmek için sınırlandırılmış ortamlar (örneğin, terapi odaları, klinik ortamlar) yerine, çocuğun günlük yaşamının doğal bir parçası haline gelmiş zeminler kullanılmalıdır. Çünkü özel gereksinimli küçük çocukların hem evde hem de diğer sosyal ortamlarda günlük hayatlarını oluşturan etkinliklere, rutinelere ve geçişlere erişimi ve etkin katılımı onların sosyal, duygusal, dil, bilişsel ve fiziksel gelişimi için çok önemlidir (Campbell vd., 2008). Gün içinde doğal bağlamlarda hâlihazırda var olan etkinlikleri, rutinleri, ve geçişleri kullanmak veya bütün hepsini oluşturmak, özel gereksinimli küçük çocuklarda öğrenmeyi kolaylaştırabilir (Cooks vd., 2018). Örneğin, ilgili araştırmalarda özel gereksinimi olan öğrencilerin sınıftaki etkinliklere katıldığında hem akademik içeriği öğrenebildikleri (Courtade vd., 2010; Cushing vd., 2005) hem de sınıfın kıymetli bir üyesi olarak kabul edildikleri bulunmuştur (Meyer ve Ostrosky, 2016). Farklı rutin, etkinlikler ve geçişlerle tekrar etmek öğrenim kalıcılığı ve genelleylebilme olanağı sağlamanın yanısıra özel gereksinimli öğrencilerin akranları ile iletişime geçip arkadaşlık kurabilmelerine olanak sağlamıştır (Meyer ve Ostrosky, 2016). Dolayısıyla özel gereksinimli üç yaşından küçük çocuklar için STEM temel kavram öğretimleri için doğal zeminler (rutinler, etkinlikler ve geçişler gibi) oluşturulmalıdır.

Gömülü Öğretim Yapmak (Adım 2)

Doğal bağlamlarda oluşan etkinlikler, rutinler ve geçişlerin içine STEM öğrenimi için gerekli olan temel kavramları gömmek daha etkili olacaktır. Çünkü gömülü öğretim küçük çocuğun ilgisini ve motivasyonunu dikkate alır, hem çevresi ile hem de etrafındaki insanlarla etkileşimine olanak sağlar (McWilliam vd., 2003; Rakap, 2017). Özel gereksinimli küçük çocukların beceri öğretimlerini gömülü öğretim yoluyla öğrendiklerinde bu becerileri farklı insanlara, farklı ortam ve materyallere geneyebildikleri ve öğrenimlerinin daha uzun süre kalıcı oldukları tespit edilmiştir

(Rakap ve Parlak-Rakap, 2011). Bu sebeple STEM'e ait temel becerilerin (duyusal motor becerileri, bilişsel beceriler, nesnenin sürekliliği, sebep-sonuç ilişkileri, uzamsal farkındalık gibi) gömülü öğretim sürecine dahil edilmesi öğrenimin genellenebilirliğini ve kalıcılığını artırabilir.

Adaptasyonlar Yapmak (Adım 3)^[1]

Mevcut şartlar özel gereksinimli küçük çocukların öğrenme olanaklarına erişim ve katılımlarını sınırlandırabilir. Çevrede, kullanılan materyallerde/ malzemelerde ve öğretimde gerekli adaptasyonlar (uyarlamalar [accommodations] ve değişiklikler [modifications]) yapılarak bu sınırlamalar en aza indirilebilir veya tamamen kaldırılabilir (Campbell vd., 2008; Campbell vd., 2012; Milbourne ve Campbell, 2007). Yapılan her bir adaptasyonun amacını iyi anlamak gereklidir çünkü tüm adaptasyonların amacı özel gereksinimli küçük çocukların mümkün olduğunca bağımsız olarak sınıf materyallerine/malzemelerine, etkinliklerine, öğretime ve çevrelerine erişimini kolaylaştırmaktır (Cook vd., 2018). Campbell ve Milbourne (2007) göre yapılan adaptasyonlarda (uyarlamalarda ve değişikliklerde) süreklilik esastır. Yani bir kez uygulanıp bırakılmamalı, uygulanan adaptasyonların sonuçları dikkatle takip edilmeli ve gerekli görülen yerlerde ilgili düzenlemeler çocuğun bireysel ihtiyaçlarına göre yapılmalıdır.

Adaptasyonlar sırasıyla çevrede, materyal/malzemelerde ve öğretimde adaptasyonlar olmak üzere üç aşamada gerçekleştirilmelidir (Campbell vd., 2012). Bu aşamalar Farklı Çocuklar Konseyinin [Council for Exceptional Children (CEC)] alt birimi olan Erken Çocukluk Birimi [Division of Early Childhood (DEC), 2014]'nin tavsiye edilen kanıt tabanlı uygulamalarıyla da ortaya konulmuştur. Üç aşamada da STEM öğrenimini kolaylaştırmak için yetişkin, özel gereksinimli çocuğa nasıl destek olabileceğine ve zamanla bu desteği azaltarak çocuğun tam bağımsız olabilesine odaklanmaktadır. İlk olarak, çevredeki adaptasyonlar, ortamdaki (ev, sınıf gibi) bariyerleri kaldırmak ve görsel destek sağlamak olarak tanımlanabilir. Bu doğrultuda resimli (gerçek sınıf/ev fotoğrafları da kullanılabilir) günlük ve haftalık çizelgeler, sınıf oturma planında ayarlamalar (büyük grup etkinliklerinde çocuğun oturacağı yeri renkli bantlarla belirginleştirmek gibi), tekerlekli sandalye kullanan öğrenci için sınıf girişindeki dolapların yerlerini değiştirmek, alçak ve kapaksız raf kullanımı gibi örnekler verilebilir.

Adaptasyonlar yapmakta ikinci aşama materyal/malzemelerde adaptasyonlardır. Sınıftaki veya evdeki materyallerin, yardımcı teknolojik cihazların, oyuncakların yerlerinde uyarlamalar ve değişiklikler yapmak olarak tanımlanabilir. Çocuğun ses çıkaran yardımcı teknolojik cihazı kullanabilmesi için büyütülmüş, parmağıyla

[1] Adaptasyonlar yaş, engel grubu ve bireysel ihtiyaçlara göre değişen çok geniş kapsamlı bir konudur. Bu makalede bahsi geçen grup için yapılabilecek adaptasyonlar hakkında ayrıntılı bilgi için bakınız: Campbell ve meslektaşları (2012) ve <https://stemie.fpg.unc.edu/resources-landing-page>.

değil eliyle kontrol edebileceği tuşlar hazırlamak, çocuğun rahatlıkla kaşıkla yiyeceği alabilmesi için derin tabak ve kaseler kullanmak, çocuk inşa ederken yaptığı-
nın devrilmesini önlemek için mıknatıslı legolar kullanmak gibi örnekler verilebi-
lir. Üçüncüsü ise öğretimde adaptasyonlar yapmaktır. Bu ise öğrenim olanaklarına
tam erişimi sağlayabilmek için öğretimde yapılan uyarlamalar ve değişikliklerdir.
Model olma, bekleme süreli öğretim, doğal pekiştireçler ve destek olma (scaffol-
ding) gibi örnekler verilebilir. Böylece özel gereksinimli küçük çocuklara STEM
temel beceri öğretimleri yapabilmek için olanaklar sağlanabilir.

Rehberlik Etmek ve Kolaylaştırmak (Adım 4)

Campbell ve meslektaşları (2012) STEM temel becerilerini kazandırabilmek için bu adımda yetişkinlerin yapacaklarını sırasıyla betimleme yapmak, STEM ke-
limeleri kullanmak ve çocuğa sorular sormak/problemler sunmak olarak açıkla-
mışlardır. Öncelikle yetişkin, küçük çocuğun yaptıklarını betimlemelidir çünkü bu
yaş grubundaki çocuklar neyi bildiklerini, neyi öğrendiklerini, neyi tecrübe ettik-
lerini konuşarak çok iyi ifade edemeyebilirler (Stewart, 2010). Bazı çocukların ise
gelişimlerinde gerilik olabilir, belirgin bir engeli olabilir (bilişsel engellilik, serebral
palsi gibi) veya hareketleri çok sınırlı olabilir, dolayısıyla dil gelişimleri etkilenebi-
lir (Johansson, 1994). Bu çocuklar ne öğrendiklerini açıkça gösteremeyebilecekleri
için yetişkinler (eğitimciler, uzmanlar, ebeveynler) sundukları konuları özel gerek-
sinimli küçük çocuklara betimlediklerinden emin olmalılardır.

İkinci sırada, yetişkinin (eğitimciler, uzmanlar, ebeveynler) STEM kelimeleri hakkında bilgi sahibi olması ve etkinlik öncesinde, sırasında ve sonrasında istik-
rarla bu kelimeleri kullanması gelmektedir. Çünkü çocuklar STEM kelimelerini
sıklıkla duydukça anlamını daha iyi anlayacaklar ve bir süre sonra kendileri de
kullanmaya başlayacaklardır. Örneğin, su ile ilgili bir etkinlik yapılacak ise yetiş-
kinden bu konuda STEM kelime dağarcığı oluşturması beklenir. Son olarak, çocu-
ğun o andaki deneyimi ile ilgili yetişkinin anlamlı sorular sorması gereklidir. Bu
soruların hedefinde çocuğu düşünmeye sevk etmek ve olası problemlere çözümler
üretmesini teşvik etmek vardır. Çünkü STEM öğretiminde çocuklara bilgiyi oto-
riteden dinleyip olduğu gibi kabul eden edilgen bir rol değil, sorgulayan düşünen
ve sorunlara çözüm üretmek kendi öğrenim sürecinde etkin var olabilen bire bir
katılımcı roller biçilir.

ÖRNEKLERLE ÖZEL GEREKSİMLİ KÜÇÜK ÇOCUKLARDA STEM TEMELLERİ ATMAK

36 aydan küçük özel gereksinimli çocuklarda da STEM temelleri atılabileceği
yukarıda bahsi geçen dört adımla (Campbell vd., 2012) açıklanmıştır. Bu adımlar
iki örnek ile görselleştirilmeye çalışılmış ve vinyetler şeklinde verilmiştir.

Örnek 1 (Batma-Yüzme Odaklı)

Mehmet 23 aylık otizm risk grubunda, su ile oynamayı çok seviyor, elleri ile suya dokunabiliyor ancak elbiseleri ıslandığında ağlamaya başlıyor. Mehmet'in bu ilgisinden yola çıkarak annesi Ezgi evlerinin balkonunda STEM'e ait becerilerin temellerini atabilmek için batma-yüzme odaklı bir etkinlik yapmaya karar verdi. Ezgi, etkinlik için gerekli malzemeleri (100 cm'lik leğen, 10 cm'lik plastik ve demir çubuklar ve 10 cm'lik plastik levha) balkona getirdi. Mehmet'in kıyafetlerinin (şort ve kısa kollu tişört) ıslanmaması için ona şeffaf bir önlük giydirdi. Leğeni su ile doldurdu, plastik çubuklardan birini suya attı ve Mehmet'e dönerek: 'Plastik çubuk suda yüzüyor.' dedi. Mehmet yerdeki plastik çubuklardan birini alıp suya attı. Plastik çubuğu suda yüzdürmeye başladı. Annesi tekrar: 'Plastik çubuk suda yüzüyor.' dedi ve 3-5 saniye bekledikten sonra ekledi: 'Mehmet çubuk suda ne yapıyor?' Mehmet annesine bakarak: 'Yüz yüz' dedi ve çubuğu suyun içinde ileri geri hareket ettirdi. Ezgi demir çubuklardan birini alıp suya attı. Mehmet plastik çubuğu bırakıp batan demir çubuğu suyun içinden aldı ve tekrar suyun içine attı. Ezgi: 'Demir çubuk battı' deyince Mehmet: 'Bat bat' diye tekrarladı. Ezgi: 'Demir battı ama plastik yüzüyor.' Batan demir çubuğa işaret ederek: 'Mehmet, demir çubuk battı. Plastik çubuğa ne oldu?' Mehmet plastik çubuğu suyun yüzeyinde sağa sola hareket ettirdi: 'Yüz yüz' dedi. Ezgi: 'Plastik çubuk suda yüzüyor.' diye Mehmet'in hareketini betimledikten sonra, suyun içine yerde kalan demir çubukları attı: 'Demir çubuklar battı.' dedi. Mehmet, plastik çubuğu bırakıp, iki eliyle batan demir çubukların üzerine bastırdı: 'Bat bat' diye tekrarladı. Ezgi: 'Demir çubuklar battı' dedi ve yerde kalan plastik çubukları da suyun içine atıp: 'Plastik çubuklar yüzüyor' dedi. Mehmet ellerini demir çubuklardan çekti, plastik çubuklardan ikisini tutup: 'Yüz yüz' deyip suda yüzdürmeye devam etti.

Bu sırada Ezgi yerden plastik levhâyı aldı ve leğenin içine bıraktı: 'Levhâ yüzüyor' dedi. Mehmet plastik çubukları yüzdürmeyi bıraktı ve annesini izlemeye başladı. Ezgi plastik levhânın üzerine demir bir çubuk koydu: 'Bak, gemiye benzedi' dedi, plastik levhâyı suyun üzerinde sağa sola hareket ettirdi, ve 'Mehmet, gemi ne yapıyor?' diye sordu. Mehmet: 'Yüz yüz' deyince, Ezgi: 'Gemi yüzüyor, gemi suda yüzüyor' dedi ve levhâdan elini çekti. Mehmet levhâyı tuttu, üzerindeki demir çubukla birlikte suyun yüzeyinde sağa sola hareket ettirdi: 'Yüz yüz' dedi ve suda yüzdürmeye devam etti.

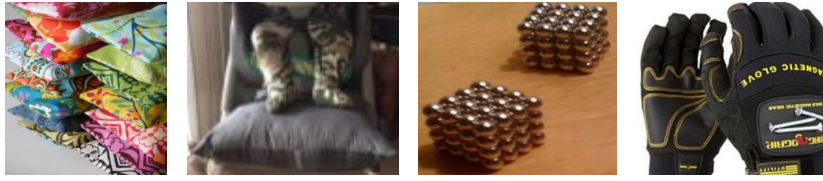
Yukarıdaki örnek ebeveynler için düşünülmüş olsada sınıf ortamında veya okul bahçesinde uygulanabilir. STEM temel becerilerinin kazandırılmasında öğretmenler ve erken müdahale uzmanları da etkin katılım gösterebilirler. Sınıf ortamında gerekli adaptasyonları (uyarlamaları ve değişiklikleri) yaparak STEM temel kavramlarını özel gereksinimli küçük çocuklara öğretebilirler. Örneğin, küçük bebekler tek başına yapamaları bile diğer insanları nesneler ile etkileşim hâlinde iken gözlemleyerek ve onların nesneler üzerinde değişiklik yaptıklarını görerek

sebe-sonuç ilişkisini öğrenebilirler (Saxe vd., 2007; Meltzoff vd., 2012). Aşağıda sebe-sonuç ilişkisi odaklı sınıf ortamında yapılabilecek STEM etkinliğine dair bir örnek sunulmuştur.

Örnek 2 (Sebe-Sonuç İlişkisi Odaklı)

Melike (28 aylık serebral palsi tanısı var) kreş ve gündüz bakım evine gidiyor. Öğretmeni Elif, Melike ile 15 cm³'lük mıknatıslı küpleri kullanarak sebe-sonuç ilişkisi çalışmak için gerekli hazırlıkları yaptı. Denge problemi olduğu için oturma biçimi özel tasarlanmış bir sandalye ile sağlandı. Elif öğretmen sandalyenin her iki yanına büyük minderler yerleştirdi ve mıknatıslı blok küpleri rahat tutabilmesi için Melike'nin iki eline de mıknatıslı eldiven giydirdi (bk. Şekil 1*).

Şekil 1.



*Kaynak: Creative Commons

Elif öğretmen Melike'nin tam karşısına oturdu: 'Birinci küpü aldım ve yere koydum. İkinci küpü aldım ve birinci küpün üzerine koydum. Üçüncü küpü aldım, ikinci küpün üzerine koydum ve kule yaptım' dedi. Melike'ye bakarak ekledi: 'Kuleye elimle vurursam ne olur?' diye sordu, 3-5 saniye bekledi, eliyle kuleye vurdu ve yıktı. Bir kez daha aynı sıra, betimlemelerle kule yaptı ve bu kez: 'Kuleye ayağımla vurursam ne olur?' diye sorduktan sonra ayağıyla kuleye vurup yıktı. Sonra Elif öğretmen: 'Sıra sende Melike' dedi ve Melike'nin iki elini tuttu ve küplerden birini yerleştirdi. Küpü yere koyabilmesi için öğretmeni Melike'nin elini eldivenin üzerinden tutarak ona yardım etti. Melike bu kez iki eliyle uzanıp diğer küpü eldivenleri yardımıyla yakaladı ve ilk küpün üzerine doğru götürdü, tam bu esnada öğretmen yine eldivenlerin üzerinden tutarak yardım etti. Elif öğretmen: 'İkinci küpü tuttum ve birinci küpün üzerine koydum' diye Melike'nin hareketini betimledi. Melike bir kez daha uzanıp üçüncü küpü de eldivenleri ile yakaladı ve ikinci küpün üzerine koyarken öğretmeni yardım etti. Elif: 'Üçüncü küpü tuttum ve ikinci küpün üzerine koydum' dedi ve sordu: 'Melike kuleye ayağımla vurursam ne olur?' Melike ayağı ile kuleye vurdu ve üstteki iki küp yere düştü. Elif öğretmen: 'Ayağımla vurduğum ve kule yıkıldı' diyerek Melike'nin hareketini betimledi.

Elif öğretmen küpleri yanına aldı ve hareketlerini betimleyerek: 'Birinci küpü aldım ve yere koydum. İkinci küpü aldım ve birinci küpün üzerine koydum. Üçün-

cü küpü aldım, ikinci küpün üzerine koydum ve kule yaptım' dedi. Melike'ye bakarak ekledi: 'Kuleye pamuk atarsam ne olur?' diye sordu, 3-5 saniye bekledi, pamuğu küplere doğru attı, kule yıkılmadı. Elif öğretmen: 'Kule yıkılmadı. Melike sıra sende' dedi ve elindeki pamuğu Melike'nin eldivenlerinin arasına yerleştirdi. Melike pamuğu önündeki kuleye doğru attı. Kule yıkılmadı. Elif Öğretmen: 'Pamuğu attım ama kule yıkılmadı' diye Melikenin hareketlerini betimledi. Pamukla aynı hareketi üç kez tekrarladılar.

TARTIŞMA

Bireysel çeşitliliğin var olduğu, eşitlikçi ve kapsayıcı STEM toplumunu inşa edebilmek için, yaş grubu, etnik kökenleri, sosyoekonomik düzeyleri ve özel gereksinim durumları fark etmeksizin, küçük çocukları ilgi alanlarını ve bilime katılım kapasitelerini destekleyecek şekilde hazırlamak gereklidir. Çünkü ekonominin geleceği STEM'de ve geleceğin meslekleri STEM alanlarındadır (Basham ve Marino, 2010; Rothwell, 2013; STEM Eğitim Koalisyonu Raporu, 2019). Özel gereksinimli küçük çocukların gelecekte iş gücüne anlamlı bir katılım gösterebilmeleri, hem toplumsal hem de iktisadi anlamda yeterli ve bağımsız birer yetişkin olabilmeleri için en erken dönemde akademik becerilerini destekleyecek öğrenme olanaklarına erişim ve katılımlarının sağlanması şarttır. Bu şartı yerine getirebilmek için de ihtiyaç duyulan adaptasyonları (uyarlamalar ve değişiklikler) bilinçli, sistemli ve istikrarlı uygulamak gerekir.

Yukarıdaki ilk örnekte henüz otizm risk grubundaki iki yaşındaki bir çocukla batma-yüzme kavramları işlenmiştir. Çocuk hakkındaki bilgi (üzeri ıslandığında ağlaması) annenin önlem almasını sağlamış ve çocuğun ıslanması sebebiyle ortaya çıkabilecek olası bir problemi önlemeye yardımcı olmuştur. Değişik materyaller (örneğin, tahta ve taş) kullanılarak farklı sınıf ve klinik ortamlarda bu etkinlik uygulanabilir. Öğretmen veya uzman için hazırlık aşaması (örneğin, STEM kelimelerini ve sorulacak soruları belirlemek) zaman alsa bile zamanla yetişkinin STEM kelimeleri, soruları içeren etkinlik dağarcığı oluşacaktır. Öte yandan bu etkinlik her otizmlili bir birey için uygun olmayabilir. Dokunsal hassasiyeti olan otizmlili bir çocuğa başka türlü adaptasyonlar (farklı sıvılar veya koruyucu eldivenler) kullanmak gerekebilir. Hatta çocuğun hassasiyet seviyesine göre aynı etkinlik sadece video gösterimi biçiminde yapılmak zorunda kalınabilir. Özel gereksinimi olan çocuğun bireysel ihtiyaçlarına göre aynı etkinliğin çok farklı uyarlamalar ve değişiklikler gerekebilir. Bu tarz etkinliklerde verilen kavramın öğrenildiğini anlayabilmek için süreklilik esastır. Sadece ebeveyn değil, öğretmen de okul ortamında sistemli devam ettirmelidir. Otizmlili çocuklar öğrenilen bilgi veya beceriyi genelleştirebilmekte sınırlılıklar yaşarlar. Bu nedenle batma-yüzme kavramı farklı ortamlarda farklı malzemeler kullanılarak etkinlikler vasıtasıyla tekrar edilmelidir.

İkinci örnekte ise sınıf ortamında çeşitli uyarlamalar (örneğin, oturmasını destekleyici sandalye, tutmasını kavramasına yardımcı olacak eldivenler ve kullanılan küplerin mıknaş ile güçlendirilmesi) ve değişiklikler (örneğin etkinlikteki kule sayısını üç ile sınırlı tutmak) yapılarak bedensel hareketlerinde sınırlılıkları olan iki yaş altı özel gereksinimli bir çocukla sebep-sonuç ilişkisine odaklanılmıştır. Adaptasyonlar (uyarlamalar ve değişiklikler) sağlandıktan sonra betimlemeler yapabilmek ve ilişkili sorular sorabilmek için eğitiminin öncesinde bir eğitime tabi tutulması gerekliliği söz konusudur. Aksi takdirde yetişkin gereğinden fazla girdi yaparak öğrenciyi gelişim seviyesinin üzerinde yönergelerle zorlayabilir. Üstelik etkinliğin sebep-sonuç odaklı olması da kullanılacak STEM kelimelerinin seçiminde ön-hazırlık gerekliliğini beraberinde getirmektedir. Bu örnek evde ebeveynler veya klinik ortamda uzmanlar tarafından da yürütülebilir. Gerekli koşullar sağlandığında dahi bire bir ilgi ile yapılabilecek bir etkinlik olduğu için kalabalık sınıf ortamları bu gibi etkinliklerin uygulanabilmesini zorlaştırabilir. Öte yandan adaptasyonlar için gereken malzemelerin temini her zaman mümkün olmayabilir. Özellikle ekonomik olarak dezavantajlı bölgelerdeki kurumlarda bu durum daha da belirginleşip özel gereksinimli küçük çocuğun bireysel ihtiyaçlarına göre değil de var olan materyallere göre eğitim vermeyi beraberinde getirebilir.

SONUÇ

Tüm küçük çocuklar birer bilim insanı adaydır (Gelman vd., 2010) ve yüksek-kaliteli bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik etkinlikleri ile onların keşifler ve araştırmalar yapmaları sağlanabilir. Yukarıda verilen örneklerde de dikkat edilmeye çalışıldığı gibi, yetişkinler muhataplarının üç yaşın altında küçük çocuklar olduğunu ve onların özel gereksinimleri sebebiyle bu çocuklara sunulan STEM etkinliklerinin sürelerini kısa ve içeriklerini öz tutmaları gerektiğini hatırlamalılardır. Küçük yaştaki özel gereksinimli öğrenciler için STEM etkinliklerini gelişimsel olarak uygun bulmayan, çok zor olarak kabul eden veya çok soyut olduğunu düşünen eğitimciler, uzmanlar ve ebeveynler olabilir. Ancak okul öncesi ve özel eğitim alanındaki öğretmen adayları için STEM ile ilgili eğitimler lisans ders programlarının içine dahil edilerek (Çakır vd., 2019; Ünlü ve Dere, 2018) bu konudaki düşünce ve görüşleri olumlu yönde değiştirilebilir. Ayrıca iyi ve özenli bir planlama ile evde, okulda ve her türlü sosyal çevrede bireyselleştirilmiş amaç ve kazanımlara uygun, doğal ve ideal bir kavramsal çerçeve içine gömülü yüksek kaliteli STEM temel girdileri yapabilmek mümkündür. Böylece özel gereksinimli çocukların genel eğitim programına erişimleri için altyapı olanağı çok küçük yaşlardan itibaren sağlanabilir. Erken dönem bilim ve matematik öğretiminin ileri dönem akademik becerilere katkı sağladığına dair yapılan çalışmalar da (Aubrey vd., 2006; Claessens vd., 2009; Paprzycki vd., 2017) düşünüldüğünde özel gereksinimli küçük çocukların ilgi alanlarına, ihtiyaçlarına ve yeteneklerine göre hazırlanmış STEM temel girdileri ve etkinlikleri yapabilmeleri için erken çocukluk döneminde hizmet veren

eğitimciler ve özel eğitim uzmanları teşvik edilmeli ve bu konuda gerekli hizmet içi eğitimlerle desteklenmelidir (Brenneman vd., 2019; Jamil vd., 2018).

Teşekkür ve Açıklamalar

Çalışmamıza geri bildirimleri ile katkı sağlayan tüm akademisyen meslektaşlarımıza teşekkür ederiz.

Çıkar Çatışması

Makalenin yazarları arasında, çalışma kapsamında herhangi bir kişisel ve finansal çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Yazar Katkı Oranları:

Katkı Düzeyi: Yazar 1: %50- Yazar 2: %50

KAYNAKLAR

- Alptekin, S. (2012). Sosyal becerilerin zihinsel engelli öğrencilere doğrudan öğretim yaklaşımı ile öğretimi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 31, 1-19. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/187993>
- Aubrey, C., Godfrey, R. & Dahl, S. (2006). Early mathematics development and later achievement: Further evidence. *Mathematics Education Research Journal*, 18, 27-46. <https://doi.org/10.1007/BF03217428>
- Ayres, K. M., Lowrey, K. A., Douglas, K. H., & Sievers, C. (2011). I can identify Saturn but I can't brush my teeth: What happens when the curricular focus for students with severe disabilities shifts. *Education and Training in Autism and Developmental Disabilities*, 46, 11-21. <https://www.jstor.org/stable/23880027>
- Balçın, M. D., & Yıldırım, M. (2021). Kaynaştırma öğrencilerinin fen bilimleri dersi STEM çalışmalarının değerlendirilmesi. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Özel Eğitim Dergisi*, 22, 307-341. doi: 10.21565/oztegitimdergisi.660695
- Barnett, J. H., Trillo, R., & More, C. (2018). Visual supports to promote science discourse for middle and high school students with autism spectrum disorders. *Intervention in School and Clinic*, 53, 292-299. <https://doi.org/10.1177/1053451217736865>
- Bartholomew, A., Papay, C., McConnell, A., & Cease-Cook, J. (2015). Embedding secondary transition in the common core state standards. *Teaching Exceptional Children*, 47, 329-335. <https://doi.org/10.1177/0040059915580034>
- Barton, A. C., & Tan, E. (2018). A longitudinal study of equity-oriented STEM-rich making among youth from historically marginalized communities. *American Educational Research Association*, 55, 761-800. <https://doi.org/10.3102/0002831218758668>
- Basham, J. D., & Marino, M. T. (2010). Introduction to the topical issue: Shaping STEM education for all students. *Journal of Special Education Technology*, 25, 1-2. <https://doi.org/10.1177/016264341002500301>
- Boutain, A. R., Sheldon, J. B., & Sherman, J. A. (2020). Evaluation of a telehealth parent training program in teaching self-care skills to children with autism. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 53, 1259-1275. <https://doi.org/10.1002/jaba.743>
- Breiner, J. M., Harkness, S. S., Johnson, C. C., & Koehler, C. M. (2012). What is STEM? A discussion about conceptions of STEM in education and partnerships. *School Science and Mathematics*, 112, 3-11. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2011.00109.x>
- Brenneman, K., Lange, A., & Nayfeld, I. (2019). Integrating STEM into preschool education; designing a professional development model in diverse settings. *Early Childhood Education Journal*, 47, 15-28. <https://doi.org/10.1007/s10643-018-0912-z>

- Buck Institute. (2018). What is project-based learning (PBL)? Retrieved 16 March 2014, from http://www.bie.org/about/what_pbl
- Campbell, P. H., Kennedy, A. A., & Milbourne, S. (2012). *CARA's kit for toddlers*. Baltimore, MD: Brookes Publishing Co.
- Campbell, P. H., Milbourne, S., & Wilcox, M. J. (2008). Adaptation interventions to promote participation in natural settings. *Infants and Young Children*, 21, 94-106. https://journals.lww.com/iycjournal/Fulltext/2008/04000/Integrating_Assistive_Technology_Into_an.00002.aspx
- Carnine, L., & Carnine, D. (2004). The interaction of reading skills and science content knowledge when teaching struggling secondary students. *Reading & Writing Quarterly: Overcoming Learning Difficulties*, 20, 203-218. <https://doi.org/10.1080/10573560490264134>
- Claessens, A., Duncan, G., & Engel, M. (2009). Kindergarten skills and fifth-grade achievement: Evidence from the ECLS-K. *Economics of Education Review*, 28, 415-427. <https://doi.org/10.1016/j.econedurev.2008.09.003>
- Civil Rights Data Collection (CDRC) (2020). Civil rights data for the 2017-18 school year. <http://ocrdata.ed.gov>.
- Cooks, R. E., Richardson-Gibbs, A. M., & Dotson, L. N. (2018). *Strategies for including children with special needs*. Boston, MA: Cengage Learning.
- Courtade, G. R., Browner, D. M., Spooner, F., & DiBiase, W. (2010). Training teachings to use an inquiry-based task analysis to teach science to students with moderate and severe disabilities. *Education and Training in Autism and Developmental Disabilities*, 45, 378-399. <http://www.jstor.org/stable/23880112>
- Collins, B. C., Karl, J., Riggs, L., Galloway, C. C., & Hager, K. D. (2010). Teaching core content with real-life applications to secondary students with moderate and severe disabilities. *Teaching Exceptional Children*, 43, 52-59. <https://doi.org/10.1177/004005991004300106>
- Cushing, L. S., Clark, N. M., Carter, E. W., & Kennedy, C. H. (2005). Access to the general education curriculum for students with significant cognitive disabilities. *Teaching Exceptional Children*, 38, 6-13. <https://doi.org/10.1177/004005990503800201>
- Çiftçi, A. & Topçu, M. S. (2021). Okul öncesi öğretmen adaylarının STEM eğitime yönelik zihinsel modelleri ve görüşleri. *Milli Eğitim*, 50, 41-65. <https://dergipark.org.tr/en/pub/milliegitim/issue/64603/719596>
- Demirel (2008). *Zihinsel engelli çocuklarda denge eğitimi çalışmalarının bazı özbakım becerileri üzerine etkisinin incelenmesi*. [Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi] Gazi Üniversitesi.
- Every Student Succeeds Act, 20 U.S.C. § 6301 (2015). <https://www.congress.gov/bills/114th-congress/senate-bill/1177>
- Fuller, J. A., Luckey, S., Odean, R., & Lang, S. N. (2021). Creating a diverse, inclusive, and equitable learning environment to support children of color's early introductions to STEM. *Translational Issues in Psychological Science*, 7, 473-486. <https://doi.org/10.1037/tps0000313>
- Garrett, J. L. (2008). STEM: The 21st century Sputnik. *Kappa Delta Pi Record*, 44, 152-153. <https://doi.org/10.1080/00228958.2008.10516514>
- Gelman, R., Brenneman, K., MacDonald, G., & Román, M. (2010). *Preschool pathways to science: Facilitating scientific ways of thinking, talking, doing, and understanding*. Baltimore, MD: Brookes.
- Greene, A., & Bethune, K. S. (2019). The effects of systematic instruction in a group format to teach science to students with autism and intellectual disability. *Journal of Behavioral Education*, 30, 62-79. <https://doi.org/10.1007/s10864-019-09353-6>
- Hardy, J. K., & Hemmeter, M. L. (2020). Designing inclusive science activities and embedding individualized instruction. *Young Exceptional Children*, 23, 119-127. <https://doi.org/10.1177/1096250619833988>
- Holmes, M.H., Jackson, J.K., & Stoiko, R. (2016). Departmental dialogues: Facilitating positive academic climates to improve equity in STEM disciplines. *Innovative Higher Education*, 41, 381-394. <https://doi.org/10.1007/s10755-016-9358-7>
- Hynes, M., Portsmore, M., Dare E., Milto, E., Rogers, C., Hammer, D., & Carberry, A. (2011). Infusing engineering design into high school STEM courses. <http://ncete.org/flash/pdfs/Infusing%20Engineering%20Hynes.pdf>.
- Hughes, B. E. (2018). Erratum for the research article: "Coming out in STEM: Factors affecting retention of sexual minority STEM students" by B. E. Hughes. *Scientific Advances*, 4, eaau2554. doi:10.1126/sciadv.aao637310.1126/sciadv.aau2554
- Holmlund, T. D., Lesseig, K., & Slavit, D. (2018). Making sense of 'STEM education' in K-12 contexts. *International Journal of STEM Education*, 5, 1-18. <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0127-2>
- Individuals With Disabilities Education Act, 20 U.S.C. § 1400 (2004).
- Jackson, C., Mohr-Schroeder, M. J., Majorca, S. B., Roberts, T., Yost, C., & Fowler, A. (2021) Equity-Oriented Conceptual Framework for K-12 STEM literacy. *International Journal of STEM Education*, 8, 1-16. <https://doi.org/10.1186/s40594-021-00294-z>

- Jamil, F. M., Linder, S. M. & Stegeline, D.A. (2018). Early childhood teacher beliefs about STEAM education after a professional development conference. *Early Childhood Education Journal*, 46, 409-417. <https://doi.org/10.1007/s10643-017-0875-5>
- Jang, H. (2016). Identifying 21st century STEM competencies using workplace data. *Journal of Science Education and Technology*, 25, 284-301. <https://doi.org/10.1007/s10956-015-9593-1>
- Jimenez, B. A., Lo, Y., & Saunders, A. F. (2014). The additive effects of scripted lessons plus guided notes on science quiz scores of students with intellectual disability and autism. *The Journal of Special Education*, 47, 231-244. <https://doi.org/10.1177/0022466912437937>
- Johansson, I. (1994). *Language development in children with special Needs: Performative communication*. Jessica Kingsley Publishers Ltd, London: England.
- Kasari, C., Rotheram-Fuller, E., Locke, J. & Gulsrud, A. (2012) Making the connection: Randomized controlled trial of social skills at school for children with autism spectrum disorders. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 53, 431-439. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2011.02493.x>
- Knight, V. F., Smith B. R., Spooner, F., & Browder, D. (2012). Using explicit instruction to teach science descriptors to students with autism spectrum disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 42, 378-389. <https://doi.org/10.1007/s10803-011-1258-1>
- Knight, V. F., Kuntz, E. M., & Brown, M. (2018). Paraprofessional-delivered video prompting to teach academics to students with severe disabilities in inclusive settings. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 48, 2203-2216. <https://doi.org/10.1007/s10803-018-3476-2>
- Kurth, J. A., Rupp, A. L., Toews, S. G., McCabe, K. M., McQueston J. A., & Johnston, R. (2019). Considerations in placement decisions for students with extensive support needs: An analysis of LRE statements. *Research and Practice for Persons with Disabilities*, 44, 3-19. <https://doi.org/10.1177/1540796918825479>
- Leibnitz, G. M. (2022). The inclusive professional framework for societies: Changing mental models to promote diverse, equitable, and inclusive STEM systems change. *Frontiers in Sociology*, 6, 1-9 <https://doi.org/10.3389/fsoc.2021.784399>
- Lerback, J.C., Holt, M.M., St. Pierre, G.A.E. et al., Alvarez, S. (2022) Community voices: Achieving real diversity in STEM requires the ability to transform institutions. *Nature Communications*, 13, 1-3, 1684. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-27376-4>
- Marshall, D., Wright, B., Allgar, V., Adamson, J., ..., McMillan, D. (2016). Social stories in mainstream schools for children with autism spectrum disorder: a feasibility randomized controlled trial. *BMJ Open*, 6, 1-10. [doi:10.1136/bmjopen-2016-011748](https://doi.org/10.1136/bmjopen-2016-011748)
- Meltzoff, A. N., Waismeyer, A., & Gopnik, A. (2012). Learning about causes from people: observational causal learning in 24-month-old infants. *Developmental Psychology*, 48, 1215-1228. <https://doi.org/10.1037/a0027440>
- Meyer, L. E., & Ostrosky, M. M. (2016). Impact of an affective intervention on the friendships of kindergarteners with disabilities. *Topics in Early Childhood Special Education*, 35, 200-210. <https://doi.org/10.1177/0271121415571419>
- McWilliam, R. A., Scarborough, A. A., & Kim, H. (2003). Adult interactions and child engagement. *Early Education and Development*, 14, 7-28. https://doi.org/10.1207/s15566935eed1401_2
- McClure, E. R., Guernsey, L., Clements, D. H., Bales, S. N., Nichols, J., & Kendall-Taylor, N. (2017). *STEM starts early: Grounding science, technology, engineering, and math education in early childhood*. New York: The Joan Ganz Cooney Center at Sesame Workshop.
- McGee, E. O. (2020). *Black, brown, bruised: How racialized STEM education stifles innovation*. Cambridge, MA: Harvard Education Press.
- Milbourne, S., & Campbell, P. H. (2007). *CARA's Kit: Creating adaptations for routines and activities*. Philadelphia: Thomas Jefferson University, Child and Family Studies Research Programs, Thomas Jefferson University.
- Millî Eğitim Bakanlığı (MEB) (2018). Özel eğitime ihtiyacı olan bireyler için erken çocukluk özel eğitim öğretim programı. Erişim adresi: <http://mufredat.meb.gov.tr/Dosyalar/2020915910732-Erkencocukluk.pdf>
- Morgan, P. L., Farkas, G., Hillemeier, M. M., & Maczuga, S. (2016). Science achievement gaps begin very early, persist, and are largely explained by modifiable factors. *Educational Researcher*, 45, 18-35. [doi:10.3102/0013189X16633182](https://doi.org/10.3102/0013189X16633182)
- Morrell, C. & Parker, C. (2013). Adjusting Micromessages to Improve Equity in STEM. *Diversity & Democracy*, 16, 1-4. https://www.researchgate.net/profile/Carolyn-Parker/publication/273425521-Adjusting_Micromessages_to_Improve_Equity_in_STEM/links/57d882d608ae6399a3992c1f/Adjusting-Micromessages-to-Improve-Equity-in-STEM.pdf

- National Research Council (1996). *National science education standards*. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/4962>
- National Council on Disability. (2017). National disability policy: a progress report. <https://ncd.gov/progressreport/2017/national-disability-policy-progress-report-october-2017>
- No Child Left Behind Act of 2001, P.L. 107-110, 20 U.S.C. § 6319 (2002).
- Paprzycki, P., Tuttle, N., Czerniak, C. M., Molitor, S., Kadervaek, J., Mendenhall, R. (2017). The impact of a Framework-aligned science professional development program on literacy and mathematics achievement of K-3 students. *Journal of Research in Science Teaching*, 54, 1174-1196. <https://doi.org/10.1002/tea.21400>
- Pektaş, S. (2019). Müzikal etkinliklere dönüştürülmüş sosyal öykü uygulamalarının gelişimsel yetersizliği olan çocuklara sosyal beceri öğretiminde etkililiği [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi] İnönü Üniversitesi. <http://hdl.handle.net/11616/15241>
- Rakap, S. (2017). Impact of coaching on pre-service teachers' use of embedded instruction in inclusive preschool classrooms. *Journal of Teacher Education*, 68, 125-139. <https://doi.org/10.1177/0022487116685753>.
- Rakap, S., & Rakap-Parlak, A. (2011). Effectiveness of embedded instruction in early childhood special education: A literature review. *European Early Childhood Education Research Journal*, 19, 79-96. <https://doi.org/10.1080/01350293X.2011.548946>
- Riley, D., Slaton, A. E., Pawley, A. L., Johri, A., & Olds, B. M. (2014). *Social justice and inclusion: Women and minorities in engineering* (pp.335-356). Cambridge Handbook Engineering Education Research, 335-356. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139013451.022>
- Rothwell, J. (2013). The hidden STEM economy: Key findings. A New Report from Brookings Metropolitan Policy Program. <https://www.brookings.edu/interactives/the-hidden-stem-economy-key-findings/>
- Saxe, R., Tenenbaum, J., & Carey, S. (2005). Secret agents: inferences about hidden causes by 10- and 12-month-old infants. *Psychological Science*, 16, 995-1001. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2005.01649.x>. PMID: 16313665.
- Schertz, H.H., Odom, S., Baggett, K., & Sideris, J. (2013) Effects of Joint Attention Mediated Learning for toddlers with autism spectrum disorders: An initial randomized controlled study. *Early Childhood Research Quarterly*, 28, 249-258. <https://doi.org/10.1016/j.jecresq.2012.06.006>
- Schoenfeld, A. H. (2004). The math wars. *Educational Policy*, 18, 253-286. <https://doi.org/10.1177/0895904803260042>
- Smith, B. R., Spooner, F., & Wood, C. L. (2013). Using embedded computer-assisted explicit instruction to teach science to students with autism spectrum disorder. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 7, 433-443. <https://doi.org/10.1016/j.rasd.2012.10.010>
- Southwest Regional STEM Network (2009). Southwest Pennsylvania STEM network long range plan (2009-2018): plan summary, (p. 15). Pittsburgh: Author.
- STEM Education Coalition Report (2019). STEM briefings collection. <http://www.stemedcoalition.org>
- Stewart, (2010). Language Development in Children with Special Needs. *International Encyclopedia of Education* (pp.745-751). <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-044894-7.01127-1>
- Şabanova, N., & Cavkaytar, A. (2007). Effectiveness of teaching self-care and domestic skills to children with mental retardation by teacher aides. *Eurasian Journal of Educational Research*, 27, 43-57. <https://earsiv.aniadolu.edu.tr/xmlui/handle/11421/14352>
- Şardağ, M., Kaya, G., Özcan, H., & Çakmakçı, G. (2020). *Matematik ve fen bilimleri öğretmenlerinin kapsayıcı bir eğitim açısından desteklenmesi: Çeşitliliğin ele alınması ve temel değerlerin teşvik edilmesi*. Pusula 20 Teknoloji ve Yayıncılık: İstanbul.
- The National Alliance for Partnerships in Equity (2020). *Annual report*. <https://napequity.org/wp-content/uploads/NAPE-2020-Annual-Report.pdf>
- Uhlenberg, J. M., & Geiken, R. (2021). Supporting young children's spatial understanding: Examining toddlers' experiences with contents and containers. *Early Childhood Education Journal*, 49, 49-60. <https://doi.org/10.1007/s10643-020-01050-8>
- Ulusal Bilim, Mühendislik ve Tıp Akademileri [National Academies of Sciences, Engineering and Medicine] (2018). Graduate STEM education for the 21st century. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/25038>.
- Wang, J., & Feigenson, L. (2019). Infants recognize counting as numerically relevant. *Developmental Science*, 22, 1-10. <https://doi.org/10.1111/desc.12805>
- Wells, R., & Kommers, S. (2022). Graduate and professional education for students with disabilities: Examining access to STEM, legal, and health fields in the United States. *International Journal of Disability, Development*

and Education, 69, 672-686. <https://doi.org/10.1080/1034912X.2020.1726299>

Wood, L., Browder, D. M., & Spooner, F. (2020). Teaching listening comprehension of science e-texts for students with moderate intellectual disability. *Journal of Special Education Technology*, 35, 272-285. <https://doi.org/10.1177/0162643419882421>

BUILDING DIVERSE, EQUITABLE, AND INCLUSIVE STEM COMMUNITIES: SUPPORTING YOUNG CHILDREN WITH DISABILITIES IN STEM LEARNING

ABSTRACT

The number of studies focusing on science, technology, engineering, and mathematics (STEM) has increased and included students from kindergarten to high school along with educational reforms in the last 20 years. However, teaching social-communication and functional skills is still the focus of attention for students with disabilities. In developed countries, it is now mandated for students with disabilities to fully participate and be evaluated in academic programs. Accordingly, in an era where STEM practices are expanded to kindergarten classrooms, it is advocated that STEM foundational skills can be taught to younger children starting at early years of life. For building diversity, equity, and inclusivity in the STEM communities, very young children (0-3 years) with disabilities should also actively be involved in STEM learning process and examples of such implementations with concrete steps to follow should be offered to those parents and professionals in the early intervention field. With this conceptual study, it is intended to help parents of young children with disabilities, early intervention practitioners, special education teachers through provision of practical examples which may later be tested with empirical research.

Keywords: *Scientific Literacy, Teaching Academic Skills in Special Education, STEM, Inclusive Practices*



ÖZ

Son 20 yılda eğitim alanında yapılan reformlar ile bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik (Science, Technology, Engineering, and Mathematics, [STEM]) eğitimi alanlarındaki çalışmaların desteklenmesi önemli bir ivme kazanmıştır ve ilgili düzenlemeler anaokulundan liseye kadar bütün öğrencileri kapsayacak biçimde genişletilmiştir. Ancak sıra özel gereksinimi olan öğrencilerin eğitime geldiğinde, STEM alanlarındaki eğitim yerine çoğunlukla sosyal beceriler, iletişim

becerileri, işlevsel beceriler ve yaşam becerileri odaklı eğitimlere yoğunlaşmıştır. Özel gereksinimli öğrencilerin de akademik eğitim programına bütünüyle katılıp, değerlendirilmeye alınmaları gelişmiş ülkelerde artık yasal bir zorunluluktur. STEM'e ait uygulamaların anasınıflarına kadar indirildiği bir dönemde ilgili temellerin aslında 0-3 yaş arasında atılabileceği savunulmaktadır. Bireysel çeşitliliğin var olduğu, eşitlikçi ve kapsayıcı STEM topluluğu inşa edebilmek için küçük yaştaki özel gereksinimli çocuklar da sürece dâhil edilmeli ve buna yönelik somut uygulamalı adımlar atılarak, ebeveynlerin ve alandaki eğitimcilerin kullanımına sunulacak pratik öneriler verilmelidir. Bu kavramsal çalışmada sunulan örneklerin, ilerde deneysel çalışmalarla test edilerek, alanda çalışan erken müdahale uzmanlarına, özel eğitim öğretmenlerine ve özel gereksinimli küçük çocukları olan ebeveynlere somut öğretim süreci açısından yol gösterici olacağı düşünülmektedir.

Anahtar Sözcükler: *Bilimsel Okuryazarlık, Özel Eğitimde Akademik Beceri Öğretimi, STEM, Kaynaştırma Uygulamaları*



INTRODUCTION

In the last two decades, science education reforms have focused on scientific literacy needs. These reforms have been reflected as support and increases in the number of science, technology, engineering, and mathematics (STEM) related education programs (Holmlund et al., 2018). Despite the efforts to increase STEM literacy and competency among students in school settings, many were observed to be graduating from high school without a proper understanding of science concepts, their usage, and real-life applications (Roseman & Koppal, 2008). Compared to typically developing counterparts, students with disabilities also have limitations in learning science and mathematics (Carnine & Carnine, 2004; Lynch et al., 2007; Morgan et al., 2016). Schoenfeld (2004) emphasized that students with disabilities were left behind their peers with typical development in teaching academic skills such as science and mathematics; therefore, resulting into economically and socially disadvantaged situations in the future. However, STEM literacy can help those students learn the skills (e.g., critical thinking, team working, creativity, problem-solving, and leadership) needed to compete with the economic expectations of the new world order (Breiner et al., 2012; Buck Institution, 2018). Therefore, STEM-focused education must be provided to students with disabilities (Southwest Regional STEM Network, 2009).

National Council on Disability (NCoD) (2017) underlined that students with disabilities in K-12 formal education were not prepared with the abilities and skills required to participate in future workforce fully. Although there are many studies

focusing on teaching social (e.g., Alptekin, 2012; Kasari et al., 2012; Marshall et al., 2016; Pektaş, 2019; Schertz et al., 2013) and life (e.g., self-care skills) skills (Boutain et al., 2020; Demirel, 2008; Şabanova & Cavkaytar, 2007) to students with disabilities, research related to teaching academic skills (e.g., mathematics, science, technology) are newly emerging in the field (Balçın & Yıldırım, 2021; Barnett et al., 2018; Greene & Bethune, 2019; Knight et al., 2018; Wood et al., 2020). However, it is necessary to teach skills such as critical thinking, problem-solving, and decision-making to students with disabilities to help them to have a profession and be productive in the future (National Research Council [NRC], 1996). It is noteworthy to emphasize the point made by National Research Council in the mid 90s: ‘STEM literacy should be supported regardless of age, gender, cultural and ethnic background, disability status, and orientation motivational status or interest for science’ (NRC, 1996, p.2). Therefore, STEM education and teaching process should not begin with and be limited to students with typical development in kindergarten. Starting from the early years of life (zero to three), the foundation of STEM literacy can be established for very young children with disabilities, even if they require substantial support.

In this alignment, the purpose of this conceptual study is first to explain the steps to follow in teaching and building STEM foundational skills for very young children with disabilities and then offer practical examples to early intervention practitioners, special education teachers, and parents of young children with disabilities. The details of this study are given in three main parts. The first part discusses the legislation for STEM practices. The second part explains diverse, equitable, and inclusive STEM education and then discusses STEM-related studies in early childhood in Turkey. The third part elaborates on the steps to follow in teaching STEM foundational skills to very young children with disabilities and then offers practical examples in vignettes that may later be tested with empirical research.

LEGISLATIONS FOR STEM PRACTICES

In the United States of America (USA) Individuals with Disabilities, Education Act (IDEA) (2004) and No Child Left Behind Act (NCLB) (2001) stated that students with disabilities should access and participate in general education programs by having the same learning opportunities and high-set achievement standards like their peers with typical development. IDEA (2004) required students with disabilities to participate in regional and state-level exams and be assessed (Jimenez et al., 2014). Such mandates within special education laws in the USA brought the idea of extending special education services beyond self-care and life skills for students with moderate and severe intellectual disabilities (Downing & MacFarland, 2010). Thus, teaching academic skills such as language, mathematics, and science education became an essential agenda for special education teachers.

Every Student Succeeds Act (ESSA) (2015) emphasized the expansion of educational opportunities for all students. In accordance with this, for all students, regardless of their disability status, providing education that prepares them for college and their future careers was mandated. This law highlighted that those disadvantaged students who need substantial support must acquire knowledge to succeed in state exams highly; therefore, they must receive such education. For example, alternative assessment became a right for all students. Students were not restricted to written or oral exams only when their knowledge and learning level were tested. Accordingly, students with disabilities had a right to present their knowledge using alternative and augmentative technologies in state and federal-level exams evaluation.

In Turkey, the Presidency of the Strategy and Budget, the Article 33 of the 11th Development Plan (2019-2023) emphasized science, technology, engineering, and mathematics (STEM) disciplines to become prominent. In the same plan, the Article 574 underlined all individuals should receive inclusive and qualified education along with access to life-long learning opportunities. Accordingly, not only for typically developing individuals but also for individuals with disabilities, strengthening the physical and human opportunities was mentioned to benefit better from the education mentioned in the article. This opened the door for a student with disabilities to access and participate in academic education programs in addition to programs that are social/life skills focused. Although the age of compulsory education was set at 5 in the 11th Development Plan (2019-2023) of Article 548, referring to the flexible early childhood program mentioned in the same plan, science, technology, engineering, and mathematic focused education can also be started for younger children with disabilities. Thus, initiations to teach foundational skills related to such disciplines can be started in early years (0-36 months) of life without delaying it further to kindergarten.

In the Science Education Curriculum published by the Ministry of National Education (MoNE, 2018) in Turkey, eight competence areas were identified within Turkey Competence Framework (Türkiye Yeterlilikler Çerçevesi [TYÇ]), although STEM was not directly mentioned. For example, educating individuals who can produce knowledge and use it functionally in life, think critically, and solve problems, contribute to the society and culture that s/he lives in was aimed within mathematic competence, science, and technology foundational competence, and digital competence framework (MEB, 2018). Furthermore, the need for considering individual differences and diversity during assessment and evaluation was emphasized in the program. Therefore, students with disabilities, like their typically developing peers, had the right to have accommodations and modifications during education provision for gaining competence in mathematics, science, and technology.

Despite the improvement in the legislation mentioned above, it was observed that individuals with severe disabilities who require substantial support were still segregated from general education classrooms and spent the days with education focused on life skills only (Kruth et al., 2019). It is also discussed in the related literature that students with disabilities cannot access general education curriculum and benefit from academic skills teaching. Still, instead they are mostly exposed to teaching social communication and life skills (Balçın & Yıldırım, 2021). This current situation contradicts those 'equal opportunities in education' and 'specific precautions were taken for children who need special education and protection' principles of Turkish National Education identified in the Ministry of National Education Law of Turkey. The efforts to improve the condition can start with young children with disabilities before the age of compulsory education (5 years).

DIVERSE, EQUITABLE, AND INCLUSIVE STEM EDUCATION

STEM education has become widespread with increasing popularity across many countries in the world (Garrett, 2008; Jang, 2016; The National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, 2018). In addition, factors such as efforts to have a place in the new world order, competitiveness among countries, and increasing diversity in society and classrooms due to migration across the world brought the need for diverse, equitable, and inclusive STEM education together (Şardağ et al., 2020). For example, by the STEM education committee within The National Science and Technology Council (2018), a report was published emphasizing diverse, equitable, and inclusive STEM education within a separate chapter. In this report, regardless of 'geographic location, race, ethnic background, socio-economic status, veteran status, disability status, differences in abilities, cognitive profiles and learning styles, all Americans deserve to be good at STEM skills for their individual success and the US competitiveness' (p.6). According to the same report, all STEM practices should involve inclusive and equitable values and be against any form of discrimination.

There are three important steps in diverse and inclusive STEM teaching: inquiry-based learning, the role of context, and cultural values (Şardağ et al., 2020). At first, inquiry-based learning, students work at their own pace to make inquiries on a given problem. Students build the hypothesis and do experiments. Then they make an analysis and evaluation and communicate with their team members. At this phase, students are not exposed to science, mathematics, and engineering concepts via their teachers only, and these students take more responsibility by having active roles with their team members, hands-on experience, and designs (The National Science, Engineering, and Medicine Academy, 2018). The role of context is important in inquiry-based learning. Science, engineering, and mathematics are considered within real-life contexts. Finally, inclusive STEM education embraces

a multicultural approach and respects diversity (e.g., ethnic background, religion, language, disability status, and socio-economic status) (Leibnitz et al., 2022). Such an approach and understanding may create not only self-respect but also opportunities to work and produce together with those different from them.

Equity in STEM education can be defined as social justice (The National Alliance for Partnerships in Equity, 2020). Access and participation in STEM education opportunities should not only be for a certain group (e.g., typically developing students, students with access to state/private schools, and students with high socio-economic status). All disadvantaged groups (e.g., students with low socio-economic status, refugee students, students with no access to formal education, and home-schooled students due to their disabilities) should be represented for an equitable STEM education (Barton & Tan, 2018; Holmes, 2016; Morrell & Parker, 2013). In brief, equity in STEM education means accessibility and participation for everyone (Jackson et al., 2021).

STEM disciplines are advocated to reach a diverse, equitable, and inclusive level (Lerback et al., 2022). However, it was claimed that the current situation is not at the desired level, and STEM education is still not inclusive of all differences and creates discriminative values at a global scale (Hughes, 2018; McGee, 2020; Riley et al., 2014). Discriminatory issues (e.g., STEM accessibility for only White-American men with high socioeconomic status) are identified as barriers to create a STEM community inclusive of everyone (Metcalf et al., 2018). For example, starting at young ages, children with certain backgrounds (e.g., Mexican and African American) in early childhood education are identified as not benefitting enough from STEM learning (Fuller et al., 2021). Similarly, accessibility to STEM education for students with disabilities is still problematic (Wells & Kommers, 2022). However, the STEM education process should include inclusive actions and be acted with a mentality respecting cultural differences (e.g., race, ethnic background, socio-economic status, age, disability status) and embracing diversity and equity (Leibnitz et al., 2022).

STEM PRACTICES IN EARLY CHILDHOOD EDUCATION IN TURKEY

There are limited, yet promising, a number of studies related to STEM learning in early childhood in Turkey. Accordingly, when the related literature is reviewed, the study (Uğraş, 2017) investigating early childhood teachers' perspectives on STEM education captures attention. The result of this study reveals that although 78% of the participating early childhood teachers consider STEM education as important for children, 58% of them think that STEM education is not possible to implement due to a lack of materials and STEM-focused in-service training.

However, no perspectives were gathered regarding the inclusion of children with disabilities in STEM education. In another study (Uğraş & Genç, 2018), 35 early childhood teachers' perspectives on STEM practices are examined. All participating teachers emphasize that undergraduate programs should include classes on applied STEM education and learn with interdisciplinary collaboration. Similar to Uğraş (2017) study, this study does not have any perspectives regarding young children with disabilities in STEM practices. However, there is a need for studies focusing on STEM learning in young children with disabilities in order to prepare diverse, equitable, and inclusive STEM practices.

In another study (Çakır et al., 2019) focusing on STEM practices in early childhood, pre-service preschool teachers received 14-weeks-long STEM education with a Montessori based-approach. After theoretical information is given, STEM-related activities and procedures are implemented. The activities were built upon materials and robotic-coding Legos that can easily be applied during teaching practicums of participating pre-service preschool teachers. At the end of the activities implemented together with the experts' guidance, pre-service preschool teachers emphasized that their creative thinking skills improved. However, there was no mention of accommodations or modifications for children with disabilities in all activities. Çiftçi and Topçu (2021) investigated mental models and perspectives of pre-service preschool teachers on STEM education. Accordingly, STEM education was provided within a science education class in early childhood education. After theoretical information on STEM education was presented to pre-service preschool teachers, examples of applied STEM activities were provided. Then pre-service preschool teachers were asked to design their own STEM activities and implement them in classroom settings. In the end, although participating teachers say that STEM education boosts creativity, gives active roles to students, supports multi-dimensional assessment, and focuses on problem-solving, no perspective is given about how to incorporate young children with disabilities into STEM learning.

In our county, projects related to inclusive STEM practices were also made. For example, 'STEM AKADEMİZMİR' (2018) project aimed children in early childhood to gain twenty-first century skills. Accordingly, this project targeted to cultivate competitive individuals who can communicate effectively when working in teams, respect cultural differences, think creatively, and solve problems. All activity plans were prepared according to the project aim. The phases (identify the problem, research need, develop possible solutions, construct a prototype, test/evaluate solution) in the engineering design model used for high school STEM classes were added into the activity plans (Hynes et al., 2011). For children with disabilities, the section titled as 'adaptations' was included in all activity plans. Although, these sections emphasized making required accommodations and modifications in teaching process and materials, they did not include any explanation on how to implement them.

In all above-mentioned studies, no data were available for early childhood teachers regarding concrete steps to follow in STEM teaching for young children with disabilities. This situation can be an indicator that children with disabilities in early childhood have limitations in accessing to and participating into STEM education. Similarly, in the US, according to the report published by the Office of Human Rights in the Department of National Education, mandatory school-aged children with disabilities do not benefit enough from STEM learning opportunities (CRDC, 2020).

For younger children (between 0-36 months old) with disabilities, while moving away from an inflexible and bold discipline understanding, an early childhood special education curriculum was designed with a progressive philosophy which considers individual differences and embraces active learning approach (MoNE, 2018). In this curriculum, although the concept of inclusive STEM was not directly addressed, there were points emphasizing STEM foundational concepts within eight developmental areas. For example, visual/spatial relationship, object permanency, and cause-effect relationship were underlined in cognitive development area. The objectives for each area were written with three-months intervals. However, no explanation is given about how to implement STEM systematically and consciously. STEM teaching, however, can start from infancy (Uhlenberg & Geiken, 2021; McClure et al., 2017; Wang & Feigenson, 2019). Accordingly, in this conceptual study, first it was discussed how STEM foundations could be built in very young children (0-36 months) with disabilities. Then related examples were given in vignettes.

STEM PRACTICES IN YOUNG CHILDREN WITH DISABILITIES

When teaching is systematic and purposeful, not only it can prevent students from experiencing meaningless challenges, but also, teachers can teach developmentally appropriate skills and knowledge through making necessary accommodations and modifications in the environment and teaching procedure (Hardy & Hemmeter, 2020). A similar circumstance is present in teaching STEM foundational skills to young children with disabilities. In the following, steps that can be followed by adults in building and teaching STEM foundation skills are discussed from Campbell and colleagues' (2012) perspective on STEM learning in young children with disabilities.

Using Routines, Activities, and Transitions (Step 1)

Rather than restrictive settings (e.g., therapy rooms, clinics), for young children (0- to 36-month-olds) with disabilities, their natural environments should be used for teaching STEM foundation skills because participating into daily activi-

ties, routines, and transitions is important for promoting their social, emotional, language, and physical development (Campbell et al., 2008). Using already existing activities, routines, and transitions within daily lives or creating them all for educating purposes can facilitate learning in young children with disabilities (Cooks et al., 2018). For example, the studies found that when children with disabilities participated into classroom activities, they learnt academic content (Courtade et al., 2010; Cushing et al., 2005) and were accepted as valuable members of the classroom (Meyer & Ostrosky, 2016). Repeating what has been learned in different classroom routines, activities, and transitions brings permanency and generalizability in learning in addition to opportunities for students with disabilities to communicate with their classmates and build friendship (Meyer & Ostrosky, 2016). Therefore, routines, activities, and transitions should also be created in their natural settings for young children (0- to 36-month-olds) with disabilities to teach STEM foundation skills.

Doing Embedded Teaching (Step 2)

Embedding foundation concepts required for STEM learning into activities, routines, and transitions emerging in natural contexts can be an effective way for teaching STEM foundation skills. Embedded teaching takes young child's interest and motivation into consideration and provides opportunities for interacting with himself and others in his environment (McWilliam et al., 2003; Rakap, 2017). When young children with disabilities learnt the skills through embedded teaching, it was identified that they were able to generalize their skills to different people, environments, and materials and their learning was long-lasting (Rakap & Parlak-Rakap, 2011). Therefore, involving STEM foundation skills (e.g., sensory motor skills, cognitive skills, spatial skills) into embedded teaching process may increase generalizability and permanency in learning.

Making Adaptations (Step 3)^[1]

Current circumstances may restrict young children with disabilities to access and participate into learning opportunities. These restrictions can be reduced or eliminated through making adaptations (accommodations and modifications) in environments, materials/tools, and teaching process (Campbell et al., 2008; Campbell et al., 2012; Milbourne & Campbell, 2007). It is necessary to understand the purpose of each adaptation because all adaptations serve for young children with disabilities to facilitate their independent access to classroom materials/tools, activities, and environments (Cook et al., 2018). According to Campbell and Milbourne (2007), continuity in adaptations (accommodations and modifications) is

[1] Adaptations are a comprehensive topic and may change depending on age, disability, and individual needs. For detailed information reading adaptations for the age and disability group mentioned in this article: Campbell and colleagues (2012) and <https://stemie.fpg.unc.edu/resources-landing-page>.

fundamental. That is, once an adaptation is applied, the results should constantly be monitored, and any required changes should be implemented according to the individual child's needs.

Adaptations should be made in three phases: environment, materials/tools, and teaching process (Campbell et al., 2012). These phases are also included within the recommended practices by Division of Early Childhood (DEC) (2014) of Council for Exceptional Children (CEC). In each phase, for facilitating STEM learning, the adult focuses on how to support a young child with a disability and later systematically reduce support to make the child with a disability perform independently. First, adaptations in environment, can be described as removing the barriers in settings (e.g., home and classroom) and providing visual aids. Accordingly, daily/weekly graphic schedules (real pictures can also be used), making seating arrangements (e.g., identifying where a child with a disability sits during large-group activities with colored-tapes) in classrooms, changing cupboards' location at classroom entrances for facilitating mobilization of a child using a wheelchair, using lowered-sized open shelves can be given as examples of environmental adaptations.

Second phase, adaptations in materials and tools, can be described as making accommodations and modifications in locations of materials, assistive technological devices, and toys at home or in classrooms. Preparing augmented buttons that a child can control with his hand (rather than his finger), using deep plates and cups for facilitating eating with spoons, and using magnetic cubes to prevent falls while a child with a disability is building can all be given as examples. Third phase, adaptations in teaching process, can be defined as making accommodations and modifications in teaching process for providing full access to learning opportunities. Modeling, constant time delay, natural reinforcing, and scaffolding can be given as examples all of which can provide opportunities for teaching STEM foundational skills to young children with disabilities.

Guiding and Facilitating (Step 4)

In guiding and facilitating step, Campbell and colleagues (2012) explained what adults can do for teaching STEM foundation skills in the following order: Narrating, using STEM words, and posing questions/problems to young children. At first, the adult, should narrate the child's actions because young children between 0-36 months-old may not verbally express what they know, what they learn, and what they experience well enough (Stewart, 2010). In addition, having a certain disability (e.g., intellectual disability, cerebral palsy), mobility issues or delays in their development may create challenges in expressing verbally what these young children learn (Johannson, 1994). Therefore, adults (educators, therapists, and parents) ensure that they narrate the STEM topics and provide language input to young children with disabilities.

Second, adults (educators, therapists, and parents) should use STEM words. That is, they must be knowledgeable about STEM vocabulary and use those words before, during, and after STEM activities. Thus, young children with disabilities can have opportunities to practice STEM words as the adults continue to use them. For example, the adult is expected to gain STEM vocabulary on water if the activity is related to water. Third, the adults must pose questions/problems related to the child's current experience. These questions are expected to foster the children's thinking skills and encourage them for solving problems because young children with disabilities, in STEM teaching, are considered as active learners with critical thinking and problem-solving skills in their learning process, rather than passive listeners who only acquire knowledge from authorities.

EXAMPLES OF BUILDING STEM FOUNDATIONS IN YOUNG CHILDREN WITH DISABILITIES

Building STEM foundational skills in young children with disabilities is discussed with the steps above according to Campbell and colleagues' (2012) approach. For helping to visualize those steps, the two examples are given as vignettes in the following.

Example 1 (Focused on Floating - Sinking)

Mehmet (23 months-old at risk for autism) loves playing with water. He can touch water but starts crying when his clothes gets wet. Using his interest on water, his mother Ezgi decided to make an activity related to floating and sinking for building STEM foundational skills. Ezgi brought the materials (a 100 cm wash-bowl, several plastic and iron sticks [10 cm each], a 10 cm plastic plate) for the activity to the balcony. She helped Mehmet to wear a plastic apron to prevent him from getting wet. Ezgi filled the washbowl with water, threw one of the plastic sticks into the water, and said to Mehmet: 'Plastic stick floats on water.' Mehmet grasped one of the plastic sticks and threw it into water. He, then, started making sticks swim on the water surface. Ezgi repeated: 'Plastic stick floats on water,' waited 3-5 seconds and added: 'Mehmet, what does the plastic stick do in the water?' Mehmet, while looking at Ezgi's face, said: 'Float float' and moved the stick back and forth. This time Ezgi took one of the iron sticks and threw it into the water. Mehmet gave the plastic stick up, took the iron stick out of the water, and then threw it back into the water. Ezgi said: 'The iron stick sank' and Mehmet repeated: 'Sank sank.' Ezgi added: 'The iron stick sank, but the plastic stick floats' Ezgi asked Mehmet while pointing to the sinking iron stick: 'What happened to the plastic stick?' Mehmet moved the plastic stick back and forth on the water surface and said: 'Float float.' Ezgi described Mehmet's action as: 'The plastic stick floats on the water.' After that she threw the rest of the iron sticks into the water and added: 'The

iron sticks sank.' Mehmet gave the plastic stick up, pushed two iron sticks down the water and said: 'Sank, sank.' Ezgi described his action and said: 'The iron sticks sank.' Then she threw the rest of the plastic sticks into the water and added: 'The plastic sticks float.' Mehmet reached for the plastic sticks, grasped the two with his two hands, and repeated: 'Float float' while moving the plastic sticks back and forth on the water surface.

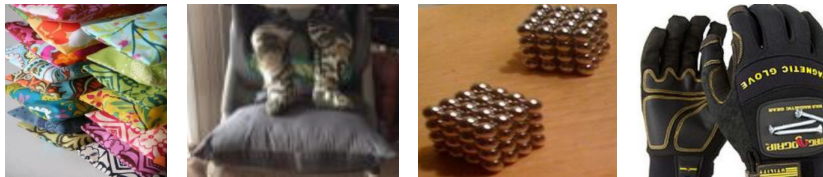
At that moment, Ezgi took the plastic plate, gently put it onto the water, and said: 'The plastic plate floats on the water.' Mehmet stopped moving the plastic sticks and started watching his mother. Ezgi put an iron stick on the plastic plate: 'Look, it looked like a ship' and moved the plastic plate back and forth on the water's surface. She asked Mehmet: 'What does a ship do?' Mehmet: 'Float Float.' Ezgi released her hand and replied to him: 'The ship floats on the water.' Mehmet reached for the plastic plate and moved it back and forth: 'Float float' He then kept moving it back and forth on the water's surface.

The example above, although it is prepared for parents, it can be applied to outdoor areas in school/clinic settings. Teachers and early interventions can both take active roles in building STEM foundational skills. That is, they can teach STEM foundational skills to young children with disabilities by making adaptations (accommodations and modifications) in a classroom or clinic settings. For example, although young toddlers with disabilities may not learn by themselves, they can learn cause-effect relationships by observing people interacting with objects and seeing people making changes to objects (Saxe et al., 2007; Meltzoff et al., 2012). An example of a cause-effect relationship focused STEM activity that can be done in a classroom/clinic setting is given below.

Example 2 (Focused on Cause-Effect Relationship)

Melike (28 months old with cerebral palsy) attends day-care. Her teacher Elif completed the required preparations to practice the cause-effect relationship using magnetic cubes (15cm³ each). Since Melike has some issues balancing her movements, she was placed in a special chair which stabilizes her sitting position. In addition, Elif placed big rugs on each side of the chair and helped Melike wear magnetic gloves to support her in holding the magnetic cubes (See figure 1*).

Figure 1.



*Source: Creative Commons

Elif sat right in front of Melike and said: 'I took the first cube and placed it on the ground. I took the second cube and placed it on the first cube. I took the third cube and placed it on the second cube. I built a tower.' Elif paused for a moment, and asked Melike while looking at her: 'What happens if I hit the tower with my hand?' and waited 3-5 seconds. She then, hit the cubes with her hand and made the two fall on the carpet. Elif repeated her actions with the exact words in the same order, but this time she asked Melike: 'What happens if I hit the tower with my foot?' and waited 3-5 seconds. Elif hit the tower with her foot, and the two cubes fell on the carpet.

Teacher Elif said: 'It is your turn, Melike.' Elif was holding Melike's two hands; then she placed a magnetic cube between Melike's hands. While holding Melike's hands over her gloves, Elif helped Melike to place the magnetic cube on the carpet. Melike reached for another cube with her two hands, held a cube, and moved it towards the first cube. At this time, teacher Elif held Melike's hands over her gloves and put the cube on the first one. Teacher Elif narrated Melike's actions: 'I held the second cube and placed it on the first cube.' Melike reached again, grasped the third cube, and moved it toward the second cube. Again, Elif helped her while placing the second cube on the third one. After that, Elif narrated Melike's action: 'I held the third cube and placed it on the second one,' she asked the question to Melike: 'What happens if I hit the tower with my foot?' Melike hit the tower with her foot, and two cubes fell on the carpet. Teacher Elif described Melike's actions: 'I hit the tower with my foot, and the tower was knocked down.'

Teacher Elif took three cubes next to herself and narrated her actions: 'I took the first cube and placed it on the ground. I took the second cube and put it on the first cube. I took the third cube, put it on the second cube, and I made a tower.' While looking at Melike, Elif asked: 'What happens if I throw a piece of cotton to the tower?' waiting 3-5 seconds and throwing it to the tower, but nothing happened. Elif said: 'The tower was not knocked down. Melike, it is your turn' while placing a piece of cotton between Melike's hands. Melike threw the piece of cotton toward the magnetic cubes, and nothing happened to the cubes. Elif described Melike's action: 'I threw the cotton to the tower, but it was not knocked down.' Melike, using the same piece of cotton, repeated her actions three times, and Elif narrated her actions each time.

DISCUSSION

For building diverse, equitable, and inclusive STEM communities (regardless of age, ethnic background, socio-economic status, or disability status), it is necessary to prepare young children based on their interests and potentials to contribute to STEM areas. Because the future of the economy lies with STEM, and future jobs are in STEM areas (Basham & Marino, 2010; Rothwell, 2013; STEM Education

Coalition Report, 2019). It is required to provide young children with disabilities access and participate in learning opportunities that support their academic skills as early as possible to become economically competent, independent adults and be part of the future workforce. To reach that goal, it is necessary to make adaptations (accommodations and modifications) in the STEM teaching process and apply those consciously, systematically, and continuously.

In the first example above, sinking-floating concepts were practiced with a two-year-old boy with autism. The information regarding the child's discomfort (crying when his clothes get wet) helped the mother to take precautions and prevent possible problems. Using different materials (e.g., wood and rock), this activity can be applied to classroom and clinic settings. Although preparing (e.g., preparing STEM words to be used or questions/problems to be posed) may take time for a teacher or an expert, their activity repertoire on STEM vocabulary and questions is likely to be built. The activity in this first example may not be appropriate for every child on the autism spectrum. For the ones with sensory issues with touch, different adaptations (e.g., using different liquids or protective gloves) may be required. Depending on the severity of sensory issues, this activity may have to be done with video demonstration only. Based on the individual needs of a young child with a disability, the same activity may require different accommodations and modifications. In such activities, continuity is necessary to understand whether the concept is learned by the child or not. Not only parents but also teachers should systematically continue doing the activity. Children with autism have limitations in the generalization of skills or knowledge to new settings and people. Therefore, the concept of sinking-floating should repeatedly be practiced using different materials.

In the second example, it was focused on the cause-effect relationship by making a variety of accommodations (e.g., using a chair supporting his seating, magnetic gloves for facilitating his reach and grasp, reinforcing cubes with magnets) and modifications (e.g., limiting a number of cubes with three) in a classroom setting for a young child with limitations in mobility. After adaptations (accommodations and modifications) are provided, an educator requires a small training to be able to narrate and pose questions/problems to the child during the activity. Otherwise, the adult may force the child with directions above his developmental level. As the activity focuses on cause-effect relationships, it also requires the adult to make pre-preparation about choosing STEM words to be used during the activity. This activity can be done at home by parents or experts in clinics. Even if necessary circumstances are met since this activity requires one-to-one attention, it could be difficult to do in crowded classrooms. Besides, providing materials may not always be feasible. Especially for institutions in disadvantaged regions (e.g., schools located in rural areas with poverty), this situation becomes more obvious. In such circumstances, unfortunately, the schools may need to do the activity based on the available materials rather than the individual needs of a child.

CONCLUSION

All children are candidates for becoming future scientists (Gelman et al., 2010), and it is possible to see them making discoveries and investigations through high-quality science, technology, engineering, and mathematics activities. As highlighted in the two examples above, adults should remember that the target group is young children with disabilities less than three years of age; therefore, the length and contents of activities offered to these groups should be kept brief and short. There might be educators, experts, and parents who may find STEM activities developmentally inappropriate, too difficult, and abstract for such a young group of children with disabilities. But such perspectives may be altered in a positive direction by incorporating undergraduate level STEM education classes for pre-service early childhood and special education teachers (Çakır et al., 2019; Ünlü & Dere, 2018). In addition, with a detailed and careful plan, it is possible to make high-quality STEM foundation inputs appropriate to individualized goals and objectives at homes, schools, and any social environments. Thus, infrastructure for general education curriculum accessibility can be built in the early years of life. The benefits of early science and mathematics teaching for future academic skills are shown by many studies (Aubrey et al., 2006; Claessens et al., 2009; Paprzycki et al., 2017). Therefore, early childhood educators and special education experts should be encouraged and supported via in-service trainings to make activities related to STEM foundational skills appropriate for young children's interest areas, abilities, and needs (Brenneman et al., 2019; Jamil et al., 2018).

ACKNOWLEDGEMENTS

We would like to thank all our colleagues who contributed to our paper with their generous feedback.

CONFLICT OF INTEREST

There is no personal or financial conflict of interest between the authors of the article within the scope of the study.

Author Contributions:

Contribution Level: Author 1: %50 - Author 2: %50

REFERENCES

- Alptekin, S. (2012). Teaching the social skills to the mentally retarded students through direct instruction approach. *Ondokuz Mayıs University Education Faculty Journal*, 31, 1-19. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/187993>
- Aubrey, C., Godfrey, R. & Dahl, S. (2006). Early mathematics development and later achievement: Further evidence. *Mathematics Education Research Journal*, 18, 27-46. <https://doi.org/10.1007/BF03217428>
- Ayres, K. M., Lowrey, K. A., Douglas, K. H., & Sievers, C. (2011). I can identify Saturn but I can't brush my teeth: What happens when the curricular focus for students with severe disabilities shifts. *Education and Training in Autism and Developmental Disabilities*, 46, 11-21. <https://www.jstor.org/stable/23880027>
- Balçın, M. D., & Yıldırım, M. (2021). Kaynaştırma öğrencilerinin fen bilimleri dersi STEM çalışmalarının değerlendirilmesi. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Özel Eğitim Dergisi*, 22, 307-341. doi: 10.21565/ozelegitimdergisi.660695
- Barnett, J. H., Trillo, R., & More, C. (2018). Visual supports to promote science discourse for middle and high school students with autism spectrum disorders. *Intervention in School and Clinic*, 53, 292-299. <https://doi.org/10.1177/1053451217736865>
- Bartholomew, A., Papay, C., McConnell, A., & Cease-Cook, J. (2015). Embedding secondary transition in the common core state standards. *Teaching Exceptional Children*, 47, 329-335. <https://doi.org/10.1177/0040059915580034>
- Barton, A. C., & Tan, E. (2018). A longitudinal study of equity-oriented STEM-rich making among youth from historically marginalized communities. *American Educational Research Association*, 55, 761-800. <https://doi.org/10.3102/0002831218758668>
- Basham, J. D., & Marino, M. T. (2010). Introduction to the topical issue: Shaping STEM education for all students. *Journal of Special Education Technology*, 25, 1-2. <https://doi.org/10.1177/016264341002500301>
- Boutain, A. R., Sheldon, J. B., & Sherman, J. A. (2020). Evaluation of a telehealth parent training program in teaching self-care skills to children with autism. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 53, 1259-1275. <https://doi.org/10.1002/jaba.743>
- Breiner, J. M., Harkness, S. S., Johnson, C. C., & Koehler, C. M. (2012). What is STEM? A discussion about conceptions of STEM in education and partnerships. *School Science and Mathematics*, 112, 3-11. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2011.00109.x>
- Brenneman, K., Lange, A., & Nayfeld, I. (2019). Integrating STEM into preschool education; designing a professional development model in diverse settings. *Early Childhood Education Journal*, 47, 15-28. <https://doi.org/10.1007/s10643-018-0912-z>
- Buck Institute. (2018). What is project-based learning (PBL)? Retrieved 16 March 2014, from http://www.bie.org/about/what_pbl
- Campbell, P. H., Kennedy, A. A., & Milbourne, S. (2012). *CARA's kit for toddlers*. Baltimore, MD: Brookes Publishing Co.
- Campbell, P. H., Milbourne, S., & Wilcox, M. J. (2008). Adaptation interventions to promote participation in natural settings. *Infants and Young Children*, 21, 94-106. https://journals.lww.com/ijcjournal/Fulltext/2008/04000/Integrating_Assistive_Technology_Into_an.00002.aspx
- Carnine, L., & Carnine, D. (2004). The interaction of reading skills and science content knowledge when teaching struggling secondary students. *Reading & Writing Quarterly: Overcoming Learning Difficulties*, 20, 203-218. <https://doi.org/10.1080/10573560490264134>
- Claessens, A., Duncan, G., & Engel, M. (2009). Kindergarten skills and fifth-grade achievement: Evidence from the ECLS-K. *Economics of Education Review*, 28, 415-427. <https://doi.org/10.1016/j.econedurev.2008.09.003>
- Civil Rights Data Collection (CDRC) (2020). Civil rights data for the 2017-18 school year. <http://ocrdata.ed.gov>
- Cooks, R. E., Richardson-Gibbs, A. M., & Dotson, L. N. (2018). *Strategies for including children with special needs*. Boston, MA: Cengage Learning.
- Courtade, G. R., Browner, D. M., Spooner, F., & DiBiase, W. (2010). Training teachings to use an inquiry-based task analysis to teach science to students with moderate and severe disabilities. *Education and Training in Autism and Developmental Disabilities*, 45, 378-399. <http://www.jstor.org/stable/23880112>
- Collins, B. C., Karl, J., Riggs, L., Galloway, C. C., & Hager, K. D. (2010). Teaching core content with real-life applications to secondary students with moderate and severe disabilities. *Teaching Exceptional Children*, 43, 52-59. <https://doi.org/10.1177/004005991004300106>

- Cushing, L. S., Clark, N. M., Carter, E. W., & Kennedy, C. H. (2005). Access to the general education curriculum for students with significant cognitive disabilities. *Teaching Exceptional Children*, 38, 6-13. <https://doi.org/10.1177/004005990503800201>
- Çiftçi, A. & Topçu, M. S. (2021). Okul öncesi öğretmen adaylarının STEM eğitime yönelik zihinsel modelleri ve görüşleri. *Milli Eğitim*, 50, 41-65. <https://dergipark.org.tr/en/pub/milliegitim/issue/64603/719596>
- Demirel (2008). *An investigation of the effect of balance education exercises on some self-care skills of mentally retarded children*. [Unpublished Master Thesis] Gazi University.
- Every Student Succeeds Act, 20 U.S.C. § 6301 (2015). <https://www.congress.gov/bill/114th-congress/senate-bill/1177>
- Fuller, J. A., Luckey, S., Odean, R., & Lang, S. N. (2021). Creating a diverse, inclusive, and equitable learning environment to support children of color's early introductions to STEM. *Translational Issues in Psychological Science*, 7, 473-486. <https://doi.org/10.1037/tps0000313>
- Garrett, J. L. (2008). STEM: The 21st century Sputnik. *Kappa Delta Pi Record*, 44, 152-153. <https://doi.org/10.1080/00228958.2008.10516514>
- Gelman, R., Brennen, K., MacDonald, G., & Román, M. (2010). *Preschool pathways to science: Facilitating scientific ways of thinking, talking, doing, and understanding*. Baltimore, MD: Brookes.
- Greene, A., & Bethune, K. S. (2019). The effects of systematic instruction in a group format to teach science to students with autism and intellectual disability. *Journal of Behavioral Education*, 30, 62-79. <https://doi.org/10.1007/s10864-019-09353-6>
- Hardy, J. K., & Hemmeter, M. L. (2020). Designing inclusive science activities and embedding individualized instruction. *Young Exceptional Children*, 23, 119-127. <https://doi.org/10.1177/1096250619833988>
- Holmes, M.H., Jackson, J.K., & Stoiko, R. (2016). Departmental dialogues: Facilitating positive academic climates to improve equity in STEM disciplines. *Innovative Higher Education*, 41, 381-394. <https://doi.org/10.1007/s10755-016-9358-7>
- Hynes, M., Portsmouth, M., Dare E., Milto, E., Rogers, C., Hammer, D., & Carberry, A. (2011). Infusing engineering design into high school STEM courses. <http://ncete.org/flash/pdfs/Infusing%20Engineering%20Hynes.pdf>
- Hughes, B. E. (2018). Erratum for the research article: "Coming out in STEM: Factors affecting retention of sexual minority STEM students" by B. E. Hughes. *Scientific Advances*, 4, eaau2554. doi:10.1126/sciadv.aau2554
- Holmlund, T. D., Lesseig, K., & Slavit, D. (2018). Making sense of 'STEM education' in K-12 contexts. *International Journal of STEM Education*, 5, 1-18. <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0127-2>
- Individuals With Disabilities Education Act, 20 U.S.C. § 1400 (2004).
- Jackson, C., Mohr-Schroeder, M. J., Majorca, S. B., Roberts, T., Yost, C., & Fowler, A. (2021) Equity-Oriented Conceptual Framework for K-12 STEM literacy. *International journal of STEM Education*, 8, 1-16. <https://doi.org/10.1186/s40594-021-00294-z>
- Jamil, F. M., Linder, S. M. & Stegeline, D.A. (2018). Early childhood teacher beliefs about STEAM education after a professional development conference. *Early Childhood Education Journal*, 46, 409-417. <https://doi.org/10.1007/s10643-017-0875-5>
- Jang, H. (2016). Identifying 21st century STEM competencies using workplace data. *Journal of Science Education and Technology*, 25, 284-301. <https://doi.org/10.1007/s10956-015-9593-1>
- Jimenez, B. A., Lo, Y., & Saunders, A. F. (2014). The additive effects of scripted lessons plus guided notes on science quiz scores of students with intellectual disability and autism. *The Journal of Special Education*, 47, 231-244. <https://doi.org/10.1177/0022466912437937>
- Johannson, I. (1994). *Language development in children with special Needs: Performative communication*. Jessica Kingsley Publishers Ltd, London: England.
- Kasari, C., Rotheram-Fuller, E., Locke, J. & Gulsrud, A. (2012) Making the connection: Randomized controlled trial of social skills at school for children with autism spectrum disorders. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 53, 431-439. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2011.02493.x>
- Knight, V. F., Smith B. R., Spooner, F., & Browder, D. (2012). Using explicit instruction to teach science descriptors to students with autism spectrum disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 42, 378-389. <https://doi.org/10.1007/s10803-011-1258-1>
- Knight, V. F., Kuntz, E. M., & Brown, M. (2018). Paraprofessional-delivered video prompting to teach academics to students with severe disabilities in inclusive settings. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 48, 2203-2216. <https://doi.org/10.1007/s10803-018-3476-2>

- Kurth, J. A., Rupp, A. L., Toews, S. G., McCabe, K. M., McQueston J. A., & Johnston, R. (2019). Considerations in placement decisions for students with extensive support needs: An analysis of LRE statements. *Research and Practice for Persons with Disabilities*, 44, 3-19. <https://doi.org/10.1177/1540796918825479>
- Leibnitz, G. M. (2022). The inclusive professional framework for societies: Changing mental models to promote diverse, equitable, and inclusive STEM systems change. *Frontiers in Sociology*, 6, 1-9 <https://doi.org/10.3389/fsoc.2021.784399>
- Lerback, J.C., Holt, M.M., St. Pierre, G.A.E. et al., Alvarez, S. (2022) Community voices: Achieving real diversity in STEM requires the ability to transform institutions. *Nature Communications*, 13, 1-3, 1684. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-27376-4>
- Marshall, D., Wright, B., Allgar, V., Adamson, J., ..., McMillan, D. (2016). Social stories in mainstream schools for children with autism spectrum disorder: a feasibility randomized controlled trial. *BMJ Open*, 6, 1-10. doi:10.1136/bmjopen-2016-011748.
- Meltzoff, A. N., Waismeyer, A., & Gopnik, A. (2012). Learning about causes from people: observational causal learning in 24-month-old infants. *Developmental Psychology*, 48, 1215-1228. <https://doi.org/10.1037/a0027440>
- Meyer, L. E., & Ostrosky, M. M. (2016). Impact of an affective intervention on the friendships of kindergarteners with disabilities. *Topics in Early Childhood Special Education*, 35, 200-210. <https://doi.org/10.1177/0271121415571419>
- McWilliam, R. A., Scarborough, A. A., & Kim, H. (2003). Adult interactions and child engagement. *Early Education and Development*, 14, 7-28. https://doi.org/10.1207/s15566935eed1401_2
- McClure, E. R., Guernsey, L., Clements, D. H., Bales, S. N., Nichols, J., & Kendall-Taylor, N. (2017). *STEM starts early: Grounding science, technology, engineering, and math education in early childhood*. New York: The Joan Ganz Cooney Center at Sesame Workshop.
- McGee, E. O. (2020). *Black, brown, bruised: How racialized STEM education stifles innovation*. Cambridge, MA: Harvard Education Press.
- Milbourne, S., & Campbell, P. H. (2007). *CARA's Kit: Creating adaptations for routines and activities*. Philadelphia: Thomas Jefferson University, Child and Family Studies Research Programs, Thomas Jefferson University.
- Millî Eğitim Bakanlığı (MEB) (2018). Özel eğitime ihtiyacı olan bireyler için erken çocukluk özel eğitim öğretim programı. Erişim adresi: <http://mufredat.meb.gov.tr/Dosyalar/2020915910732-Erkencocukluk.pdf>
- Morgan, P. L., Farkas, G., Hillemeier, M. M., & Maczuga, S. (2016). Science achievement gaps begin very early, persist, and are largely explained by modifiable factors. *Educational Researcher*, 45, 18-35. doi:10.3102/0013189X16633182
- Morrell, C. & Parker, C. (2013). Adjusting Micromessages to Improve Equity in STEM. *Diversity & Democracy*, 16, 1-4. https://www.researchgate.net/profile/Carolyn-Parker/publication/273425521_Adjusting_Micromessages_to_Improve_Equity_in_STEM/links/57d882d608ae6399a3992c1f/Adjusting-Micromessages-to-Improve-Equity-in-STEM.pdf
- National Research Council (1996). *National science education standards*. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/4962>
- National Council on Disability. (2017). National disability policy: a progress report. <https://ncd.gov/progressreport/2017/national-disability-policy-progress-report-october-2017>
- No Child Left Behind Act of 2001, P.L. 107-110, 20 U.S.C. § 6319 (2002).
- Paprzycki, P., Tuttle, N., Czerniak, C. M., Molitor, S., Kadervaek, J., Mendenhall, R. (2017). The impact of a Framework-aligned science professional development program on literacy and mathematics achievement of K-3 students. *Journal of Research in Science Teaching*, 54, 1174-1196. <https://doi.org/10.1002/tea.21400>
- Pektaş, S. (2019). Müzikal etkinliklere dönüştürülmüş sosyal öykü uygulamalarının gelişimsel yetersizliği olan çocuklara sosyal beceri öğretiminde etkililiği [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi] İnönü Üniversitesi. <http://hdl.handle.net/11616/15241>
- Rakap, S. (2017). Impact of coaching on pre-service teachers' use of embedded instruction in inclusive preschool classrooms. *Journal of Teacher Education*, 68, 125-139. <https://doi.org/10.1177/0022487116685753>.
- Rakap, S., & Rakap-Parlak, A. (2011). Effectiveness of embedded instruction in early childhood special education: A literature review. *European Early Childhood Education Research Journal*, 19, 79-96. <https://doi.org/10.1080/1350293X.2011.548946>
- Riley, D., Slaton, A. E., Pawley, A. L., Johri, A., & Olds, B. M. (2014). *Social justice and inclusion: Women and minorities in engineering* (pp.335-356). Cambridge Handbook Engineering Education Research, 335-356. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139013451.022>

- Rothwell, J. (2013). The hidden STEM economy: Key findings. A New Report from Brookings Metropolitan Policy Program. <https://www.brookings.edu/interactives/the-hidden-stem-economy-key-findings/>
- Saxe, R., Tenenbaum, J., & Carey, S. (2005). Secret agents: inferences about hidden causes by 10- and 12-month-old infants. *Psychological Science*, 16, 995-1001. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2005.01649.x>. PMID: 16313665.
- Schertz, H.H., Odom, S., Baggett, K., & Sideris, J. (2013) Effects of Joint Attention Mediated Learning for toddlers with autism spectrum disorders: An initial randomized controlled study. *Early Childhood Research Quarterly*, 28, 249-258. <https://doi.org/10.1016/j.jecresq.2012.06.006>
- Schoenfeld, A. H. (2004). The math wars. *Educational Policy*, 18, 253-286. <https://doi.org/10.1177/0895904803260042>
- Smith, B. R., Spooner, F., & Wood, C. L. (2013). Using embedded computer-assisted explicit instruction to teach science to students with autism spectrum disorder. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 7, 433-443. <https://doi.org/10.1016/j.rasd.2012.10.010>
- Southwest Regional STEM Network (2009). Southwest Pennsylvania STEM network long range plan (2009-2018): plan summary, (p. 15). Pittsburgh: Author.
- STEM Education Coalition Report (2019). STEM briefings collection. <http://www.stemedcoalition.org>
- Stewart, (2010). Language Development in Children with Special Needs. *International Encyclopedia of Education* (pp.745-751). <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-044894-7.01127-1>
- Şabanova, N., & Cavkaytar, A. (2007). Effectiveness of teaching self-care and domestic skills to children with mental retardation by teacher aides. *Eurasian Journal of Educational Research*, 27, 43-57. <https://easiv.anadolu.edu.tr/xmlui/handle/11421/14352>
- Şardağ, M., Kaya, G., Özcan, H., & Çakmakçı, G. (2020). *Matematik ve fen bilimleri öğretmenlerinin kapsayıcı bir eğitim açısından desteklenmesi: Çeşitliliğin ele alınması ve temel değerlerin teşvik edilmesi*. Pusula 20 Teknoloji ve Yayıncılık: İstanbul.
- The National Alliance for Partnerships in Equity (2020). *Annual report*. <https://napequity.org/wp-content/uploads/NAPE-2020-Annual-Report.pdf>
- Uhlenberg, J. M., & Geiken, R. (2021). Supporting young children's spatial understanding: Examining toddlers' experiences with contents and containers. *Early Childhood Education Journal*, 49, 49-60. <https://doi.org/10.1007/s10643-020-01050-8>
- Ulusal Bilim, Mühendislik ve Tıp Akademileri [National Academies of Sciences, Engineering and Medicine] (2018). Graduate STEM education for the 21st century. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/25038>.
- Wang, J., & Feigenson, L. (2019). Infants recognize counting as numerically relevant. *Developmental Science*, 22, 1-10. <https://doi.org/10.1111/desc.12805>
- Wells, R., & Kommers, S. (2022). Graduate and professional education for students with disabilities: Examining access to STEM, legal, and health fields in the United States. *International Journal of Disability, Development and Education*, 69, 672-686. <https://doi.org/10.1080/1034912X.2020.1726299>
- Wood, L., Browder, D. M., & Spooner, F. (2020). Teaching listening comprehension of science e-texts for students with moderate intellectual disability. *Journal of Special Education Technology*, 35, 272-285. <https://doi.org/10.1177/0162643419882421>