

ARAŞTIRMA

Açık Erişim

Montessori Yaklaşımı Temelli STEM Eğitimlerinin Okul Öncesi Öğretmen Adaylarının Yapılandırmacı Öğrenme Ortamı Oluşturmalarına Etkisi

Zehra Çakır *, Sema Altun Yalçın **

Öz

Çalışmada Montessori yaklaşımı temelli STEM eğitimlerinin; okul öncesi öğretmen adaylarının yapılandırmacı öğrenme ortamı oluşturma becerileri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Çalışmada karma yöntem kullanılmıştır. Çalışmanın örneklemini Doğu Anadolu' nun orta ölçekli bir ilindeki devlet üniversitesinde Okul Öncesi Öğretmenliği Bölümündeki 53 öğretmen adayı oluşturmuştur. Çalışmada öğretmen adaylarının yapılandırmacı öğrenme ortamı oluşturma becerilerindeki değişimi belirlemek amacıyla tek grup öntest sontest deseni oluşturulmuştur. Çalışmada nicel verilerin elde edilmesinde "Yapılandırmacı Öğrenme Ortamı" ölçeği ve nitel veriler içinde "Yarı Yapılandırılmış Mülakat Formu" kullanılmıştır. Çalışmada elde edilen nicel verilerin analizi istatistiksel yöntemler ile nitel verilerin analizi ise içerik analizi ile yapılmıştır. Çalışma süresince toplamda 14 hafta boyunca haftada 2 ders saati olmak üzere adaylara Montessori yaklaşım temelli STEM eğitimleri verilmiştir. Çalışma sonucunda yapılandırmacı öğrenme ortamı oluşturma becerilerinin öntest ve sontest puanları arasında, anlamlı bir farklılık olduğu tespit edilmiştir. Aynı zamanda nitel analiz sonuçlarının da bu farklılığı desteklediği görülmüştür. Bu gelişmeler, öğretmen adaylarının görüşmelerde verilen eğitimin kişisel ve sosyal gelişimlerine büyük katkı sağladığı ve bir konu hakkında öğrenme ve öğretme becerisi kazanmalarına yardımcı olduğu yönündeki ifadelerinden tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda, Montessori yaklaşımına dayalı STEM eğitimi ile okul öncesi öğretmen adaylarının özgüven, azim, kendi kendine planlı öğrenme ve öz değerlendirme gibi öz-yönelimli öğrenme becerilerinin geliştiği sonucuna varılabilir.

Anahtar Kelimeler: Montessori yaklaşımı, öğretmen adayları, okul öncesi, stem, yapılandırmacı öğrenme

Makale Geçmişi

Geliş: 28/11/2024

Düzeltilme: 09/12/2024

Kabul: 07/04/2025

* Dr. Öğr. Üyesi, Bayburt Üniversitesi, ORCID: 0000-0003-4585-8214, Bayburt, Türkiye, zehracakir@bayburt.edu.tr

** Prof. Dr., Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, ORCID: 0000-0001-6349-2231, Erzincan, Türkiye, sayalcin@erzincan.edu.tr

Atıf için: Çakır, Z. ve Altun Yalçın, S. (2025). The effect of montessori approach-based STEM trainings on pre-service preschool teachers' creating a constructivist learning environment. *OJCES*, 3(5), 81-121. [https:// 10.5281/zenodo.15677195](https://10.5281/zenodo.15677195)

Makale ek bilgisi: Doktora tezinden üretilmiştir

Giriş

Günümüzde bireylerden beklenen temel özellik bilgi tüketimi yerine bilgiyi üreten becerilerine sahip olmalarıdır. Bilgiyi hazır olarak alıp yönlendirmelerle şekillendirerek kullanan bireyler yerine, bilgiyi yorumlayarak yapılandıran ve yeni bilgilerin üretilmesi sürecine aktif olarak katılım gösteren bireylere ihtiyaç vardır (Çakır & Yalçın, 2022). Bu konuda yapılandırmacı öğrenme ortamları, bireylere bilgiyi işlemesine, varsayım da bulunmasına, deney ve araştırma yapmasına katkı sağlayarak üst düzey düşünmeye ulaşmada bireye fırsatlar sunar (Soykara, 2012). Yapılandırmacı öğrenme öğrenciyi bilginin merkezine alır ve bilginin inşasında öğrencinin kendi öğrenme sistemini oluşturarak kendi hızına, potansiyeline uygun olarak yapılandırmayı temel alır (Şaşan, 2002; Windschitl, 2000). Kazanılan her bilgi bir sonraki bilgiyi yapılandırmaya zemin hazırlar; her öğrencinin yeni bilgi ile önceki bilgileri ilişkilendirip öğrendiği fikrini temele almaktadır (Güven vd., 2018). Yapılandırmacı öğrenmenin ilkelerinde öğrenme öznel, sosyal, duygusal, çevreden etkilenir, gelişimseldir, sürekli, kavramsal bir değişmeyi içerir ve öğrenme edilgin bir alma süreci olmayıp, etkin bir anlam oluşturma süreci şeklindedir (Saban, 2000). Yapılandırmacı öğrenme ile bireyler bilimsel çalışma becerileri kazanır. Yani bilimsel alanda birçok sığ bilgi yerine bireylere daha az konuda çok daha derine inebilme, analiz edebilme becerisi kazandırır. Yine yapılandırmacı öğrenme becerisi kazanmış bireyler, karşılarına çıkan sorunları çözüme ulaştırmak için kalıplaşmış bilgilerini değil güncel yaptıkları araştırmalarını, keşiflerini, hipotezlerini oluşturarak fikir üretmeyi bilirler. Böylece problemin çözümü için önceden deneyimlediği bilgilerini araştırmaları neticesinde edindiği yeni bilgilerle harmanlayarak yapılaşmış bilgiler elde edilir (İşman, 2002). Yapılandırıcı öğrenme becerisi geliştirilen bireylerin öz güven, girişimci olma, kendini ifade etme, öz yönetimli öğrenme, iletişim kurma, olaylara eleştirel bakış açısıyla bakma, analitik düşünme, problem çözme, plan yapma, öğrendiklerini günlük yaşama aktarma gibi 21.yy özelliklere sahip olması beklenir (Marlowe ve Page, 1998). Bu becerilere sahip olacak öğrenciler için oluşturulan öğrenme ortamında, ilgi çekici eğitsel materyallerle (vb.) öğrenme arzusunun teşvik edilmesi ve sürdürülmesini sağlamak gerekmektedir. Bu ortamı düzenleyecek olan öğretmen ise öncelikle kendisinin bu becerilerini geliştirecek eğitimleri almasının önemi vurgulanmaktadır (Yıldırım ve Ateş, 2016). Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik disiplinleri eğitim-öğretim programlarında yer alan kazanımların gerçekleştirilmesinde öğrencilerin yapılandırmacı öğrenme becerilerinin önemini vurgulamaktadır (Mertoğlu, 2011). Bu durum, öğrenmeleri daha anlamlı hale getirerek kazanımların gerçekleşmesini; bugünün karmaşık problemlerini çözebilecek bireylerin yetişmesini sağlar (Şaşan, 2002).

Yapılandırmacı öğrenme becerisi hızla gelişen günümüz teknolojik çağında bireylerden beklediği temel özelliklerden biridir. Eğitimin yeni hedefi; bilgiyi nasıl ve nerede kullanacağını bilen, kendi öğrenme yöntemlerini tanıyıp kendi öğrenme sürecini izleyebilen ve etkili bir biçimde kullanan, yeni bilgiler üretmede önceki bilgilerinden yararlanan, ülke ekonomisi için faydalı üretken bireylerin yetiştirilmesidir. Son yıllarda öğretim disiplinlerinin eğilimleri göz önüne alındığında (özellikle COVID-19 pandemisinin gelişimi, bilgisayar, mobil ve uzaktan teknolojilerin tanıtılması ile ilgili kısıtlamalar nedeniyle eğitim sürecinin eğitim alanındaki modern eğilimlerle uyumu; aktif yeni eğitim ekipmanının dahil edilmesi, yapılandırmacı öğrenme ortamlarının artırılması ve daha ileri mesleki faaliyetlerle ilgili yeterliliklerin oluşturulması, gelecekteki uzmanların etkili ve kaliteli mesleki eğitim fırsatlarını genişletecek, araştırma, analitik çalışma, deney ve eleştirel düşünme yeteneğinin geliştirilmesi gerekmektedir. (Grunina vd., 2016). Bu hedefe ulaşmanın ve güçlü bir gelecek inşa etmenin yolu olarak görülen, kişilerin birer bilim ve teknoloji okuryazarı olarak yetiştirilmesi vizyonunda başarıya ulaşılabilmesi için öğrenme, öğretim yöntemleri ve öğrenme ortamı ile ilgili eğitim

programında etkili reformlara gidilmelidir (Alkan, 2021). Bu reformlar arasında; etkililiği birçok ülkede kanıtlanan, yapılandırmacılık felsefesini barındıran STEM eğitiminin yanı sıra okul öncesi eğitimden itibaren başlanan Montessori yaklaşımı yer almaktadır. Ortak amaçları içeren bu iki etkili eğitimin birleştirilmesi ile sunulan Montessori yaklaşımı temelli STEM eğitimleri bireyin yapılandırmacı öğrenme becerileri kapsamında yer alan özelliklerini geliştirmektedir (Çakır vd., 2019). Özellikle dünyada okul öncesi dönemde verilen eğitimlerin öneminin farkına varılmasıyla, Türkiye de dâhil bütün dünya bu döneme yönelik Montessori yaklaşımı ve STEM eğitimi gibi güncel eğitim programlarında önemli bir artış olmuştur. Bu programlar modern eğitim anlayışını ve çocukların 21.yy ile sosyal becerilerini geliştirmeye yönelik olması ile dikkati çekmektedir (Çakır ve Altun Yalçın, 2022).

Okul öncesi dönemde Montessori yaklaşımı esas alınarak uygulatılan oyunlar, çocuğa kazandırılması istenilen önemli kavram ve beceriler üzerinde planlı olarak STEM uygulamaları içerisinde kullanılabilir. Özellikle okul öncesi dönemdeki çocuklar etrafında gerçekleşen olaylara ve nesnelere karşı oldukça meraklı ve araştırmacı bir ruha sahiptirler. Planlanan oyun dâhilinde soru sorma, sorgulama ve hipotez oluşturmalarına imkân verilerek, çocukların STEM alanlarına yönelik beceri ve bilgileri geliştirilebilir (Çakır, 2022). Bu noktada STEM alanlarının okul öncesi dönemde uygulanan Montessori yaklaşımıyla hazırlanan ortamda desteklenerek etkili bir şekilde verilebileceği düşünülmektedir. Bu düşüncenin temelinde Montessori sınıflarında fen, matematik, mühendislik ve teknoloji entegrasyonunu inceleyen akademisyenler ortaya koyulan, Montessori felsefesinin ve müfredatının çeşitli yönlerinin STEM eğitiminin hedefleriyle uyumlu olduğu ispatı yatmaktadır (Çakır ve Altun Yalçın; 2021; Elkin vd., 2014; Ibes ve Ng, 2011; Rinke vd., 2013; Yıldırım, 2021). Her iki yaklaşım da öğrencilerin özellikle günümüz doğal dünya hakkında ilgi ve merakını artırmayı amaçlar. Her ikisinde de öğretmenler rehber konumundadır ve öğrenci merkezli yöntemleri kullanılır. Her ikisi de grup çalışmasını ve işbirlikçi öğrenmeyi teşvik eder. Yine her ikisi de, açık veya örtük olarak, öğrenmenin çocuğun çevre ile etkileşimi ile ortaya çıktığı yapılandırmacı öğrenme yaklaşımdan yararlanır (Rinke vd., 201). Yapılandırmacı öğrenme ortamı sağlanırken temel hedef; (Montessori temelli STEM eğitiminin de esas aldığı) yaparak ve yaşayarak, düşünerek öğrenmedir. Birey yapılandırmacı öğrenmede uygulamalar yaparken özgürdür, özgürce keşfetme (Montessori yaklaşımının ilkelerindeki gibi) imkanı bulur. Sorgulama ve problem durumu (STEM eğitimindeki gibi) oluşturmaları sağlanır (Mertoğlu, 2011). Bir disiplinin diğer disiplinlerle ilişkilendirilmesi sürecinde gerçek yaşam problemleriyle bağlantı kurulması yanında 21. yüzyıl yaşam becerileriyle desteklenmesi gerekmektedir. Montessori yaklaşımı temelli STEM eğitimi, bireylerin bilimsel bilgiyi yaparak yaşayarak kazanmalarına yardım eder (Güven vd., 2018). Yapılandırmacı öğrenmeye göre bilgi her bir bireyin zihninde farklı şekilde yapılandırılır. Her bireyin farklı şekilde yapılandığı bilgiler bireyin eski bilgilerinden ve yaşamışlıklarından etkilendiği için eski bilgilerin dikkate alınması gereklidir (Özmen, 2016). Yapılandırmacı öğrenme, Montessori yaklaşımı temelli STEM eğitiminin amaçları arasında yer alan; bireyin geçmiş bilgi ve deneyimlerinin, yeni edineceği deneyimlerle birleştirilmesi, içselleştirmesi olarak da tanımlanabilir (Baytok, 2007). Eğer birey yeni bilgileri zihninde bütünleştiremezse o bilgiler zihninde sadece bilgi birikimi olarak kalacaktır. Yapılandırmacılık da bilginin birikimi, ezberi ya da tekrarı değil, bilginin transferi ve yeniden yapılandırılması söz konusudur. Yine öğrencilerin bireysel farklılıklarını göz önüne alarak onların bireysel ihtiyaçlarına, ilgilerine ve deneyimlerine, güçlü ve zayıf yönlerine göre değerlendirerek öğrenmeler gerçekleştirilmesine önem verir. Programa sıkı sıkı bağlı kalmak yerine, konuları seçmek ve kendi şartlarına uyarlama tercih edilir. Öğrenciler arasında rekabet oluşturulmaz. Bunun yerine bilgiyi ve

sorumlulukları paylaşmayı, birbirlerine saygı duymayı öğretir. Öğrenmenin sorumluluğu öğretmen ve öğrenci tarafından paylaşılmaktadır (Jonassen, 1994; Karadağ vd., 2008).

Bilgideki hızlı değişimler ve gelişmeler bireyin öz yönetimli öğrenme yöntemlerini, var olan becerilerini yükseltmek için yaşam boyu öğrenen olmalarını gerektirmektedir. Bunun için de eğitim sisteminde öğrenme ortamlarının bireylerin kendi öğrenme sürecini yönetebilmeleri ve yaşam boyu öğrenimlerini destekleyici formatta düzenlenmesine ihtiyaç duyulmaktadır (Kaya vd., 2010). Tam bu noktada oluşturulan yapılandırmacı öğretim ortamları, bireylere çevreleriyle daha fazla etkileşimde bulunmalarına olanak sağlayan, işbirliğine ve probleme dayalı öğrenme yöntemlerini esas alan ve ortamda öğrenenleri aktif kılarak etkili öğrenmelere katkı sağlamaktadır (Karadağ vd., 2008). Bu ortamlarda gerçekleştirilen eğitimlerin bireylerin öz yönetimli öğrenme ve yaşam boyu öğrenme becerilerinin gelişimine katkı sağladığı belirtilmiştir (Kaya vd., 2010). Literatür sonuçlarında ise yapılandırmacı öğrenme ortamlarını oluşturacak öğretmenlerin bu konuda kendilerini yeterli görmedikleri tespit edilmiştir (Çaylı, 2017; Demirci, 2009; Karadağ vd., Mertoğlu, 2011). Yine birçok araştırmada, yukarıda verilen becerileri kazandırmada okul öncesi dönemden itibaren başlanması gerektiği ve öğretmenlerimizin gerek hizmet öncesi gerekse hizmetçi eğitimlerle bu alanlarda donanımlı hale gelmelerinin önemi vurgulanmaktadır (İbes ve Ng, 2011; Rinke vd., 2013; Szostkowski, 2017). Bu doğrultuda yapılan araştırmada Uzaktan Montessori yaklaşımı temelli STEM eğitimlerinin okul öncesi öğretmen adaylarının yapılandırmacı öğrenme ortamı oluşturmadaki bilgi-becerileri üzerindeki etkisi incelenmiştir.

Yöntem

Araştırma Modeli

Çalışmada açıklayıcı karma yöntem kullanılmıştır. Bu desende araştırmacı, araştırma probleminde ilk önce nicel verileri toplar ve analiz eder. Daha sonra nitel verileri nicel sonuçlarını açıklamak ve desteklemek için toplar, birbiriyle ilişkilendirir (Büyüköztürk vd., 2016). Araştırma grup modeli ise tek grup ön-son test modelidir. Bu model, uygulamanın araştırma grubu üzerindeki etkisini ön-sontest puanlarını karşılaştırmaktır (Cohen ve Marison, 2007).

Araştırma Örneklemi

Araştırmada ulaşılabilir evren ve amaçlı örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Amaçlı örnekleme, araştırılacak konuya ilişkin önemli bilgilere ulaşmada araştırmacıya yardımcı olur ve araştırılması istenen konunun derinlemesine incelenmesini sağlar (Patton, 2018). Örneklem grubu bir devlet üniversitesindeki okul öncesi öğretmenliği bölümünde öğrenim gören 53 öğretmen adayından oluşmaktadır. Araştırmaya katılan öğretmen adayları daha önce STEM ve Montessori uygulamalı etkinliklerine yönelik eğitim almadıkları (bazıları teorik anlamda okul öncesi bölümü gereği Montessori hakkında azda olsa bilgiye sahiptir) belirtilmiştir. Daha sonra katılımcılara 14 hafta boyunca haftada 2 ders saati olmak üzere Montessori yaklaşımı temelli STEM etkinlikleri uygulatılmıştır.

Veri Toplama Araçları

Okul öncesi öğretmen adaylarının yapılandırmacı öğrenme ortamı oluşturabilme becerilerini ölçmek için, Bay (2008) tarafından Türkçeye uyarlanan “Yapılandırmacı Öğrenme Ortamı Oluşturma” ölçeği kullanılmıştır. Bay (2008), Tenenbaum ve arkadaşları (2001) tarafından hazırlanmış olan yapılandırmacı öğrenme ortamı ölçeği çalışması sonucunda 52 maddeden oluşan beş likertli bir ölçek hazırlamıştır. Ölçek; öğrenme sorumluluğunu alma, eleştirel düşünce, değerlendirme, fiziksel ortam, sınıf dili,

yöntem- teknik ve güdülenme, gerçek yaşamla ilişki ve öğretmen rolü olmak üzere dokuz alt boyuttan oluşmaktadır. Güvenirliği ise 0,85' tir.

Yarı yapılandırılmış görüşme formu ise 7 açık uçlu sorudan oluşmaktadır. Soruların geçerliliği için nicel ölçeğin maddeleri ve alt boyutları dikkate alınmıştır. Amacına uygunluğu ve güvenilirliği için sorular 3 uzmana (fen, eğitim bilimleri alanlarında) incelenilerek onayları alınmıştır.

Veri Analizleri

Çalışmada elde edilen nicel veriler istatistiksel analizlerden önce normallik değerlerine bakılmıştır. Sonuçlarda yapılandırmacı öğrenme verileri ve alt boyutlarından dört tanesi; gerçek yaşamla ilişki, eleştirel düşünce hakkında, sınıf dili, değerlendirme boyutlarının betimsel istatistik değerleri ve Kolmogorow ($p < 0,05$) değeri normal dağılım göstermemiştir. Bu sebeple puanlar arası farklılığı tespit amaçlı uygulanacak olan ilişkili örneklem t testinin nonparametrik karşılığı wilcoxon testi uygulanmıştır. Normal dağılım gösteren dört alt boyuta ise parametrik test olan ilişkili örneklem t-testi uygulanmıştır (Clements, 1999).

Nitel verilere ise içerik analizine uygun olarak önce görüşmeler rapor haline getirilmiştir. Sonra her soru için ayrı kod ve kategorileri oluşturularak yorumlanmıştır. Veri analizlerinin güvenilirliği için üç uzmana ayrı ayrı analiz yaptırılmıştır. Ardından sonuçlar birleştirilerek içerik analizi güvenilirlik değeri %85 bulunmuştur. Kodlayıcılar arası güvenilirlik değeri %70 üstü olması güvenilir olduğunu gösterir (Yıldırım & Şimşek, 2008).

Süreç

Çalışmanın sürecinde öncelikle verilecek eğitim kapsamındaki etkinliklere yönelik araştırmacı tarafından alan taraması yapılmıştır. Bu taramalarda etkinliklerin, adayların alan bilgilerini kullanarak yeni ürünler tasarlama heyecanı oluşturmaya, Montessori yaklaşımı ve STEM felsefesini barındırmasına, ve yapılandırmacı öğrenme ortamları sunabilmesine önem verilmiştir. Yine adayların uygulamalarda karşılaşacakları problemlerin çözümüne yönelik bir önceki yaptıkları uygulamadan edindikleri bilgi ve tecrübeleri barındırması, meslek hayatlarında farklı uygulama alanları sunması ve kişisel-sosyal gelişimlerine katkı sağlayacak düzeyde olmasına dikkat edilmiştir.. Çalışma süresi toplam 14 hafta, haftada 2 ders saati şeklinde sürmüştür. Uygulamalar bizzat alanda uzmanın rehberliğinde 53 okul öncesi öğretmen adaylarıyla gerçekleştirilmiştir. Uygulamaların gerçekleştirilmesi sürecinde Covid-19 dönemine denk gelmesi nedeniyle uzaktan eğitimle, hem üniversitenin oluşturduğu uzaktan eğitim sistemiyle hem de whatsapp üzerinden gruplar oluşturularak görüntülü ortamlarda eğitimler gerçekleştirilmiştir. Uygulamalarda günlük yaşamda kolayca bulunabilen, geri dönüşümü ve maliyeti uygun olan basit materyaller (şişe, kola kutusu pipet, karton-kağıt, yalıtım elektrik kabloları, dil çubuğu, çöp şiş gibi) kullanılmıştır. Uygulamalara geçmeden önce öğretmen adaylarına STEM eğitimi ve Montessori yaklaşımı hakkında kısa teorik bilgiler verilmiştir. Daha sonra önceden uzman tarafından belirlenen 14 ayrı etkinlik için dört kişiyi geçmeyen kendi içinde ayrı ayrı sanal alanda gruplar oluşturulmuştur. Bütün bu sanal gruplardaki bireylerde ek olarak üniversitenin eğitim için çevrimiçi sunulan ortamlarda eğitmen rehberliğine bağlı ders ortamlarındadır. Her hafta haftanın etkinliği hakkında adaylara problem durumu ve nasıl yapacakları hakkında teorik bilgiler (gerekli olan fen ve matematik gibi bilgiler, yapılacak etkinliğin çizimle görselleştirilmesi gibi) verilerek etkinliği uzaktan whatsapp vb. gruplarla görüntülü olarak grup mantığıyla bireysel olarak oluşturmaları istenmiştir. Ayrıca etkinliklerde özgünlük esas alınmıştır yani belirli bir kalıba konulup herkesin aynı ürün oluşturmaması değil, grupla işbirliği içinde istişare ederek verilen probleme çözüm üretmeleri ve özgün

ürünü tasarlamaları sağlanmıştır. Eğitimci bütün bireyleri, grupları süreç boyunca çevrimiçi olarak takip etmiş ve rehberlik yapmıştır. Her grup ürününü tasarladıktan sonra toplu ders ortamında sunumları ve tanıtımları sağlanmıştır. Ayrıca etkinliklerde özgünlük esas alınmış, yani belli bir kalıba sokulup herkesin aynı ürünü ortaya çıkarması değil, verilen probleme çözüm üretmeleri ve grupla işbirliği içinde özgün ürünü tasarlamaları istenmiştir. Eğitimci süreç boyunca tüm bireyleri ve grupları online olarak takip etmiş ve yönlendirmelerde bulunmuştur. Her grup ürünlerini tasarladıktan sonra toplu bir ders ortamında sunumları ve tanıtımları yapılmıştır. Etkinliklerin içeriği ile ilgili Montessori yaklaşımı temelli STEM eğitimi arasında karıştırılabilecek bazı önemli notları belirtecek olursak; etkinliklerde STEM eğitimi uygulanmıştır. Sadece Montessori yaklaşımının felsefi ilkeleri temel alınmış ve STEM uygulamalarına entegre edilmiştir. Montessori yaklaşımında STEM eğitimi yoktur ancak bireye sağladığı ortak beceri ve hedefler nedeniyle Montessori felsefesi temelinde STEM uygulamaları okul öncesi dönem çocuklarına aktarılarak daha kalıcı öğrenme sağlanmaktadır (Çakır vd., 2019). Bu görüş doğrultusunda öğretmen adayları için hazırlanan STEM etkinliklerine Montessori felsefesi ve ilkeleri entegre edilmiştir. Bu durumun, nasıl entegre edildiği bir örnek üzerinden açıklanacak olursa; Montessori yaklaşımının felsefesinde materyallerin ilgi çekici, canlı ve renkli olması esas alınır. Bu doğrultuda STEM uygulamalarında kullanılan materyallerde oluşturulan tasarım süslemeleri için farklı renk ve çeşitler kullanılmıştır. Yine Montessori yaklaşımında uygulamalı günlük yaşam egzersizleri ve duyuşsal alanlar yer almaktadır. STEM etkinliklerinde tasarım yapma ve uygulamalarda farklı materyalleri bir araya getirerek iletişim kurmada duyuşsal alanlara değinilmiş ve somut ürünler ortaya çıkarılmıştır. Ayrıca oluşturulacak tasarımlarda günlük yaşamla ilgili gerçek bir problem durumu verilerek uygulamalar gerçekleştirilmiştir. Montessori felsefesinde materyaller tekrarlanabilir özelliğe sahiptir ve birey istediği materyali seçerek istediği sırada başlayabilir. Uygulamalarda STEM etkinlikleri için kullanılan motor, ara kablo, pil vb. malzemeler her hafta farklı tasarımların yapımında tekrar tekrar kullanılmak üzere seçilmiştir. Yine farklı motor çeşitleri sunularak öğrenci bir malzemeden örneğin motordan istediği motoru seçebilmektedir. Etkinlik kapsamında sunulan malzemeler için adaylara bulundukları ortamda aynı işleve sahip farklı bir malzeme seçme özgürlüğü tanınmıştır. Ayrıca etkinliklerde Montessori yaklaşımının özgünlük ve özgürlük felsefesinden yola çıkılarak STEM tasarımları belli bir kalıba sokulmamış ve her bireyin (grubun) aynı ürünü ortaya çıkarması değil, problem durumu doğrultusunda farklı tasarımlar yaparak kendi yaratıcılık becerilerini ve özgünlüklerini kullanmaları istenmiştir. Montessori yaklaşım felsefesindeki zorluk ve karmaşıklık sırasına göre oluşturulan etkinliklerde basitten zora doğru ilerleme prensibine dayanan STEM etkinliklerinde her hafta bir sonrakine göre daha zor uygulamalar yapıldı. Yine Montessori'nin sosyal öğrenme ilkesi olan kendine, başkalarına ve çevreye saygı duymayı öğrenme, tek başına ve başkalarıyla birlikte çalışma becerisi kazanma ilkesi doğrultusunda STEM etkinlikleri yapılırken gruplar oluşturuldu. Montessori yaklaşımının gerçeklik ve doğallık ilkesinden yola çıkılarak STEM etkinliklerinde kullanılan malzemeler gerçek hayatta ve doğada bulunan malzemelerden seçilmiştir (pet şişe, toprak, tahta çubuklar, su, pil, kablo vb.). Bu kapsam doğrultusunda örnekler çoğaltılmış ve araştırmada uzaktan Montessori yaklaşımının ilkeleri temel alınarak STEM uygulamaları gerçekleştirilmiştir. Örnek vermek gerekirse; günlük hayatla ilgili bir problem durumu belirlendi; Trafik ışıkları nasıl çalışır? Adaylara öncelikle elektriksel iletkenlik, seri-paralel bağlantı vb. konularda bilgi verildi. Ardından her gruptan etkinlik kapsamında belirlenen malzemeleri (teneke kola kutusu, LED, dil çubuğu vb.) kullanarak 2 saatlik bir süre içerisinde ışıkların sırayla yanıp söndüğü bir trafik lambası tasarlamaları istenmiştir. Eğitimci süreç boyunca sadece rehber konumunda olmuştur.

Bulgular

Yapılandırmacı öğrenme ortamı ölçeği ve alt boyutlarına ilişkin puanların normal dağılımları analiz edilmiştir. Bu analiz sonucunda sadece 3., 6., 7., 8. ve 9. Alt boyutlarda normal dağılım görülmüştür ve ön-sontest arası farkı bulmak için ilişkili örneklem t-testi yapılmıştır. Normal dağılım göstermeyen verilere bu analizin nonparametrik karşılığı olan wilcoxon işaretli sıralar testi yapılmıştır. Aşağıda bütün nicel ve nitel veri analiz sonuçları tablolar halinde verilerek yorumlanmıştır.

Tablo 1. *Yapılandırmacı Öğrenme Ortamı Ölçeğine İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları*

Ölçümler	Sıralar	N	Sıra ortala ması	Sıra toplamı	z	P
Yapılandır macı sontest	Negatif	2	9,75	19,5	-5,966	,000
-	sıralar	48	26,16	1255,50		
Yapılandır macı öntest	Pozitif sıralar	0				
	Fark olmayan					

Montessori yaklaşımı temelli STEM eğitimlerinin adayların yapılandırmacı öğrenme ortamı oluşturma ölçeğine ilişkin ön test ve son test puanları arasındaki farkı belirlemek için paired samples t-testinin (puanlarının normal dağılmaması nedeniyle) nonparametrik karşılığı olan Wilcoxon işaretli sıralar testi yapılmıştır. Sonuçlarda ön-test ve son-test puanları arasında anlamlı bir fark görülmüştür ($Z = -5,966$; $p = ,000 < ,05$).

Tablo 2. *Yapılandırmacı Öğrenme Ortamı Ölçeğinin 1., 2., 4. ve 5. Alt Boyutlarına İlişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları*

Ölçümler	Sıralar	N	Sıra ortalaması	Sıra toplamı	z	p
1.Alt boyut son- öntest	Negatif sıralar	4	15,00	60,00	-4,911	,000
	Pozitif sıralar	38	22,18	843,00		
	Fark olmayan	8				
2.Alt boyut son-ön test	Negatif sıralar	13	19,00	247,00	-3,211	,001
	Pozitif sıralar	33	25,27	834,00		
	Fark olmayan	4				
4.Alt boyut son-ön test	Negatif sıralar	2	4,25	8,50	-6,082	,000
	Pozitif sıralar	48	26,39	1266,50		
	Fark olmayan	0				
5.Alt boyut son-ön test	Negatif sıralar	6	14,83	89,00	-5,213	,000
	Pozitif sıralar	43	26,42	1136,00		
	Fark olmayan	1				

1.Alt boyut: Gerçek yaşamla ilişki, **2.Alt boyut:** Eleştirel düşünce hakkında, **3.Alt boyut:** Öğrenme sorumluluğunu alma-öğrenci rolü, **4.Alt boyut:** Sınıf dili, **5.Alt boyut:** Değerlendirme, **6.Alt boyut:** Fiziksel ortam, **7.Alt boyut:** Öğretmen rolü, **8.Alt boyut:** Öğretim süreci-yöntem, **9.Alt boyut:** Güdülenme

Yapılandırmacı öğrenme ortamı oluşturma ölçeğinin Tablo 2' deki alt boyutlarına ilişkin Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçlarına yer verilmiştir. Okul öncesi öğretmen adaylarının yapılandırmacı öğrenme ortamı oluşturma ölçeği alt boyutları olan gerçek yaşamla ilişki (1.alt boyut), eleştirel düşünce (2.alt boyut), sınıf dili (4.alt boyut) ve değerlendirme (5.alt boyut) ön test-son test puanları arasında anlamlı bir fark görülmüştür ($Z_1 = -4,911$; $Z_2 = -3,211$; $Z_3 = -6,082$; $Z_4 = -5,213$; $p < ,05$).

Tablo 3. Yapılandırmacı Öğrenme Ortamı Ölçeğinin 3., 6., 7., 8. ve 9. Alt Boyutlarına İlişkin Paired Samples T-Testi Sonuçları

Ölçümler	N	$\bar{X}$	Ss	T	P
3.Alt boyut ön	50	24,32	3,346	-7,464	,000
3.Alt boyutson	50	29,20	3,608		
6.Alt boyut ön	50	13,24	3,755	-9,025	,000
6.Alt boyutson	50	19,78	3,558		
7.Alt boyut ön	50	19,38	2,562	-4,447	,000
7.Alt boyutson	50	21,60	2,813		
8.Alt boyut ön	50	9,92	2,640	-13,652	,000
8.Alt boyutson	50	17,22	2,178		
9.Alt boyut ön	50	31,78	5,898	-7,787	,000
9.Alt boyutson	50	39,28	3,741		

1.Alt boyut: Gerçek yaşamla ilişki, **2.Alt boyut:** Eleştirel düşünce hakkında, **3.Alt boyut:** Öğrenme sorumluluğunu alma-öğrenci rolü, **4.Alt boyut:** Sınıf dili, **5.Alt boyut:** Değerlendirme, **6.Alt boyut:** Fiziksel ortam, **7.Alt boyut:** Öğretmen rolü, **8.Alt boyut:** Öğretim süreci-yöntem, **9.Alt boyut:** Güdülenme

Yapılandırmacı öğrenme ortamı oluşturma ölçeğinin Tablo 3'teki alt boyutlarına ilişkin paired samples t-test sonuçlarına yer verilmiştir. Sonuçlara göre öğrenme sorumluluğu alma (3.alt boyut), fiziksel ortam (6.alt boyut), öğretmen rolü (7.alt boyutu), öğretim süreci (8.alt boyut) ve güdüleme (9.alt boyut) boyutlarının ön-sontest puanları arasında anlamlı fark görülmüştür. (t50: -7,464; p=,000< 0.05; t50: -9,025; p=,000< 0.05; t50: -4,447; p=,000< 0.05; t50: -13,6525; p=,000< 0.05; t50: -7,787; p=,000< 0.05). Bütün bu sonuçlar göz önüne alındığında Montessori yaklaşımı temelli STEM eğitimlerinin okul öncesi öğretmen adaylarının yapılandırmacı öğrenme ortamı oluşturma becerileri üzerinde olumlu yönde etkiler oluşturduğu yorumu yapılabilir. Nitel Verilerin Yorumlanması

Tablo 4. Montessori Temelli STEM Eğitiminin Sizin Öğrenme Yaşantınıza Katkısı Olduğunu Düşünüyor Musunuz? Neden? Nasıl?

Eğitim öncesi mülakat sonuçları		
Kategori	Kod Adı	Frekans(F)
Duygu-Düşünce	Fikrim yok	5
	Ön yargı	3
	Yanlış yönlendirme	1
	Katkı sağlama	4
Öğrenme Yaşantısı	Eski-yeni bilgi	2
	Eğitim içeriği	2
	Somut eğitim	2
Eğitim sonrası mülakat sonuçları		
Hayatla ilişkisi	Günlük yaşam becerileri	5
	Gelecek yaşantı	2
	Günlük hayat problemleri	1
Öğrenme	Kolay öğrenme	1
	Yeni metotlar öğrenme	7
	Hızlı öğrenme	1
	Eğlenceli öğrenme	1
	Eski bilgileri pekiştirme	1
	Yaparak-yaşayarak	1
	Gözlemleyerek-deneyerek	1
	Problemler	1
Eğitimin Faydaları	Çözümler	1
	Kazanımlar	1
	Okul öncesi	1
	Fen bilimleri	1

	Robotik uygulamalar	1
	Katkı sağlama	9
	Eğlenceli etkinlikler	1
	Aktif kullanma	1
Duygu-Düşünce	Eğitim çerçevesi	2
	Kanaat getirme	1
	Özgüven kazanma	1
	Cesaretlendirme	2
	Yapabilme-başarma	1
	duygusu	
Zihinsel Aktivite	Eleştirel düşünme	3
	Yaratıcı fikirler	1
	Yeni bilgi-beceriler	2

Tablo 4' te öğretmen adaylarının cevapları incelendiğinde eğitim öncesi ve sonrası olmak üzere toplamda yedi kategori oluşturulmuştur. Eğitim verilmeden önce adaylar; alacakları ilgili eğitimlerin öğrenme yaşantıları üzerinde ne gibi katkı sağlayacağını bilmediklerini, bazıları öğrenecekleri yeni bilgilerin eski bilgilerini yok edip yanlış öğrenmelere sebep olacağı ön yargısına kapıldıklarını, bazıları ise eğitim hakkında fikirleri olmadıklarını, bazıları da somut bir eğitim sistemi olması nedeniyle katkılar sağlayabileceğini belirtmişlerdir. Eğitim sonrası cevaplarda ise adaylar; aldıkları eğitimin öğrenme yaşantılarına katkı sağladığını, günlük yaşam becerilerinin daha aktif olarak kullanmaya başladıklarını ve bunların gelecek yaşamlarında kolaylıklar sağlayacağını, eski ve yeni bilgilerini karşılaştırarak farklı yeni öğrenimler gerçekleştirdiklerini ve günlük yaşam problemlerinin farkına varabilmelerine katkı sağladığını belirtmişlerdir. Bu kodlarda öğretmen adayları verilen eğitimin öğrenmelerine yönelik özellikle fen bilimleri konularını bizzat yaparak yaşayarak, gözlemleyerek daha kolay öğrenimler gerçekleştirdiklerini, öğrenme yaşantılarına yeni bilgiler kattığını, eski bilgilerini uygulamalarla pekiştirdiğini belirtmişlerdir. Ayrıca çocuklara gerekli kazanımları daha eğlenceli ve hayatın içinden etkinlikler sunarak aktif öğrenimler gerçekleştirdiklerini, zor gözüken fen bilimleri konuların öğrenilmesinde kolaylık sağladığını, okul öncesine yönelik yeni bilgi ve kazanımlar edindiklerini, günlük yaşamlarındaki sorunlara çözümlü bakış açısıyla yaklaşabildiklerini, teknolojik çağa yönelik becerilerinin(eleştirel düşünme, yaratıcılık, problem çözme gibi) gelişimine katkı sağladığını ve robotik uygulamaları hakkında bilgi sahibi olduklarını belirtmişlerdir. Başarma, yapabilme duygusunu kazandıklarını, gerçek yaşam problemlerinin farkına varmalarını sağladığını, fen bilimleri konularını deneyerek gözlemleyerek yapmaları öğrenme-öğretme konusunda cesaretlendirdiğini özgüvenlerine katkı sağladığını, eleştirel, kritik düşünme becerilerini kazandırdığını, yeni bilgi, beceri ve yaratıcı fikirler edindiklerini belirtmişlerdir.

Tablo 5. Montessori Temelli STEM Eğitiminin Gerçek Yaşamla İlişkili Olduğunu Düşünüyor Musunuz? Nasıl?

Eğitim öncesi mülakat sonuçları		
Kategori	Kod Adı	Frekans(F)
Düşünce	Fikrim yok	6
	Bağdaştıramamak	1
	Teorik uygulaması	1
	Somut eğitim	1
Yaşamla İlişki	Yaşamla bağlantılı olma	1
	Gerçek hayattan uzak olma	2
	Fizik	1
	Kimya	1
Eğitim sonrası mülakat sonuçları		

Eğitim-Disiplin	Matematik konuları	1
	Fen konuları	1
	Yöntem-strateji	2
	Teorik bilgi	1
	Materyaller	3
Hayatla İlişki	Toplumun yansıması	2
	Gerçek yaşam	13
	Yaşamla iç içe olma	5
	Günlük yaşam becerisi	1
Bilgi-Beceri	Üretkenlik	1
	Eğitime aktarma	1
	İnşa etmek	1
	Bloklar kullanma	1
	Motorların çalışma prensibi	2
	Kalıcı bilgiler	2
	Problemler	3
	Çözümler	1
Duygu-Düşünce	Şahit olmak	1
	Somutluk	1
	Fark etmek	3
	İlişkilendirmek	5
	Birebir uyumlu olma	1

Tablo 5' de soruya ilişkin adayların cevapları incelenerek eğitim öncesi cevaplar ve eğitim sonrası cevaplar olmak üzere toplam 7 kategori oluşturulmuştur. Eğitim öncesi cevaplarda adaylar, fizik ve kimya gibi konuları gerçek yaşamla bağdaştıramadıkları için STEM' inde gerçek yaşamdan uzak olduğunu düşündüklerini bazıları da yaşamla bağlantısı olabileceğini belirtmişlerdir. Eğitim sonrası cevaplarda ise adaylar verilen eğitimin gerçek yaşamla ilişkili olduğunu; taş ve toprak gibi doğal malzemeleri içermesinden bağdaştırdıklarını, günlük yaşamlarındaki olayların açıklamasını yapabildiklerini, sorunların farkına varabildiklerini, fen ve matematik gibi konuların içeriğinde yer alan teorik bilgilerin gerçek yaşamla birebir ilişkili olduğunu fark ettiklerini ve eğitimlerde uygulanan farklı yöntemler sayesinde öğretilen bilgilerin kalıcılığı sağlandığını belirtmişlerdir. Yapılan uygulamaların günlük yaşamla iç içe olan konuları ele aldığını, öğrenilen konuları birebir hayata taşıyıp uygulama alanları bulduklarını böylece günlük yaşam becerilerini geliştirdiğini, Montessori felsefesi temel alınarak yapılan STEM etkinliklerinden örnekler vererek gerçek yaşamla ilişkili olduğunu savunmuşlardır. Etkinliklerde kullanılan bloklarla tasarımlar inşa etmek, basit elektrik devreleri kurarak bir motorun çalışma prensibini öğrenmek ve bunları çocuklara yaptırırken gerçek yaşamla ilişkili sorular sorarak eğitime aktarmak ve kalıcılığı sağlamak gibi ifadelerle yer vermişlerdir.

Tablo 6. Montessori Temelli STEM Eğitiminde Düşüncelerini Özgürce İfade Edebileceğin Bir Ortam Oluştur Mu veya Oluşturur Mu?

Eğitim öncesi mülakat sonuçları		
Kategori	Kod Adı	Frekans(F)
Duygu-Düşünce	Fikrim yok	4
	Varsayımlar	2
	Uygun ortam	3
	Özgür	1
Özellikler	Karşılıklı iletişim	2
	Çocuk becerisi	2
	Öğretmen odaklı	1
Eğitim sonrası mülakat sonuçları		

Duygu	Hissetmek	1
	Şahit olmak	2
	Başa çıkabilmek	1
	Saygı	2
Kişisel Gelişim	Kendini gerçekleştirme	3
	Özgün uygulamalar yapabilme	1
	Çözümler üretme	3
	Özgür ifadeler sunma	10
	Yeni bilgi öğrenimi	3
Zihinsel Aktivite	Fikir alışverişleri	4
	Problem çözme	5
	Yaratıcı düşünme	1
	Tasarım fikri	1
Eğitim Özellikleri	Sınır içine hapsolmemek	2
	Özgür düşünme yapısı	3
	Gözlem yapma	1
	Bütünleştirilmiş eğitim	1

Tablo 6' da soruya ilişkin cevapları incelenerek eğitim öncesi cevaplar ve eğitim sonrası cevaplar olmak üzere toplam altı kategori oluşturulmuştur. Eğitim öncesi cevaplarda bazı öğretmen adayları Montessori eğitim hakkında öğrenci merkezli olduğunu, karşılıklı etkileşim ve iletişim kurulan alanları içerdiği bilgisiyle düşüncelerin özgürce sunulabileceği uygun ortamların oluşacağını varsaydıklarını, bazı adaylar ise STEM' in sadece öğretmen odaklı olduğunu ve çocuklara yönelik becerileri barındırmadığını düşündüklerini belirtmişlerdir.

Eğitim sonrası cevaplarda adaylar, düşüncelerini birbirlerine özgürce ifade ettikleri ortamlara şahit olduklarını, uygulamalardaki sorunları giderebildiklerini ve önerilerini özgürce arkadaşlarına sunabildiklerini, birbirlerinin fikirlerine saygı duymayı öğrendiklerini, kendi özelliklerini keşfetme imkânı bulduklarını, etkinlikler için sunulan malzemeleri alternatiflerden kendilerinin seçebilme imkanının olması fikirleri özgürce sunabilme konusunda bir kanıt oluşturduğunu ve özgün ürünler tasarlama becerilerini oluşturduğunu, yeni bilgiler edindiklerini, problemleri çözebilme ve araştırma yapma becerisi kazandıklarını belirtmişlerdir. Yine verilen eğitimin diğer disiplinlerle bütünleştirilmiş olması süreç boyunca herhangi bir sınır içine hapsolmeden gözlemler yapabildiklerini ve bilgiler öğrendiklerini belirtmişlerdir.

Tablo 7. Montessori Temelli STEM Eğitiminin Yapılacağı Fiziksel Ortam Nasıl Olmalıdır? Neden?

Eğitim sonrası mülakat sonuçları		
Kategori	Kod Adı	Frekans(F)
Sınıf Ortamı Özellikleri	Güvenli	4
	Ferah	7
	Materyal erişim kolaylığı	2
	Yaşam alanları	3
	Fiziksel ortam uygunluğu	4
	Rahat olmalı	11
	Görsel tasarımla destekli	1
	Hareket kolaylığı	8
Sınıf Materyalleri	Teknolojik materyaller	5
	Siyah-beyaz tahta	1
	İş sağlığı	1
	Öğrenci fiziksel gelişim uygunluğu	3
Öğrenme	Oyunla öğrenme	1
	Yeni bilgiler öğrenme	1

	Kavrayarak öğrenme	1
	Kolay öğrenme	2
Eğitim İçeriği	Matematik	2
	Teknoloji	1
	Deneyler yapma	2
	Somut deneyimler	2
	Eğitici oyunlar	1
	Öğretmen rehberliği	1
	Bağımsız olma	1

Tablo 7' de soruya ilişkin adayların eğitim sonrası cevapları incelenmiş ve toplam 4 kategori oluşturulmuştur. Bu kategorilerde adaylar Montessori temelli STEM eğitiminin yapılacağı sınıf ortamından ve materyal özelliklerden bahsetmişlerdir. Bunlar ortamın geniş, ferah, aydınlık, çeşitli alanlarda sağlık açısından güvenli, etkinlikler esnasında öğrencinin kolay hareket edebileceği ve çok amaçlı yaşam alanlarını barındırması, okuma alanları olmasını, teknik açıdan donanımlı, görsel materyallerle desteklenmesini, materyallerin boyutları ve erişimi çocukların gelişimlerine uygun olmasının gerektiğini; sınıflardaki masaların, dolapların (vb.) çocukların fiziksel gelişimlerine uygun boyutlarda olmasını, STEM eğitiminin somut bir eğitim olması nedeniyle sınıftaki materyallerin çocuğun yeni şeyler öğrenip kavramasına ve somut deneyimler sunabilmesine yardımcı olacak iyi tasarlanmış materyallerin olması gerektiğini, iş sağlığı konusunda gerekli önlemlerin alınmasını, sınıflarda akıllı tahtalar, projeksiyonlar, tepegöz, normal yazı tahtası gibi materyallerinde bulunması gerektiğini belirtmişlerdir. Yine sınıfın fiziksel anlamda deneyler yapmaya elverişli, matematik ve teknolojiye dair bolca malzeme bulunması gerektiğini, öğrencilerin öğretmenden bağımsız olarak etkinliğini kendisi tamamlayabilecek ortamlar olmasını ve eğitici oyunlar yardımıyla desteklenmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Böyle bir ortam çocukların oyunlar oynayarak hem kolay hem de kavrayarak kalıcı öğrenmeler sağlanacağını ifade etmişlerdir.

Tablo 8. Montessori Temelli STEM Eğitiminde Öğretmenin Rolü Nasıl Olmalıdır? Neden?

Eğitim sonrası mülakat sonuçları		
Kategori	Kod Adı	Frekans(F)
Öğretmen Rolü	Rehber olmak	17
	Öncülük etme	5
	Öğrenme süreçlerini planlama	4
	Müdahale etmemek	2
Öğretim Yöntem-Teknikleri	Model olma	1
	Gösterip yaptırma	1
	Yaparak-yaşayarak öğrenme	2
	Gözlemlemek	6
Kazanımlar	Bilişsel gelişim	1
	Fiziksel gelişim	1
	Üst seviyede gelişim	1
Öğrenme	Aktif	2
	Öğrenci merkezli	1
	Kolay öğrenim	1
	Ezber bilgi	1
Kişisel Gelişim	Dünyayı keşfetmek	1
	Fikirlere saygı duyma	1
	Bilgi edinme	2
	Özgürce uygulama yapma	2

Tablo 8’ de soruya ilişkin adayların eğitim sonrası cevapları incelemiş ve 5 kategori oluşturulmuştur. Bu kategorilerde adaylar aldıkları eğitime yönelik öğretmenlerin sahip olması gereken rollerden ve sunduğu kazanımlardan bahsetmişlerdir. Adaylar, öğretmenlerin eğitimler esnasında çocuklara karşı gözlemci ve rehber konumunda olmalarını, öğrenimin sağlanabilmesi için çocuklara öncülük etmesini, eğitim kazanımları temelinde hazırlanmış ortamda serbest bırakarak müdahalede bulunmadan öğrenmelerine fırsat vermesi, öğretim ortam ve planlamasını hazırlamasını, yol gösterici olmasını, çocuğun davranışlarını gözlemleyerek dünyayı keşfetmesine rehberlik etmesi gerektiğini, onların fikirlerine saygı duyması gerektiğini ve fikir oluşturacakları yönler hakkında bilgi vermesi gerektiğini, etkinliklerde gösterip yaptırma yöntemini kullanarak esasa uygulamaya yönelik ön hazırlığı sağlamasını, çocuklara bilgiyi öğretmede yaparak-yaşayarak öğrenmeyi sağlaması gerektiğini belirtmişlerdir.

Tablo 9. *Montessori Temelli Yapılan STEM Eğitiminde Sizce Ne Gibi Problemlerle Karşılaşılabılır? Nasıl?*

Eğitim sonrası mülakat sonuçları		
Kategori	Kod Adı	Frekans(F)
Problem Algısı	Tahmin etmemek	1
	Büyük olmamak	1
	Problem yaşamaması	2
Eğitimin Faydaları	Verimli eğitim	1
	Gerçek yaşamla ilişkili	1
	Kendi kendine yaparak öğretme	2
Problem Durumları	Maaliyet	2
	Öğrenmenin gecikmesi	2
	Uygulama aşamaları	1
	Kimyayla ilgili etkinlikler	1
	Yeni yaklaşımlara sıcak bakmayan eğiticiler	1
	Eğitim alanı kısıtlılığı	4
	Gerekli teknolojik donanım	8
	Hizmet öncesi öğretmen eğitimi	3

Tablo 9’ da soruya ilişkin adayların eğitim sonrası cevapları incelenmiş ve 3 kategori oluşturulmuştur. Bu kategorilerde adaylar Montessori temelli STEM eğitimlerinin okullarda uygulanmasında problem yaşanmayacağını düşündüklerini, bazı adaylar ise sorunlar oluşabileceğini fakat bunun ne tarz ve büyüklükte olacağını tahmin edemediklerini meslek hayatlarında daha net görebileceklerini belirtmişlerdir. Yine STEM eğitimi daha çok çocukların yaparak öğrenmesini aynı zamanda öğrenmelerin günlük yaşamla ilişkilendirilmesini hedeflediğini fakat Türk eğitim sisteminde öğrencilere bu tür fırsatlar pek verilmediğini belirtmişlerdir. Bu açıdan bakıldığında da eğitimi uygulamaya dökme kısmında sorun yaşanabileceğini, eğitimi daha verimli uygulayabilmek için gerekli ortam ve materyallerinin hazırlanması kısmında maliyet konusunda yetersizlik; sınıf mevcutlarının fazlalığı, eğitim ortamlarının gerekli teknolojik donanıma sahip olmaması gibi durumlar belirtilmiştir. Bazı problemlerde öğrenciden kaynaklı oluşabilecek olan matematik, fen tarzı konularının yetersiz olması ve kavrayamaması öğrenmede gecikmelere sebep olabileceğini belirtmişlerdir. Eğiticilerden kaynaklı olabilecek problemlerdir. Bunlar eğiticinin eğitimde yer alan disiplinlere yönelik bilgilerinde sıkıntı yaşaması, bu eğitim alanlarında hizmet öncesi ya da hizmet içi eğitim anlamında donanımlı öğretmenlerin olmayışı, etkinlikler aşamasında sağlık yönünden güvenlik konusunda ve yeni eğitim yaklaşımlarına sıcak bakmayan eğiticilerin bulunabilmesi şeklinde ifade etmişlerdir.

Tablo 10. Montessori Temelli Yapılan STEM Eğitimi Sizce Öğrenciler Üzerinde Ne Gibi Etkisi Olabilir? Nasıl?

Eğitim sonrası mülakat sonuçları		
Kategori	Kod Adı	Frekans(F)
Bilimsel Beceri	Yaratıcılık	3
	İşbirlikli çalışma	1
	İletişim kurma	1
	Problem çözme	2
	Buluş yapma	2
	Üretme becerisi	1
	Kişisel gelişim	2
	Özgür düşünme	1
	Eleştirel düşünme becerisi	4
	Günlük yaşam problemleri	1
Öğrenme	Deneme-yanılma	1
	Yaparak-yaşayarak	1
	Araştırma-inceleme	1
	Eğlenerek	1
Tutum-Düşünce	Eğlenmek	1
	Sevmek	1
	Pozitif etki	5
	İşe yaradığını hissetmek	1
	Çok güzel	1
Gelişim Alanları	Bilimsel gelişim	1
	Zihinsel gelişim	1
	Fiziksel gelişim	1
	Kendini ifade etme	2
Eğitimin Etkisi	Aktif ders	1
	Etkinlikler	1
	Planlama yapma	1
	Duyu organlarına hitap etme	1
	Kalıcılık sağlama	1
Artış Sağlanan Alanlar	Disiplinler	3
	Bilgi alanı	1
	Teknik alan	1
	Beceri alanı	1
	Tüketen değil üreten bireyler	2

Tablo 10' da soruya ilişkin adayların eğitim sonrası cevapları incelenmiş ve 6 kategori oluşturulmuştur. Bu kategorilerde öğretmen adayları Montessori yaklaşımı temelli STEM eğitimleri öğrencilerin bilimsel becerilerine, gelişim alanlarına katkı sağlayacağını belirtmişlerdir. Öğrencinin buluş yapma, ürünler tasarlama, yaratıcı-eleştirel düşüncelerini sağladığını, problem çözme becerilerini geliştirdiğini, öğrenimlerin daha zevkli ve kişisel gelişimlerini destekleyici nitelikte olduğunu, bilimsel, zihinsel, fiziksel gelişimleri üzerinde olumlu etkiler sunacağını, yeni fikirler oluşturmalarını, özgürce kendilerini ifade etmelerine katkı sağladığını, üretken ve sorgulayan bireyler olmalarını sağladığını, öğrenme planlarını yapabilmelerine yardımcı olduğunu, günlük yaşam problemlerinin farkına varmalarını ve çözümler üretme becerisi kazandırmayı, tüketen değil üreten bireyler olmalarını, iletişim becerilerini geliştirerek işbirliği içerisinde çalışmayı sağlayacağını belirtmişlerdir. Eğitim fen, matematik ve teknoloji alanlarını öğrencilere sevdirecek nitelikte olduğunu, beş duyu organına da hitap edecek şekilde olması, deneyerek, yaparak, yaşayarak, araştırıp inceleyerek öğrenme ortamı sunması sebebiyle kalıcı öğrenmeler sağlayacağını belirtmişlerdir. Yine bu eğitimlerin, öğrencileri olumlu yönde etkileyen pozitif etkilere sahip olduğunu, öğrencilere yaptırılan uygulamalar

sayesinde kendilerinin bir şeyler başarma, üretme, faydalı olma hissini oluşturacağını, öğrencilere zor gözüken konuları eğlenerek öğreten ve sevdiren, öğrencilerin planlama yapabilme becerisi kazandıran bir eğitim sistemi olduğunu belirtmişlerdir.

Tartışma ve Sonuç

Çalışmanın sonuçlarında Uzaktan Montessori yaklaşımı temelli STEM eğitimlerinin okul öncesi öğretmen adaylarının yapılandırmacı öğrenme ortamı oluşturma bilgi ve becerileri üzerinde olumlu etkisi tespit edilmiştir. Ayrıca yapılandırmacı öğrenme ortamında her bir alt boyutu olan gerçek yaşamla ilişki, eleştirel düşünce hakkında, değerlendirme, sınıf dili, öğrenme sorumluluğunu alma, öğretmen rolü, fiziksel ortam, öğretim süreci-yöntem ve güdülenme boyutlarının hem nicel hem nitel verilerine bakılmıştır. Sonuç olarak bütün alt boyutların ön-sontest puanlarında anlamlı farklılıklar saptanmıştır. Ayrıca yine bu boyutlara yönelik yapılan nitel veri görüşme sonuçları da nicel sonuçları destekler nitelikte çıkmıştır. Bu sonuçlar doğrultusunda verilen eğitimlerin adayların yapılandırmacı öğrenme ortamı oluşturmaya yönelik bilgi ve becerilerini geliştirdiğine dair yapılan yorumu desteklemektedir. Uzaktan da olsa eğitim süresince, bireylerin çevreleriyle daha fazla etkileşimde bulunmalarına olanak sağlanmış (günlük yaşam malzemeleriyle farklı tasarımlar oluşturulmuş), probleme ve işbirliğine dayalı öğrenme yöntemlerine yer verilmiş, öğretim ortamında öğrenenler aktif kılınarak eğitmen rehber konumunda olmuştur. Çalışma sonuçlarını destekler nitelikte Çalık (2020), STEM eğitimlerinde oluşturulan yapılandırmacı öğrenme ortamlarının öğretmen adaylarının bu ortamı oluşturabilme becerilerinde ve fiziksel ortam, öğretmen rolü, sunulacak problem durumları, uygulama becerilerine yönelik alt boyutlarda anlamlı farklılıklara ulaştığını belirtmiştir. Gümüş ve Eroğlu (2024) FeTeMM ile ilgili yaptıkları meta-analiz çalışmasının sonuçlarında örneklem gruplarının FeTeMM uygulamalarından olumlu yönde etkilendiğini, öğrencilerin uygulamalara aktif ve istekli olarak katıldıklarını ve FeTeMM mesleklerine olan ilgilerinin olumlu yönde etkilendiğini tespit etmişlerdir. Aküzüm ve diğerleri (2021) öğretmenlerin STEM eğitiminin bireylere 21. yüzyıl becerilerini kazandırmayı, keşfederek öğrenmeyi, disiplinler arası bağlantı kurmayı, bütünleştirmeyi öğrenmeyi, yaşam boyu öğrenme becerilerini geliştirmeyi ve problem çözme becerilerini geliştirmeyi amaçladığını ifade ettiklerini bulmuştur.

Çakır ve Yalçın (2020) ise Montessori yaklaşımı temelli STEM etkinliklerinde sağlanan öğrenme ortamlarıyla öğretmen adaylarının yaşam boyu öğrenme becerilerinde (eleştirel bakış ve üretkenlik gibi) katkı sağladığını belirtmişlerdir. Yapılan araştırmada da adayların aynı becerileri kazandığı bulgularda görülmüştür. Bunun oluşmasındaki neden olarak eğitim süresince yapılandırmacı öğrenme ortamında bulunması gereken durumların oluşturulmasıdır. Bunlar, öğretmen adaylarının problem durumuyla karşılaşmalarını ve çözümü için yaşam boyu öğrenmenin alt boyutu olan hem bireysel hem işbirliğiyle sebat gösterebilmelerine fırsat verilmesi gibi özelliklerin neden olduğu düşünülmektedir. Ayrıca farklı problem durumlarıyla karşılaşmaları yeni şeyler üretme ve yaratıcılık becerilerini geliştirmeye katkı sağlamıştır. Altun Yalçın (2019) çalışmasında bütünleşik STEM eğitimi sayesinde öğretmenlerin STEM hakkındaki, bilgi ve becerilerinin geliştiğini, meslek yaşantılarında STEM programını uygulayabildikleri böylece disiplinler arası etkileşimi kullanabildiklerini, bu disiplinlere karşı olumlu tutumlar geliştirdiklerini belirtmiştir. Williams (2011) STEM çalışması sonuçlarında; öğrencilerin fizik kavramlarını özümsemeleri, ; fizikte eğitim sürecinde ilginç ve önemli bilimsel başarıların elde edilmesine katkı sağladığını, çeşitli metodolojik problemlerin çözülmesine yardımcı olacak yeni yöntemlerin, tekniklerin, öğretim araçlarının kullanılmasını öğrettiğini belirtmiştir.

Çalışmada görüşme yapılan bütün öğretmen adayları uzaktan gerçekleştirilen Montessori yaklaşımı temelli STEM eğitimlerinin hem öğrenme yaşantılarına hem de bu kapsamda yer alan yapılandırmacı öğrenme ortamları oluşturabilme becerilerine katkı sağladığını belirtmiştir. Bu gelişimin nedeni olarak öğretmen adaylarının eğitim aldıkları öğretim ortamını ve eğitmenin davranışlarını gözlemleyerek, etkinlikler boyunca neler yaptıklarını gözlemleyerek ve bu etkinlikleri öğrenme konusunda yaparak yaşayarak, deneme-yanılma ile öğrendiklerini fark etmeleri neticesinde olduğu düşünülmektedir. Ayrıca adaylar eğitimler sayesinde öğrenmeye yönelik eleştirel, kritik düşünme becerilerini kazandığını, problem çözme, yeni bilgi, beceri ve yaratıcı fikirler edindiklerini belirtmişlerdir. İbes ve Ng (2011), Montessori öğretmenlerine hizmet içi STEM eğitimlerine yönelik çalışma sonuçlarında, öğretmenlerin STEM eğitim alanlarındaki bilgilerinin ve bu alana yönelik disiplinleri öğretme konusunda öz güvenlerinin arttığını, uygulamış oldukları öğrencilerin de öz disiplinini, yaratıcılıklarını ve sosyal sorumluluklarını geliştirdiğini belirtmiştir. Uzaktan Montessori yaklaşımı temelli STEM eğitimlerinde yapılan etkinliklerde basitten zora, bilginin ve materyalin tekrar edilebilirliği ilkelerine yer verilmesinden ötürü adayların eğitim sonucunda belirttiği ifadelerde eski ve yeni öğrendikleri bilgileri karşılaştırarak yeni öğrenimler gerçekleştirmelerini sağladığını, edinilen yeni bilgileri de kendi zihinlerinde yapılandırmayı başarabildiklerini belirtmişlerdir. Scippo ve Ardolino (2021) çalışmalarında, Montessori sınıflarında entegre edilen STEM temelli robotik uygulamalarının öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerilerini geliştirdiği sonucuna ulaşmışlardır. Çakır ve Altun Yalçın (2021) Montessori yaklaşımı temelli STEM etkinliklerinin okul öncesi öğretmen adaylarının fen konularına olan tutumlarını olumlu etkilediğini, ön yargılarını kaldırdığını ve feni öğretme konusunda istek ve özgüven sağladığı sonuçlarını kaydetmiştir. Güven vd. (2018) STEM uygulamalarının öğrencilerin fene yönelik tutumlarıyla bilimsel süreç becerilerini geliştirdiğini belirtmiştir. Çalışmamızda da bu sonuçlara ulaşılmıştır. Bu benzerliklerin nedeni olarak STEM ve Montessori yaklaşımlarının yapılandırmacı öğrenme ortamlarını içerisinde barınmasından kaynaklandığı yorumu yapılabilir. Araştırmada da oluşturulan yapılandırmacı öğrenme ortamları nedeniyle öğretmen adayları Montessori yaklaşımı temelli STEM eğitimleri ile zevkli, eğlenceli ve aktif öğrenimler gerçekleştirdiklerini, zor gördükleri fen bilimleri konularının uygulamalarda ne kadar basit olduğunu yaparak yaşayarak öğrenme ile fark ettiklerini ve fen konularının öğrenilmesinde çok kolaylık sağladığını belirtmişlerdir. Yine adaylar yapılandırmacı öğrenme ortamı ve sınıfı oluşturma konusunda Montessori yaklaşımı temelli STEM eğitimi için sınıf ortamının geniş, ferah, aydınlık, çeşitli alanlarda sağlık açısından güvenli, etkinlikler esnasında öğrencinin kolay hareket edebileceği çok amaçlı olması gerektiğini belirtmişlerdir. Adayların bu düşüncelere varmalarında hem eğitim süresince gözlemledikleri öğrenme ortamları olmuştur hem de yine eğitimde yer verilen teorik eğitimler etkili olduğu düşünülmektedir. Yıldırım (2021) Montessori yaklaşımı temelli STEM eğitimlerinin çocukların tahmin-çıkarım-bilimsel ve iletişim kurma becerilerini geliştirdiğini, sınıf ortamının çocuklara göre düzenlenmesini, fiziksel, duyuşsal, bilişsel ve sosyal gelişim alanlarına hitap eden materyalleri olması gerektiğini, eğitmenin rehber konumda öğrencinin ise aktif rolde olması gerektiğini belirtmiştir.

Araştırmada yapılandırmacı öğrenme ortamında bulunması gereken öğretmen rolüne yönelik olarak adaylar, Montessori temelli STEM öğretmenlerinin sahip olması gereken roller, eğitimler esnasında çocuklara karşı gözlemci ve rehber konumunda olmaları gerektiğini, uygulamalarda ön hazırlığı çocuklarda sağlaması gerektiğini, öğrenimin sağlanabilmesi için çocuklara öncülük etmesi, çocukları eğitim kazanımları temelinde hazırlanmış ortamda özgür bırakarak müdahalede bulunmadan öğrenim gerçekleşmesini, öğretim ortam ve planlamasını hazırlaması gerektiğini belirtmişlerdir. Öğretmenin çocuğun davranışlarını gözlemleyerek dünyayı keşfetmesine rehberlik

etmesi gerektiğini, uygulamaları belirlediği kazanımlar doğrultusunda çocuğun özgürce yapmasına izin vermesi gerektiğini, onların fikirlerine saygı duyması gerektiğini ve fikir oluşturacakları yönler hakkında bilgi vermesi gerektiğini belirtmişlerdir. Bu sonuçlara da yine araştırma süresince eğitmenin araştırma boyunca sınıf ortamında yaptığı davranışlardan yani; sadece rehber konumunda olarak adayların tasarımlar yaparken oluşan sorunları kendilerinin çözmesine fırsat vermesi, yönlendirici sorularla çözüme ulaşmasını sağlaması, sürece müdahale etmemesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Lillard (2012) çalışmasında Montessori eğitmenin rehber konumunda, gözlemleyici ve öğrenme ortamını kazanımlar doğrultusunda hazırlaması gereken özelliklere sahip olduğunu belirtmiştir. Kıran vd. (2021) çalışmasında erken çocuklukta Montessori yaklaşımının sistematik değerlendirmesini incelemiştir. Çalışma sonuçları Montessori yaklaşımıyla oluşturulan eğitim araştırmalarının daha çok öğrencilerin görsel algı, bilişsel, dil ve sosyal gelişim üzerine yoğunlaştığını ve bu gelişim alanlarında olumlu sonuçlar tespit edildiğini belirtmişlerdir. Adaylar Montessori yaklaşımı temelli STEM eğitim ortamları yapılandırmacı öğrenme ortamını da kapsamı sebebiyle öğretmenin rehber konumunda olarak öğrencinin aktif olması, çocuğun bilişsel ve fiziksel gelişimlerini etkileyerek üst seviyede gelişimler sağlayacağını belirtmişlerdir.

Courtier vd. (2021) Montessori yaklaşımının öğrencilerin bilişsel ve sosyal gelişimleri üzerinde olumlu etkilerini belirterek yapılandırmacı öğrenme ortamında bulunması gereken özelliklerle benzer olduğunu belirtmiştir. Örneğin düşünce ve eğitim materyali seçim özgürlüğü özelliğiyle adaylar eğitimler esnasında duygu ve düşüncelerini özgürce ifade edebilecekleri ortamın sağlandığını ve bunun ilerleyen süreçlerde kendilerini daha rahat ifade etmeye başladıkları sonucuna ulaşılmıştır. Adaylar etkinlikler için sunulan malzemeleri alternatiflerden kendilerinin seçebilme ya da amaca uygun temin edebilme imkanının olması özgürlük konusunda bir kanıt oluşturduğunu ve özgün ürünler tasarlama becerilerini oluşturduğunu belirtmişlerdir. Destekler nitelikte Çakır ve Altun Yalçın (2020) çalışmalarında, adayların Montessori yaklaşımı temelli STEM eğitimlerinin yapılandırmacı öğrenme ortamında yer alan; eğitim ortamlarında kendilerini ve fikirlerini rahatlıkla ifade edebilme becerisini kazandırdığını, özgün ürünler tasarlamının özgüven ve yeni bilgi kazandırdığını ve karşılaşılan problemlere ön yargısız şekilde cesaretle bakabilmeyi sağladığını belirtmişlerdir. Yıldırım (2021) Montessori temelli STEM eğitimlerini içeren çalışma sonuçlarında verilen entegre eğitimlerin okul öncesi dönem çocuklarının bilimsel süreç becerilerini geliştirdiğini belirtmektedir.

Ibes ve Ng (2011), Montessori ortamında STEM eğitimlerinin çocuğun akademik başarısıyla birlikte sosyal, duygusal ve kişisel gelişimini desteklediğini belirtmiştir. Ayverdi ve Öz Aydın (2020) STEM eğitiminin eğitim kademesi fark etmeksizin akademik başarıyı artırdığı sonuçlarını kaydetmişlerdir. Araştırmada ise adaylar Montessori temelli STEM eğitimlerinin öğrenme yaşantılarına yeni bilgiler kattığını, sunduğu uygulamalı eğitimleri sayesinde eski bilgilerini pekiştirdiklerini ve ortaya çıkardıkları doğru çalışan ürünler sayesinde başarıya, yapabilme duygusunu kazandıklarını belirtmişlerdir.

Çetin ve Demircan (2020), erken çocuklukta STEM eğitimi uygulamalarının etkisini incelemiştir. STEM eğitiminin kavramsal öğrenmeyi sağlayan, aktif katılımları sağlayan bir eğitim anlayışı olduğunu belirtmiştir. Ek olarak öğrencilerin yaşantıları ile öğrendiklerini bütünleştirmesini sağladığını, merak uyandırdığını, inceleme, araştırma ve keşif yapılmasına izin verdiğini, bütüncül bir anlayış yapısına sahip öğrenme ortamları ve öğrenme deneyimlerinin oluşturulmasını desteklediğini ifade etmişlerdir. Yapılan araştırma kapsamında da özellikle eğitimlerin uzaktan olması nedeniyle yapılandırmacı sınıf ortamı yerine yapılandırmacı öğrenme ortamı oluşturulmasına özen gösterilerek etkin öğrenimlerin gerçekleşmesi ve adaylara bu ortamları kendilerinin nasıl oluşturabileceklerini gözlem ve deneyimlerle

elde etmeleri sağlanmıştır. Bu yapılandırmacı öğrenme ortamı için araştırmada sağlanan birkaç örnek belirtilirse; öğretmen rehber konumunda, öğrenci ise aktif katılım göstermiş ve yaparak yaşayarak öğrenme sağlanmıştır. Araştırma bulgularında da adaylar bizzat yaparak yaşayarak, deneyerek gözlemleyerek teorik bilgilerini uygulamaya döktüklerini, pekiştirdiklerini, daha kolay öğrenimler gerçekleştirdiklerini ve bu eğitimler dahilinde edindikleri bilgileri öğrenme-öğretme konusunda cesaret kazandıklarını belirtmişlerdir. Grunina vd. (2018) ise STEM eğitiminin öğrencilerin üst düzey bilgi ve becerilerini, yaratıcılıklarını geliştirdiğini belirtmiştir. Kurtuluş (2019) çalışma sonuçlarında, STEM etkinliklerinin öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarının geliştiğini, fen öğrenmeye yönelik motivasyonlarının arttığını, problem çözme becerilerini geliştirdiğini ve akademik başarılarını arttırdığını belirtmiştir. Çiftçi ve Topçu (2020) çalışmalarında okul öncesi öğretmen adaylarının STEM eğitimiyle eğlenerek öğrenme, yaparak ve yaşayarak öğrenme, kalıcı öğrenme, oyun yoluyla öğrenme, süreç temelli öğrenme, bilimsel süreç basamaklarını öğrenme, keşifler içinde yeniden keşfetmeyi öğrenme, düşünmeyi öğrenme ve işbirlikli öğrenmeyi sağladığını belirtmişlerdir. Yapılan çalışmada da öğretmen adayları Montessori temelli STEM eğitimlerinin gerçek yaşamla ilişkili olduğu konusunda hemfikir olduğu açıklamalarla detaylandırmışlardır. Eğitimlerde kullanılan malzemelerin gerçek yaşamla ilişkili olduğunu, günlük yaşamla iç içe olan konuları ele alındığını ve öğrenilen konuları birebir hayata taşıyıp uygulama alanları bulduklarını böylece günlük yaşam becerilerini geliştirdiğini belirtmişlerdir. Aslan ve Bektaş (2019) çalışmalarında fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM eğitimi sonrasında fen bilimlerini birçok disiplinle ilişkilendirdikleri, yaşamlarında anlamlandırabildiklerini, STEM kavramını tanımlayabilecek ve uygulayabilecek yeterlikte olduklarını kaydetmiştir. Gökbayrak ve Karışan (2017) destekler nitelikte, STEM eğitimlerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel düşünme becerilerini geliştirdiğini belirtmiştir. Bütün bu sonuçlarda dikkate alınarak okul öncesi öğretmen adaylarının uzaktan Montessori temelli STEM eğitim süreci boyunca gerek teorik bilgilerde gerekse uygulama becerilerinde olumlu gelişimler kat ettikleri, öğrendikleri bilgilerle meslek hayatlarında yapılandırmacı öğrenme ortamları oluşturabileceklerine inandıkları ve bu konudaki özgüvenlerinin olduğu sonuçları kaydedilmiştir.

Öneriler

Milli Eğitim Bakanlığı'nın eğitim sisteminde temel aldığı yapılandırmacı yaklaşım göz önünde bulundurulduğunda, STEM eğitiminin eğitim fakültelerinde ders olarak yer almasının geleceğin öğretmenlerinin yapılandırmacı öğrenmeye yönelik bilgi ve becerileri üzerinde olumlu etkileri olabileceği düşünülmektedir.

Çatışma Beyanı ve Etik Bildirim

Araştırmacıların araştırma ile ilgili diğer kişi ve kurumlarla yaşanabilecek herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi İnsan Araştırmaları Etik Kurulu 01.09.2020 tarihli 07/15 sayılı bir çalışmadır. Örneklem grubundan veri toplamak üzere gönüllü bireylere onay formu imzalatılarak konu hakkında bilgi verilmiştir. Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği ile ilgili herhangi bir işlem yapılmamış ve Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesindeki tüm kurallara uyulmuştur.

Kaynaklar

- Altun Yalçın, S. (2019). The effect of integrated STEM education on teachers and the opinions of teachers. *Journal of Social Humanities and Administrative Sciences*, 5(20), 948-963.
- Alkan, İ. (2021). Ortaokul 6. sınıf öğrencilerinin yapılandırmacı öğrenme ortamı algıları, fen öğrenmeye yönelik motivasyonları, mantıksal düşünme becerileri ve fen bilimleri yetenekleri arasındaki ilişki (Tez No: 700893). [Doktora Tezi, İnönü Üniversitesi-Malatya]. Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı Tez Merkezi.
- Aslan, F. & Bektaş, O. (2019). Fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM uygulamaları hakkındaki görüşlerinin belirlenmesi. *Maarif Mektepleri Uluslararası Eğitim Bilimleri Dergisi*, 3 (2), 17-50.
- Ayverdi, L.İ. & Öz Aydın, S. (2020). FeTeMM eğitiminin akademik başarıya etkisini inceleyen çalışmaların meta-analizi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 14(2), 840-888
- Baytok, H. (2007). Yapılandırmacı öğrenme kuramına dayalı öğretimin ilköğretim 7. Sınıf basınç konusunda öğrenci başarısı ve tutumuna etkisi (Tez No: 177962) [Yüksek lisans tezi, Balıkesir Üniversitesi- Balıkesir]. Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı Tez Merkezi.
- Baş, G. (2015). Sosyal-Yapılandırmacı öğrenme ortamı tasarımının öğrenenlerin akademik başarılarına, derse yönelik tutumlarına ve bilişüstü farkındalık düzeylerine etkileri ile öğrenme sürecine katkıları (Tez No: 407523) [Doktora Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi- Konya]. Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı Tez Merkezi.
- Bay, E. (2008). Öğretmen eğitiminde yapılandırmacı program uygulamalarının etkililiğinin değerlendirilmesi (Tez No: 254912) [Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi- Erzurum].
- Baytok, H. (2007). Yapılandırmacı öğrenme kuramına dayalı öğretimin ilköğretim 7. Sınıf basınç konusunda öğrenci başarısı ve tutumuna etkisi (Tez No: 177962) [Yüksek lisans tezi, Balıkesir Üniversitesi- Balıkesir].
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö.E., Karadeniz, Ş. & Demirel, F. (2018). *Eğitimde bilimsel araştırma yöntemleri* [Scientific research methods in education]. 25. Baskı, Pegem Akademi.
- Courtier, P., Gardes, M. L., Van der Henst, J. B., Noveck, I. A., Croset, M. C., Epinat-Duclos, J. & Prado, J. (2021). Effects of Montessori education on the academic, cognitive, and social development of disadvantaged preschoolers: Rarandomized controlled study in the french public-school system. *Child Development*, 92(5), 2069–2088.
- Cohen, L., Manion, L. & Morrison, K. (2007). Observation. Research methods in education. *Routledge*, 6, 396-412
- Clements, D. H. (1999). The geometric world of young Children. *Scholastic Early Childhood Today*, 13(2), 34-43.
- Çakır, Z., Yalçın, S. A. & Yalçın, P. (2019). Montessori yaklaşım temelli STEM etkinliklerinin okul öncesi öğretmen adaylarının yaratıcılık becerilerine etkisi. *Uluslararası Bilimsel Araştırmalar Dergisi*, 4(2), 392-409.
- Çakır, Z. & Yalçın, S. A. (2022). The effect of the montessori approach-based stem activities on the pre-school pre-service teachers' lifelong learning. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1-32.
- Çakır, Z. & Yalçın, S. A. (2022). The effect of montessori approach-based stem education on pre-service pre-school teachers' self-directed learning. *e-Uluslararası Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 13(2), 142-162.
- Çakır, Z. & Yalçın, S. A. (2021). Montessori yaklaşımı temelli STEM etkinliklerinin öğretmen adaylarının fene ve fen öğretimine yönelik tutumlarına etkisi. *OPUS International Journal of Society Researches*, 17(35), 1895-1924.
- Çalık, H. (2020). Fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM etkinlikleri ve STEM temelli robotik etkinliklerinin hipotetik- yaratıcı akıl yürütme becerisi, yaşam boyu öğrenme ve yapılandırmacı öğrenme gelişimine etkisinin incelenmesi (Tez No: 637843) [Yüksek Lisans Tezi, Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi- Erzincan]. Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı Tez Merkezi.
- Çetin, M. & Demircan H.Ö. (2020). STEM education in early childhood. *Inonu University Journal of the Faculty of Education*, 21(1), 102-117.
- Çiftçi, A. & Topçu, M. S. (2021). Okul öncesi öğretmen adaylarının STEM eğitime yönelik zihinsel modelleri ve görüşleri. *Milli Eğitim Dergisi*, 50(231), 41-65.
- Demirci, C. (2009). Constructivist learning approach in science teaching. *Hacettepe University Journal of Education*, 37(37), 24-35.
- Deniz, S. & Çaylı, B. (2017). Sınıf öğretmenlerinin yapılandırmacı öğrenme ortamlarına ilişkin görüşlerinin incelenmesi. *Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 19(2), 97-116.
- Elkin, M., Sullivan, A. & Bers, M. U. (2014). Implementing a robotics curriculum in an early childhood Montessori classroom. *Journal of Information Technology Education: Innovations in Practice*, 13(01), 153-169.
- Güven, Ç., Selvi, M. & Benzer, S. (2018). 7E öğrenme modeli merkezli STEM etkinliğine dayalı öğretim uygulamalarının akademik başarıya etkisi. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 6(18), 73-80.
- Gümüş, B., & Eroğlu, E. (2024). Examination of STEM practices in science education in terms of different variables: A meta analysis study. *Trakya Eğitim Dergisi*, 14(1), 54-74.

- Gökbayrak, S. & Karışan, D. (2017). STEM etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerine etkisi. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 8(2), 63-84.
- Grunina, Y.A., Malenkova, A.A., Gasanbekov, S.K., Maslennikova, E.G. & Solovyanenko, N.I. (2021). The impact of innovative STEM education technologies on the quality of learning of educational material. *Revista on line de Política e Gestão Educacional*, 3306-3321.
- Ibes, CF, & Ng, Y. (2011). *Montessori Ortamında Mühendislik*, Vancouver, BC. 10.18260/1-2—17873
- İşman, A. (2002). Sakarya’da görev yapan öğretmenlerin eğitim teknolojileri yönünden yeterlilikleri. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 1(10), 72-91
- Jonassen, D.H. (1994). Thinking technology: toward a constructivist design model. *Educational Technology*, 34(4), 34-37
- Karadağ, E., Deniz, S. & Korkmaz, T., Deniz, G. (2008). Yapılandırmacı öğrenme yaklaşımı: sınıf öğretmenleri görüşleri kapsamında bir araştırma. *Eğitim Fakültesi Dergisi*, 19(2), 383-402.
- Kaya, H.İ., Küçükali, R. & Ada, Ş. (2010). Yapılandırmacı öğrenme yaklaşım uygulamalarında öğretmen adaylarının öğrenmede öz-düzenleme yetkinlik algıları. *Journal of Social Sciences*, 10(44), 75-84.
- Kurtuluş, M.A. (2019). STEM etkinliklerinin öğrencilerin akademik başarılarına, problem çözme becerilerine, bilimsel yaratıcılıklarına, motivasyonlarına ve tutumlarına etkisi (Tez No: 546488) [Yüksek Lisans Tezi, Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi- Antalya].
- Kıran, I., Macun, B., Argin, Y. & Ulutaş, İ. (2021). Montessori method in early childhood education: a systematic review. *Cukurova University Faculty of Education Journal*, 50(2), 1154-1183.
- Lillard, A.S. (2012). Preschool children’s development in classic montessori supplemented montessori and conventional programs. *Journal of School Psychology*, 50, 379-401.
- Marlowe, B. & Page, M.L. (1998). *Creating and sustaining the constructivist classroom*. Corwin Press.
- Mertoğlu, H. (2011). Fen ve teknoloji öğretmenlerinin öğretim stillerinin ve yapılandırmacı öğrenme ortamına ilişkin algılarının öğretim uygulamalarına etkileri (Tez No: 298552) [Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi-İstanbul]. Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı Tez Merkezi.
- Özmen, H. (2016). *Öğrenme kuramları ve fen bilimleri öğretimindeki uygulamaları*. Çepni, S. (Ed.), Kuramdan uygulamaya fen ve teknoloji öğretimi içinde, (s. 51-119), Pegem Akademi.
- Patton, Q.M. (2014). *Nitel araştırma ve değerlendirme yöntemleri*. (Çev Edt: Bütün, M. ve Demir, S.B), Pegem Akademi.
- Rinke, R.C., Gimbel, S.J. & Haskell, S. (2013). Opportunities for inquiry science in montessori classrooms: learning from a culture of interest. *Communication, And Explanation. Research in Science Education*, 43(4), 1517-1533.
- Sasan, H. (2002). Constructivist learning. *Education as You Live*, 74(75), 49-52.
- Scippo, S. & Ardolino, F. (2021). Computational thinking in Montessori primary school. *Journal of Theories and Research in Education*, 16(2), 59-76.
- Szostkowski, A.H. (2017). It’s what we use as a community’’: Exploring students’ stem characterizations in two montessori elementary classrooms. *The University of Minnesota Digital Conservancy*. <https://hdl.handle.net/11299/190621> Son erişim: 11.11.2021
- Saban, A. (2014). *Öğrenme öğretme süreci*. Nobel Yayın Dağıtım.
- Soykara, A. (2012). Öğretmenlerin yapılandırmacı öğrenme uygulamalarına yönelik tutumlarının değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Yakın Doğu Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Lefkoşa
- Şaşan, H.H. (2002). Yapılandırmacı öğrenme. *Yaşadıkça Eğitim Dergisi*, 74(75), 49-52.
- Yıldırım, F.S. & Ateş, A. (2016.) Fen ve teknoloji dersi öğretmenlerinin yapılandırmacı öğrenme ortamına ilişkin görüşleri. *The Journal of International Education Science*, 3(8), 168-181.
- Yıldırım, Z. (2021). Montessori eğitimine devam eden 60-72 aylık çocuklar için geliştirilmiş M-Stem programının çocukların bilimsel süreç becerilerine etkisinin incelenmesi (Tez No: 691093) [Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi- İstanbul]. Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı Tez Merkezi.
- Yıldırım, A. & Şimşek, H. (2008). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. (6.Baskı), Seçkin Yayıncılık.
- Williams, M. (1996). *Plato, Piaget, and Montessori: A study of development theories*. Unpublished Dissertation Thesis, Baylor University, Texas.
- Windschitl, M. (2000). *The challenges of sustaining a constructivist classroom culture*. In K. M. Cauley, F. Linder, J. H. McMillan (Eds.), *Educational psychology* (p.: 121-126), McGraw Hill, Dushkin.

Yazarların Katkı Oranı Beyanı

Birinci yazar; Ölçek araştırması, uygulamalar, analizler, makale yazımı.

İkinci yazar; Araştırma problemi, etkinliklerin ve yöntemin belirlenmesi, uygulama.

RESEARCH

Open Access

The Effect of Montessori Approach-Based STEM Trainings on Pre-Service Preschool Teachers' Creating a Constructivist Learning Environment

Zehra Çakır *, Sema Altun Yalçın **

Abstract

In the study, the effect of Montessori approach-based STEM trainings on pre-service preschool teachers' ability to create a constructivist learning environment was examined. Mixed method was used in the study. The sample of the study consisted of 53 pre-service early childhood education teachers. In the study, "Constructivist Learning Environment" scale was used to obtain quantitative data and "Semi-structured Interview Form" was used for qualitative data. The quantitative data obtained in the study were analyzed by statistical methods and qualitative data were analyzed by content analysis. During the study, Montessori approach-based STEM trainings were given to the candidates for 2 class hours per week for 14 weeks in total. The results showed a significant difference between the pre-test and post-test data for creating a constructivist learning environment. At the same time, it was observed that the results of the qualitative analysis also supported this difference. These developments were determined from the statements of the pre-service teachers that the education provided in the interviews contributed greatly to their personal and social development and helped them gain the ability to learn and teach about a subject. In line with the results obtained, it can be concluded that preservice preschool teachers' self-directed learning skills such as self-confidence, perseverance, self-planned learning and self-evaluation are developed with STEM education based on Montessori approach.

Keywords: Early childhood education, constructivist learning, montessori approach, preservice teachers', STEM

Article History

Received: 28/11/2024

Correction: 09/12/2024

Accept: 07/04/2025

* Assist. Prof., Bayburt Universty, ORCID: 0000-0003-4585-8214, Bayburt, Turkey, zehracakir@bayburt.edu.tr

** Prof. Dr., Erzincan Binali Yıldırım Universty, ORCID: 0000-0001-6349-2231, Erzincan, Turkey, sayalcin@erzincan.edu.tr

For citation: Çakır, Z. ve Yalçın, S. A. (2025). The effect of montessori approach-based STEM trainings on pre-service preschool teachers' creating a constructivist learning environment. *OJCES*, 3(5), 81-121. [https:// 10.5281/zenodo.15677195](https://10.5281/zenodo.15677195)

Article supplement information: Produced from doctoral thesis.

Introduction

Today, the main feature expected from individuals is that they have the skills to produce knowledge instead of consuming knowledge. Instead of individuals who take information as ready-made and use it by shaping it with guidance, there is a need for individuals who interpret and construct information and actively participate in the process of producing new information (Çakır & Yalçın, 2022). In this regard, constructivist learning environments provide opportunities for individuals to reach high-level thinking by helping them process information, make assumptions, conduct experiments and research (Soykara, 2012). Constructivist learning puts the student at the center of knowledge and is based on the construction of knowledge in accordance with the student's own speed and potential by creating his/her own learning system (Şaşan, 2002; Windschitl, 2000). Each knowledge gained prepares the ground for structuring the next knowledge; it is based on the idea that each student learns by associating new knowledge with previous knowledge (Güven et al., 2018). In the principles of constructivist learning, learning is subjective, social, emotional, influenced by the environment, developmental, continuous, involves a conceptual change, and learning is not a passive process of receiving, but an active process of creating meaning (Saban, 2000). With constructivist learning, individuals gain scientific study skills. In other words, instead of a lot of shallow information in the scientific field, individuals gain the ability to go much deeper and analyze in fewer subjects. Again, individuals who have gained constructivist learning skills know how to generate ideas by creating their current research, discoveries and hypotheses, not their stereotyped knowledge to solve the problems they face. Thus, for the solution of the problem, structured knowledge is obtained by blending the previously experienced knowledge with the new knowledge acquired as a result of their research (İşman, 2002). Individuals with constructivist learning skills are expected to have 21st century characteristics such as self-confidence, entrepreneurship, self-expression, self-directed learning, communication, critical thinking, analytical thinking, problem solving, planning, and transferring what they have learned to daily life (Marlowe & Page, 1998). In the learning environment created for students who will have these skills, it is necessary to encourage and sustain the desire to learn with interesting educational materials (etc.). It is emphasized that the teacher, who will organize this environment, should first receive training to develop these skills (Yıldırım & Ateş, 2016). Science, Technology, Engineering and Mathematics disciplines emphasize the importance of students' constructivist learning skills in the realization of the outcomes in the education programs (Mertoğlu, 2011). This makes learning more meaningful and ensures the realization of the learning outcomes and raises individuals who can solve today's complex problems (Şaşan, 2002).

Constructivist learning skills are one of the basic characteristics expected from individuals in today's rapidly developing technological age. The new goal of education is to raise productive individuals who know how and where to use information, recognize their own learning methods, monitor their own learning process and use it effectively, benefit from their previous knowledge in producing new knowledge, and are beneficial for the national economy. Given the trends of teaching disciplines in recent years (in particular, due to the development of the COVID-19 pandemic, restrictions related to the introduction of computer, mobile and remote technologies, the alignment of the educational process with modern trends in the field of education, the inclusion of active new educational equipment, increasing constructivist learning environments and the formation of competencies related to further professional activities, it is necessary to develop the ability to research, analytical work, experimentation and critical thinking, which will expand the opportunities for effective and quality professional training of future specialists. (GRUNINA et al., 2016). In order to achieve success in the vision of educating

individuals as science and technology literates, which is seen as the way to achieve this goal and build a strong future, effective reforms should be made in the education program related to learning, teaching methods and learning environment (Alkan, 2021). These reforms include STEM education, whose effectiveness has been proven in many countries and which incorporates the philosophy of constructivism, as well as the Montessori approach, which starts from preschool education. Montessori approach-based STEM education, which is offered by combining these two effective educations with common goals, develops the characteristics of the individual within the scope of constructivist learning skills (Çakır et al., 2019). Especially with the realization of the importance of preschool education in the world, there has been a significant increase in current education programs such as the Montessori approach and STEM education for this period all over the world, including Turkey. These programs draw attention with their modern education approach and their aim to develop children's 21st century and social skills (Çakır & Altun Yalçın, 2022).

In the preschool period, games based on the Montessori approach can be used in STEM applications in a planned manner on the important concepts and skills desired to be gained by the child. Especially preschool children have a very curious and inquisitive spirit towards the events and objects around them. By allowing them to ask questions, question and hypothesize within the planned game, children's skills and knowledge about STEM fields can be developed (Çakır, 2022). At this point, it is thought that STEM fields can be taught effectively by supporting them in the environment prepared with the Montessori approach applied in preschool period. The basis of this idea lies in the proof that various aspects of the Montessori philosophy and curriculum are compatible with the goals of STEM education, as revealed by academics who have examined the integration of science, mathematics, engineering, and technology in Montessori classrooms (Çakır & Altun Yalçın; 2021; Elkin et al., 2014; Ibes & Ng, 2011; Rinke et al. , 2013; Yıldırım, 2021). Both approaches aim to increase students' interest and curiosity, especially about the natural world today. In both, teachers act as guides and use student-centered methods. Both encourage group work and collaborative learning. Both also utilize a constructivist approach to learning in which learning emerges, explicitly or implicitly, through the child's interaction with the environment (Rinke et al., 201). While providing a constructivist learning environment, the main goal is learning by doing, experiencing and thinking (which Montessori based STEM education is also based on). The individual is free while practicing constructivist learning, and has the opportunity to explore freely (as in the principles of the Montessori approach). They are enabled to question and create problem situations (as in STEM education) (Mertoğlu, 2011). In the process of associating a discipline with other disciplines, it should be supported with 21st century life skills as well as making connections with real life problems. Montessori approach-based STEM education helps individuals gain scientific knowledge by doing and experiencing (Güven et al., 2018). According to constructivist learning, knowledge is structured differently in each individual's mind. Since the knowledge that each individual constructs differently is affected by the individual's previous knowledge and experiences, it is necessary to take into account the previous knowledge (Özmen, 2016). Constructivist learning, which is among the aims of Montessori approach-based STEM education, can also be defined as combining and internalizing the past knowledge and experiences of the individual with the new experiences (Baytok, 2007). If the individual cannot integrate new information in his/her mind, that information will remain in his/her mind only as knowledge accumulation. Constructivism is not the accumulation, memorization or repetition of knowledge, but the transfer and reconstruction of knowledge. It also takes into account the individual differences of students and gives importance to learning by evaluating them according to their individual needs, interests and experiences, strengths and weaknesses. Instead of

strictly adhering to the program, it is preferable to choose topics and adapt them to their own conditions. There is no competition between students. Instead, they are taught to share knowledge and responsibilities and to respect each other. Responsibility for learning is shared by teachers and students (Jonassen, 1994; Karadağ et al., 2008).

Rapid changes and developments in knowledge require individuals to use self-directed learning methods and to become lifelong learners in order to improve their existing skills. For this, there is a need to organize learning environments in the education system in a format that supports individuals to manage their own learning process and support their lifelong learning (Kaya et al., 2010). Constructivist teaching environments created at this point contribute to effective learning by enabling individuals to interact more with their environment, based on cooperation and problem-based learning methods, and making learners active in the environment (Karadağ et al., 2008). It has been stated that the trainings carried out in these environments contribute to the development of individuals' self-directed learning and lifelong learning skills (Kaya et al., 2010). In the results of the literature, it has been determined that teachers who will create constructivist learning environments do not consider themselves sufficient in this regard (Demirci, 2009; Deniz & Çaylı, 2017; Karadağ et al., 2008; Mertoğlu, 2011). Again, in many studies, it is emphasized that it is necessary to start from the preschool period to gain the skills given above and the importance of our teachers to become equipped in these areas with both pre-service and in-service trainings (Ibes & Ng, 2011; Rinke et al., 2013; Szostkowski, 2017). In this study, the effect of STEM trainings based on the Remote Montessori approach on pre-service preschool teachers' knowledge and skills to create a constructivist learning environment was examined.

Method

Research Model

Explanatory mixed method was used in the study. In this design, the researcher first collects and analyzes quantitative data on the research problem. Then he/she collects qualitative data to explain and support quantitative results and relates them to each other (Büyüköztürk et al., 2016). The research group model is a single group pre-post test model. This model is to compare the effect of the intervention on the research group by comparing pre-posttest scores (Cohen & Marison, 2007).

Research Sample

The accessible universe and purposive sampling method were used in the study. Purposive sampling helps the researcher to access important information about the subject to be researched and provides an in-depth examination of the subject to be researched (Patton, 2018). The sample group consisted of 53 pre-service teachers studying in the department of preschool teaching at a state university. It was stated that the pre-service teachers who participated in the study had not received training on STEM and Montessori applied activities before (some of them had some theoretical knowledge about Montessori due to the preschool department). Then, the participants were made to implement Montessori approach-based STEM activities for 2 class hours per week for 14 weeks. The trainings were conducted by an expert researcher in the field of science. The expert has 6 years of experience working in the field of STEM with pre-school, primary, secondary and university students at different levels of education.

Data tools

In order to measure pre-service preschool teachers' ability to create a constructivist learning environment, the "Creating a Constructivist Learning Environment" scale adapted into Turkish by Bay

(2008) was used. Bay (2008) prepared a five Likert scale consisting of 52 items as a result of the constructivist learning environment scale prepared by Tenenbaum et al. The scale consists of nine sub-dimensions: taking responsibility for learning, critical thinking, assessment, physical environment, classroom language, method-technique and motivation, relationship with real life and teacher role. Its reliability is 0.85.

The semi-structured interview form consists of 7 open-ended questions. The items and sub-dimensions of the quantitative scale were taken into consideration for the validity of the questions. The questions were examined by 3 experts (in the fields of science and educational sciences) for their suitability for the purpose and reliability and their approvals were obtained.

Data Analysis

The quantitative data obtained in the study were examined for normality values before statistical analysis. In the results, the descriptive statistical values and Kolmogorow ($p < 0.05$) values of constructivist learning data and four of its sub-dimensions; relationship with real life, about critical thinking, classroom language, evaluation dimensions did not show normal distribution. For this reason, Wilcoxon test, which is the nonparametric equivalent of the related sample t test to be applied to determine the difference between the scores, was applied. Paired sample t-test, which is a parametric test, was applied to the four sub-dimensions showing normal distribution (Clements, 1999).

For qualitative data, interviews were first reported in accordance with content analysis. Then, separate codes and categories were created for each question and interpreted. For the reliability of the data analysis, three experts were asked to analyze the data separately. Then the results were combined and the content analysis reliability value was found to be 85%. An inter-coder reliability value above 70% indicates that it is reliable (Yıldırım & Şimşek, 2008).

Process

In the process of the study, the researcher first conducted a literature review for the activities within the scope of the training to be provided. In these scans, it was emphasized that the activities should create the excitement of designing new products by using the candidates' field knowledge, include the Montessori approach and STEM philosophy, and offer constructivist learning environments. It was also paid attention to the fact that the activities should contain the knowledge and experience gained from the previous application for the solution of the problems that the candidates will encounter in the applications, offer different application areas in their professional lives and contribute to their personal-social development. The study period lasted a total of 14 weeks, 2 class hours per week. The practices were carried out with 53 pre-service preschool teachers under the guidance of an expert in the field. In the process of realizing the applications, since it coincided with the Covid-19 period, distance education, both with the distance education system created by the university and by creating groups over whatsapp, trainings were carried out in video environments. In the applications, simple materials (such as bottles, coke cans, straws, cardboard-paper, insulating electric cables, tongue sticks, garbage skewers) that can be easily found in daily life, recycled and cost-effective were used. Before the applications, pre-service teachers were given brief theoretical information about STEM education and Montessori approach. Afterwards, groups of no more than four people were formed in separate virtual spaces for 14 different activities determined by the expert beforehand. In addition to the individuals in all these virtual groups, they are in the course environments under the guidance of the instructor in the online environments offered by the university for education. Each week, the candidates were given theoretical

information about the activity of the week about the problem situation and how to do it (necessary information such as science and mathematics, visualization of the activity to be done with drawing), and they were asked to create the activity individually with the group logic by video with remote whatsapp etc. groups. In addition, the activities were based on originality, that is, they were not put into a certain mold and everyone created the same product, but they were asked to produce solutions to the given problem and design the original product in cooperation with the group. The trainer followed all individuals and groups online throughout the process and provided guidance. After each group designed their products, they were presented and promoted in a collective lesson environment. If we indicate some important notes that can be confused between Montessori approach-based STEM education regarding the content of the activities; STEM education was applied in the activities. Only the philosophical principles of the Montessori approach were taken as a basis and integrated into STEM applications. There is no STEM education in the Montessori approach, but more permanent learning is provided by transferring STEM applications to preschool children on the basis of Montessori philosophy due to the common skills and goals it provides to the individual (Çakır et al., 2019). In line with this view, Montessori philosophy and principles were integrated into STEM activities prepared for pre-service teachers. If this situation, how it is integrated, is explained through an example; In the philosophy of the Montessori approach, it is based on the materials being interesting, vivid and colourful. In this direction, different colours and varieties were used for the design decorations created in the materials used in STEM applications. Again, Montessori approach includes applied daily life exercises and affective areas. In STEM activities, affective areas were addressed in making designs and communicating by bringing different materials together in the applications, and concrete products were produced. In addition, applications were carried out by giving a real problem situation related to daily life in the designs to be created. In Montessori philosophy, the materials have a repeatable feature and the individual can start in the order he/she wants by choosing the material he/she wants. In the applications, materials such as motor, intermediate cable, battery, etc. used for STEM activities were selected to be used repeatedly in the construction of different designs every week. Again, the student can choose the motor he/she wants from a material, for example, from the motor, by presenting different types of motors. For the materials presented within the scope of the activity, the candidates were given the freedom to choose a different material that has the same function in their environment. In addition, in the activities, based on the philosophy of originality and freedom of the Montessori approach, STEM designs were not put into a certain mould and each individual (group) was asked to create the same product, but to make different designs in line with the problem situation and to use their own creativity skills and originality. In the STEM activities based on the principle of progression from simple to difficult in the activities created according to the order of difficulty and complexity in the Montessori approach philosophy, more difficult applications were made each week compared to the next. Again, based on the social learning principle of Montessori, learning to respect oneself, others and the environment, and gaining the ability to work alone and with others, groups were formed while doing STEM activities in line with the principle of gaining the ability to work alone and with others. Based on the reality and naturalness principle of the Montessori approach, the materials used in STEM activities were selected from the materials found in real life and in nature (plastic bottles, soil, wooden sticks, water, batteries, cables, etc.). In line with this scope, examples were multiplied and STEM applications were carried out in the research on the basis of the principles of remote Montessori approach. To give an example; a problem situation related to daily life was determined; How do traffic lights work? Candidates were firstly informed about electrical conductivity, series-parallel connection etc. Then, each group was asked to design a traffic light in which the lights blinked sequentially in a 2-hour period

using the materials specified within the scope of the activity (tin Coke can, LED, tongue stick, etc.). The instructor only provided guidance throughout the process.

Findings

The normal distributions of the scores related to the constructivist learning environment scale and its sub-dimensions were analyzed. As a result of this analysis, normal distribution was observed only in the 3rd, 6th, 7th, 8th and 9th sub-dimensions and a paired sample t-test was performed to find the difference between the pre-posttest. For the data that did not show normal distribution, the nonparametric equivalent of this analysis, the Wilcoxon signed-rank test, was performed. All quantitative and qualitative data analysis results are presented and interpreted in tables below.

Table 1. Results of the Wilcoxon Signed Ranks Test for the Constructivist Learning Environment Scale

Measurements	Ranks	N	Mean rank	Sum of ranks	z	P
Constructivist post-test	Negative ranks	2	9,75	19,5	-5,966	,000
		48	26,16	1255,50		
Constructivist pre-test	Positive ranks	0				
	No difference					

The Wilcoxon signed-rank test, which is the nonparametric equivalent of the paired samples t-test (due to the non-normal distribution of the scores), was conducted to determine the difference between the pre-test and post-test scores of the Montessori approach-based STEM trainings on the scale of creating a constructivist learning environment. The results showed a significant difference between the pre-test and post-test scores ($Z = -5,966$; $p = ,000 < .05$).

Table 2. Results of the Wilcoxon Signed Ranks Test for the 1st, 2nd, 4th, and 5th Sub-dimensions of the Constructivist Learning Environment Scale

Measurements	Ranks	N	Mean rank	Sum of ranks	z	p
1.Subdimension post-pretest	Negative ranks	4	15,00	60,00	-4,911	,000
	Positive ranks	38	22,18	843,00		
	No difference	8				
2.Subdimension post-pretest	Negative ranks	13	19,00	247,00	-3,211	,001
	Positive ranks	33	25,27	834,00		
	No difference	4				
4.Subdimension post-pretest	Negative ranks	2	4,25	8,50	-6,082	,000
	Positive ranks	48	26,39	1266,50		
	No difference	0				
5.Subdimension post-pretest	Negative ranks	6	14,83	89,00	-5,213	,000
	Positive ranks	43	26,42	1136,00		
	No difference	1				

Subdimension 1: Relation to real life, Subdimension 2: About critical thinking, Sub-dimension 3: Taking responsibility for learning-student role, Sub-dimension 4: Classroom language, Sub-dimension 5: Assessment, Sub-dimension 6: Physical environment, Sub-dimension 7: Teacher role, Sub-dimension 8: Teaching process-method, Sub-dimension 9: Motivation

The results of the Wilcoxon signed-ranks test for the sub-dimensions of the constructivist learning environment building scale in Table 2 are given. There was a significant difference between the pre-test and post-test scores of pre-service preschool teachers' constructivist learning environment building scale sub-dimensions of relationship with real life (1st sub-dimension), critical thinking (2nd sub-

dimension), classroom language (4th sub-dimension) and evaluation (5th sub-dimension) ($Z_1=-4,911$; $Z_2=-3,211$; $Z_3=-6,082$; $Z_4=-5,213$; $p<,05$).

Tablo 3. Paired Samples T-Test Results for the 3rd, 6th, 7th, 8th and 9th Sub-Dimensions of the Constructivist Learning Environment Scale

Ölçümler	N	$\bar{X}$	Ss	T	P
3.Subdimension pre-test	50	24,32	3,346	-7,464	,000
3.Subdimension post-test	50	29,20	3,608		
6.Subdimension pre-test	50	13,24	3,755	-9,025	,000
6.Subdimension post-test	50	19,78	3,558		
7.Subdimension pre-test	50	19,38	2,562	-4,447	,000
7.Subdimension post-test	50	21,60	2,813		
8.Subdimension pre-test	50	9,92	2,640	-13,652	,000
8.Subdimension post-test	50	17,22	2,178		
9.Subdimension pre-test	50	31,78	5,898	-7,787	,000
9.Subdimension post-test	50	39,28	3,741		

Subdimension 1: Relation to real life, Subdimension 2: About critical thinking, Sub-dimension 3: Taking responsibility for learning-student role, Sub-dimension 4: Classroom language, Sub-dimension 5: Assessment, Sub-dimension 6: Physical environment, Sub-dimension 7: Teacher role, Sub-dimension 8: Teaching process-method, Sub-dimension 9: Motivation

Paired samples t-test results for the sub-dimensions of the constructivist learning environment building scale in Table 3 are given. According to the results, there was a significant difference between the pre-posttest scores of taking responsibility for learning (sub-dimension 3), physical environment (sub-dimension 6), teacher role (sub-dimension 7), teaching process (sub-dimension 8) and motivation (sub-dimension 9). ($t_{50}: -7,464$; $p=,000< 0.05$; $t_{50}: -9,025$; $p=,000< 0.05$; $t_{50}: -4,447$; $p=,000< 0.05$; $t_{50}: -13,652$; $p=,000< 0.05$; $t_{50}: -7,787$; $p=,000< 0.05$). Considering all these results, it can be interpreted that Montessori approach-based STEM trainings have positive effects on pre-service preschool teachers' ability to create a constructivist learning environment.

Findings from Qualitative Data

Table 4. Pre- and Post-Education Pre-Service Teachers' Responses to the Question: 'Do You Think That Montessori-Based STEM Education Contributes to Your Learning Experiences? Why? How?'

Pre-Education Interview Results		
Category	Code Name	Frequency(F)
Emotion-Thought	No opinion	5
	Prejudice	3
	Misguidance	1
	Contribution	4
Learning Experience	Old-New Knowledge	2
	Educational Content	2
	Concrete Education	2
Post-Education Interview Results		
Relationship with Life	Daily life skills	5
	Future life	2
	Problems of daily life	1
Learning	Easy learning	1
	Learning new methods	7
	Fast learning	1
	Fun learning	1

	Reinforcing old knowledge	1
	Doing-living	1
	Observing-trying	1
Benefits of Education	Problems	1
	Solutions	1
	Achievements	1
	Preschool	1
	Science	1
	Robotic applications	1
	Contribution	9
	Fun activities	1
	Active use	1
Feeling-Thought	Educational framework	2
	Conviction	1
	Gaining self-confidence	1
	Encouragement	2
	Sense of ability-accomplishment	1
Mental Activity	Critical thinking	3
	Creative ideas	1
	New knowledge-skills	2

Table 4 examines the responses of teacher candidates before and after their training, leading to the creation of seven categories in total. Prior to the training, candidates reported that they did not know how the upcoming training would impact their learning experiences. Some candidates were concerned that new information might invalidate their existing knowledge and lead to misconceptions. Others had no idea about the training, while some believed that a concrete educational system could be beneficial. After the training, candidates indicated that the education positively impacted their learning experiences. They began to use daily life skills more actively and believed that this would ease their future endeavors. They noted that they were able to compare old and new knowledge, resulting in different new learnings and helping them recognize everyday life problems. The responses highlighted that candidates found the training, particularly in the field of science, to be more effective when learned through hands-on and observational methods. They felt that the training added new information to their learning experiences and reinforced old knowledge through practical applications. Additionally, candidates mentioned that they conducted more engaging and practical activities with children, making learning more enjoyable. They found that the training facilitated the understanding of challenging science topics, provided new knowledge and skills relevant to early childhood education, and enabled them to approach everyday problems with a problem-solving perspective. They also noted the development of skills necessary for the technological age (such as critical thinking, creativity, and problem-solving) and gained knowledge about robotic applications. Furthermore, they reported gaining a sense of achievement and competence, becoming more aware of real-life problems, and being encouraged in their teaching practices through experimental and observational learning. They felt that their confidence was boosted, critical and analytical thinking skills were developed, and they acquired new knowledge, skills, and creative ideas.

Table 5. *Pre- and Post-Education Pre-Service Teachers' Views on the Question: 'Do You Think That Montessori-Based STEM Education is Related to Real Life? How?'*

Pre-Education Interview Results		
Category	Code Name	Frequency(F)
Thought	No idea	6
	Unable to reconcile	1
	Theoretical application	1
	Concrete education	1
Relationship with Life	Connectedness to life	1
	Distancing from real life	2
	Physics	1
	Chemistry	1
Post-Education Interview Results		
Education-Discipline	Mathematics topics	1
	Science topics	1
	Method-strategy	2
	Theoretical knowledge	3
	Materials	1
Relationship with Life	Reflection of society	2
	Real life	13
	Being in touch with life	5
	Daily life skills	1
Knowledge-Skills	Productivity	1
	Transfer to education	1
	Building	1
	Using blocks	1
	Engine working principle	2
	Permanent knowledge	2
	Problems	3
	Solutions	1
Feeling-Thought	Witnessing	1
	Concreteness	1
	Realizing	3
	Relating	5
	One-to-one compatibility	1

In Table 5, a total of 7 categories were formed as pre-training answers and post-training answers by analyzing the answers of the candidates regarding the question. In the pre-training answers, the candidates stated that they thought that STEM was far from real life because they could not associate subjects such as physics and chemistry with real life, and some of them stated that they could have a connection with life. In the post-training answers, the candidates stated that the education given was related to real life; they associated it with natural materials such as stone and soil, they were able to explain the events in their daily lives, they were able to realize the problems, they realized that the theoretical knowledge in the content of subjects such as science and mathematics were related to real life, and the permanence of the information taught was ensured thanks to the different methods applied in the trainings. They argued that the practices addressed subjects that are intertwined with daily life, that they found areas of application by bringing the subjects learned to life one-to-one and thus developed daily life skills, and that they were related to real life by giving examples of STEM activities

based on Montessori philosophy. They included statements such as building designs with the blocks used in the activities, learning the working principle of a motor by establishing simple electrical circuits, and transferring them to education by asking questions related to real life and ensuring permanence.

Table 6. *Pre- and Post-Training Teacher Candidate Opinions on the Question "Was or Will There Be an Environment Where You Can Express Your Thoughts Freely in Montessori-Based STEM Education?"*

Pre-Education Interview Results		
Category	Code Name	Frequency(F)
Feeling-Thought	No idea	4
	Assumptions	2
	Suitable environment	3
	Free	1
Features	Mutual	2
	communication	2
	Child skill	1
	Teacher focused	
Post-Education Interview Results		
Emotion	Feeling	1
	Witnessing	2
	Coping	1
	Respect	2
Personal Development	Self-realization	3
	Ability to make	1
	original applications	3
	Generating solutions	10
	Offering free	3
	expression	
	Learning new information	
Mental Activity	Brainstorming	4
	Problem solving	5
	Creative thinking	1
	Design thinking	1
Educational Features	Not being confined	2
	within boundaries	3
	Free thinking structure	1
	Observation	1
	Integrated education	

In Table 6, a total of six categories were formed as pre-training answers and post-training answers by analyzing the answers to the question. In the pre-training responses, some pre-service teachers stated that they assumed that Montessori education was student-centered, that it included areas of mutual interaction and communication, and that there would be appropriate environments where thoughts could be presented freely, while some pre-service teachers stated that they thought that STEM was only instructor-oriented and did not include skills for children. In the post-training responses, the candidates stated that they witnessed environments where they freely expressed their thoughts to each other, they were able to solve the problems in the applications and freely present their suggestions to their friends, they learned to respect each other's ideas, they had the opportunity to discover their own characteristics, the fact that they could choose the materials offered for the activities from the alternatives constituted a proof of the ability to present ideas freely and created the ability to design original products, they gained new knowledge, gained the ability to solve problems and conduct research. They also stated that the

fact that the education provided was integrated with other disciplines enabled them to make observations and learn information without being confined to any boundaries during the process.

Table 7. “Pre-Service Teachers’ Views on the Question: ‘What Should the Physical Environment for Montessori-Based STEM Education Be Like? Why?’

Post-Education Interview Results		
Category	Code Name	Frequency(F)
Classroom Environment Characteristics	Safe	4
	Spacious	7
	Ease of access to materials	2
	Living spaces	3
	Physical environment suitability	4
	Must be comfortable	11
	Supported by visual design	1
	Ease of movement	8
Class Materials	Technological materials	5
	Black-whiteboard	1
	Occupational health	1
	Student physical development fitness	3
Learning	Learning through play	1
	Learning new information	1
	Learning through understanding	1
	Easy learning	2
Educational Content	Mathematics	2
	Technology	1
	Experimenting	2
	Concrete experiences	2
	Educational games	1
	Teacher guidance	1
	Independence	1

In Table 7, the post-training responses of the candidates regarding the question were analyzed and a total of 4 categories were formed. In these categories, the candidates mentioned the classroom environment and material features of Montessori based STEM education. These are that the environment should be large, spacious, bright, safe in terms of health in various areas, should have multi-purpose living spaces where students can move easily during activities, should have reading areas, should be technically equipped, should be supported with visual materials, the size and access of the materials should be suitable for children's development; desks, cabinets (etc.) in the classrooms should be suitable for children's physical development. Since STEM education is a concrete education, the materials in the classroom should be well-designed materials that will help children learn and comprehend new things and provide concrete experiences; necessary precautions should be taken regarding occupational health; there should be materials such as smart boards, projections, overhead projectors, overhead projectors, and normal whiteboards in the classrooms. They also stated that the classroom should be physically suitable for conducting experiments, that there should be plenty of materials related to mathematics and technology, that there should be environments where students can complete their activities independently of the teacher and that they should be supported by

educational games. They stated that such an environment would enable children to learn easily and comprehensively by playing games.

Table 8. *Pre-Service Teachers' Views on the Question: 'What Should Be the Role of the Teacher in Montessori-Based STEM Education? Why?'*

Post-Education Interview Results		
Category	Code Name	Frequency(F)
The Role of the Teacher	Guiding	17
	Leading	5
	Planning learning processes	4
	Not intervening	2
Teaching Methods-Techniques	Modeling	1
	Showing and doing	1
	Learning by doing	2
	Observing	6
Gains	Cognitive development	1
	Physical development	1
	Advanced development	1
Learning	Active	2
	Student centered	1
	Easy learning	1
	Rote knowledge	1
Personal Development	Exploring the world	1
	Respecting ideas	1
	Gaining knowledge	2
	Practising freely	2

In Table 8, the post-training responses of the candidates regarding the question were analyzed and 5 categories were formed. In these categories, the candidates talked about the roles that teachers should have and the gains they should offer in relation to the training they received. Candidates stated that teachers should be observers and guides to children during the trainings, lead children in order to ensure learning, give them the opportunity to learn without intervention by leaving them free in an environment prepared on the basis of educational gains, prepare the teaching environment and planning, and be a guide, They stated that children should be guided to discover the world by observing their behaviors, that they should respect their opinions and provide information about the directions in which they can form opinions, that they should provide preliminary preparation for the application of the essence by using the demonstration method in activities, and that they should provide learning by doing and experiencing in teaching knowledge to children.

Table 9. *Pre-Service Teachers' Views on the Question: 'What Kind of Problems Do You Think Be Encountered in Montessori-Based STEM Education? How?'*

Post-Education Interview Results		
Category	Code Name	Frequency(F)
Problem Perception	Not guessing	1
	Not being big	1
	Not having problems	2
Benefits of Education	Efficient education	1
	Relationship to real life	1
	Self-directed learning	2
Problem Situations	Cost	2
	Delay in learning	2
	Application stages	1
	Activities related to chemistry	1
	Close to innovation	1
	Limited educational space	4
	Technological equipment	8
	Pre-service training	3

In Table 9, the responses of candidates regarding the question were analyzed and three categories were created. In these categories, some candidates believed that there would be no issues in implementing Montessori-based STEM education in schools. Others thought that problems might arise, but they could not predict the nature or extent of these issues and stated that they would better understand them in their professional careers. They also noted that STEM education aims to enhance children's learning through hands-on experiences and to relate learning to daily life, but such opportunities are rarely provided in the Turkish education system. From this perspective, there might be challenges in translating the education into practice, including issues related to the preparation of necessary environments and materials, such as insufficient funding, large class sizes, and lack of necessary technological infrastructure in educational environments. Some problems might arise from students, such as deficiencies in subjects like mathematics and science, which could delay learning due to a lack of comprehension. Problems from educators were also noted, including insufficient knowledge in the disciplines involved, the lack of well-trained teachers before or during their service, and potential safety and health concerns during activities. Additionally, some educators may not be receptive to new educational approaches.

Table 10. *'How Do You Think Montessori Based STEM Education Affects students? Can Have Such an Effect? How?' Question to the Prospective Teacher After the Training Views*

Post-Education Interview Results		
Category	Code Name	Frequency(F)
Scientific Skills	Creativity	3
	Collaborative work	1
	Communication	1
	Problem solving	2
	Invention	2
	Production skills	1
	Personal development	2
	Free thinking	1
	Critical thinking skills	4
	Daily life problems	1

Learning	Trial and error	1
	Doing and experiencing	1
	Research and examining	1
	Having fun	1
Attitude-Thought	Having fun	1
	Loving it	1
	Positive effect	5
	Feeling useful	1
	Very nice	1
Development Areas	Scientific development	1
	Mental development	1
	Physical development	1
	Self-expression	2
The Impact of Education	Active lesson	1
	Activities	1
	Planning	1
	Appealing to the senses	1
	Providing permanence	1
Areas of Increase	Disciplines	3
	Knowledge area	1
	Technical area	1
	Skill area	1
	Individuals who produce, not consume	2

In Table 10, the responses of candidates regarding the question were analyzed and six categories were created. In these categories, teacher candidates stated that STEM education based on the Montessori approach would contribute to students' scientific skills and developmental areas. They highlighted that it fosters students' abilities to invent, design products, think creatively and critically, and solve problems. It was noted that this type of education makes learning more enjoyable and supports personal development, positively impacts scientific, mental, and physical growth, encourages the generation of new ideas, and helps students express themselves freely. Additionally, it helps students become productive and inquisitive individuals, plan their learning experiences, recognize and solve daily life problems, and become creators rather than mere consumers. It also develops communication skills and promotes collaborative work. The education was described as having the quality of making students appreciate science, mathematics, and technology. It involves engaging all five senses, and provides a learning environment that fosters lasting knowledge through experimenting, doing, experiencing, and researching. Furthermore, it was noted that this education has positive effects on students, creating a sense of achievement, production, and usefulness. It is an education system that makes seemingly difficult topics enjoyable and relatable, while also teaching students planning skills.

Conclusion and Discussion

The results of the study revealed that remote STEM education based on the Montessori approach had a positive effect on preschool teacher candidates' knowledge and skills in creating constructivist learning environments. Additionally, both quantitative and qualitative data were examined for each sub-dimension of the constructivist learning environment, including real-life connections, critical thinking, assessment, classroom language, taking responsibility for learning, the teacher's role, the physical environment, the teaching process-method, and motivation. Significant differences were found between pre-test and post-test scores across all sub-dimensions. Qualitative interview results related to these

dimensions also supported the quantitative findings. These results support the interpretation that the provided training improved candidates' knowledge and skills in creating constructivist learning environments. Even though the training was conducted remotely, it allowed individuals to interact more with their surroundings (e.g., creating different designs with everyday materials), incorporated problem-based and collaborative learning methods, and made learners active participants while the instructor assumed a guiding role. Supporting these findings, Çalik (2020) noted that constructivist learning environments created in STEM education led to significant differences in teacher candidates' ability to create such environments, particularly in dimensions like the physical environment, the teacher's role, problem situations, and application skills. Çakır and Yalçın (2020) also indicated that learning environments provided in Montessori-based STEM activities contributed to teacher candidates' lifelong learning skills, such as critical thinking and creativity. The current study found similar results, with candidates acquiring these skills. The reason for these outcomes is attributed to the creation of necessary conditions for a constructivist learning environment during the training. This allowed teacher candidates to encounter problem situations and provided opportunities for both individual and collaborative perseverance, which are sub-dimensions of lifelong learning. Additionally, encountering various problem situations contributed to the development of creativity and the ability to produce new ideas. Gümüş and Eroğlu (2024) found in the results of their meta-analysis study on STEM that the sample groups were positively affected by STEM practices, students actively and willingly participated in the practices, and their interest in STEM professions was positively affected. Aküzüm et al. (2021) found that teachers stated that STEM education aims to provide individuals with 21st century skills, learning by discovery, interdisciplinary connection, learning to integrate, developing lifelong learning skills and developing problem solving skills.

In Altun Yalçın's (2019) study, it was noted that integrated STEM education improved teachers' knowledge and skills about STEM, enabling them to implement STEM programs in their professional practice. This, in turn, allowed them to utilize interdisciplinary interactions and develop positive attitudes toward these disciplines. Williams (2011) found that in STEM studies, students' understanding of physics concepts contributed to achieving significant scientific successes in the physics education process. It also taught new methods, techniques, and teaching tools that aid in solving various methodological problems. In the study, all teacher candidates interviewed reported that remote STEM education based on the Montessori approach positively contributed to both their learning experiences and their ability to create constructivist learning environments. The reason for this development is thought to be the candidates' observations of the teaching environment and instructor behaviors, as well as their realization of learning through hands-on experiences and trial-and-error during the activities. Additionally, candidates indicated that the training helped them acquire critical thinking skills, problem-solving abilities, new knowledge, skills, and creative ideas. Ibes and Ng (2011), in their study on in-service STEM training for Montessori teachers, noted that teachers' knowledge in STEM fields and their confidence in teaching these disciplines increased. This, in turn, improved students' self-discipline, creativity, and social responsibility.

In remote STEM education based on the Montessori approach, candidates noted that the activities, which followed the principles of moving from simple to complex and the repeatability of information and materials, allowed them to compare previously and newly acquired knowledge, facilitating new learning experiences. They also reported successfully structuring the new information in their minds. Scippo and Ardolino (2021) found that integrated STEM-based robotics applications in Montessori classrooms enhanced students' computational thinking skills. Çakır and Altun Yalçın (2021a) reported

that Montessori-based STEM activities positively affected preschool teacher candidates' attitudes toward science, eliminated their prejudices, and increased their motivation and confidence in teaching science. Güven et al. (2018) noted that STEM practices improved students' attitudes toward science and their scientific process skills. Similar results were observed in our study. The similarity of these findings may be attributed to the constructivist learning environments provided by both STEM and Montessori approaches. In our study, teacher candidates experienced enjoyable, engaging, and active learning through Montessori-based STEM education. They recognized that science topics, which initially seemed difficult, were simpler in practical applications and facilitated easier learning. Candidates also noted that for creating a constructivist learning environment and classroom with Montessori-based STEM education, the classroom should be spacious, bright, safe in various areas, and versatile to allow students to move easily during activities. Both the observed learning environments during the training and the theoretical education provided were considered effective in shaping these perspectives among the candidates. Yıldırım (2021) emphasized that STEM education based on the Montessori approach enhances children's skills in prediction, inference, scientific reasoning, and communication. He highlighted the importance of arranging the classroom environment to suit the needs of children, ensuring that it includes materials that address physical, sensory, cognitive, and social development areas. Additionally, Yıldırım stressed that the educator should act as a guide while the students take an active role in their learning process.

In the study, regarding the role of teachers in a constructivist learning environment, candidates noted that Montessori-based STEM teachers should adopt several key roles. They should act as observers and guides for children during the education process, ensuring that children receive the necessary preparatory support for activities. Teachers need to lead the learning by allowing children to explore freely within a learning environment designed around educational objectives, intervening minimally. They should prepare the teaching environment and plan accordingly. Candidates emphasized that teachers should guide children in exploring the world by observing their behavior, allowing them to freely engage with the activities based on the determined learning outcomes. They should respect children's ideas and provide information on how to develop those ideas. The results suggest that the teacher's role in the research was influenced by their behavior in the classroom throughout the study. Specifically, the teacher's role as a guide allowing candidates to solve problems independently while providing directional questions and refraining from direct intervention contributed to these findings. Lillard (2012) stated that in Montessori education, the teacher should act as a guide, observer, and prepare the learning environment according to the educational objectives. Kiran et al. (2021) conducted a systematic review of the Montessori approach in early childhood. Their study found that research on Montessori education primarily focused on students' visual perception, cognitive, language, and social development, and noted positive outcomes in these areas. Candidates indicated that because Montessori-based STEM education environments also encompass constructivist learning environments, teachers play a guiding role while students are active participants. They noted that this approach positively affects children's cognitive and physical development, leading to higher levels of growth.

Courtier et al. (2021) highlighted that the Montessori approach positively impacts students' cognitive and social development, noting similarities with the characteristics required in a constructivist learning environment. For instance, the freedom to choose educational materials allowed candidates to freely express their emotions and thoughts during training, leading to increased comfort in self-expression over time. Candidates reported that having the option to select or obtain materials from alternatives for

activities demonstrated freedom and fostered their ability to design original products. Supporting this, Çakır and Altun Yalçın (2020) found that Montessori-based STEM education provided candidates with the ability to comfortably express themselves and their ideas in constructivist learning environments. It also increased their confidence and knowledge through designing original products and encouraged them to approach problems with an open and courageous mindset. Yıldırım (2021) noted that integrated Montessori-based STEM education improved preschool children's scientific process skills. Ibes and Ng (2011) observed that STEM education in Montessori settings supports children's academic success, as well as their social, emotional, and personal development. Ayverdi and Öz Aydın (2020) reported that STEM education enhances academic success regardless of the educational level. In the study, candidates indicated that Montessori-based STEM education added new knowledge to their learning experiences. They reinforced their previous knowledge through practical training and gained a sense of achievement and capability by creating functional products.

Çetin and Demircan (2020) examined the effect of STEM education practices in early childhood. They stated that STEM education is an educational approach that provides conceptual learning and active participation. In addition, they stated that it enables students to integrate what they learn with their experiences, arouses curiosity, allows examination, research and exploration, and supports the creation of learning environments and learning experiences with a holistic understanding structure. Within the scope of the research, especially since the trainings were distance education, care was taken to create a constructivist learning environment instead of a constructivist classroom environment to realize effective learning and to provide candidates with observations and experiences on how they can create these environments themselves. Some examples provided in the research for this constructivist learning environment are as follows; the instructor was in a guiding position and the student actively participated and learning by doing and experiencing was provided. In the findings of the research, the candidates stated that they put their theoretical knowledge into practice by doing, experiencing, experimenting and observing, reinforced their theoretical knowledge, realized easier learning and gained courage in learning-teaching the knowledge they gained within these trainings. Grunina et al. (2018) stated that STEM education improves students' high-level knowledge and skills and creativity. Kurtuluş (2019) stated that STEM activities improved students' scientific creativity, increased their motivation to learn science, improved their problem-solving skills, and increased their academic achievement. In their study, Çiftçi and Topçu (2020) stated that pre-service preschool teachers provided learning by having fun with STEM education, learning by doing and experiencing, permanent learning, learning through play, process-based learning, learning scientific process steps, learning to rediscover in discoveries, learning to think and collaborative learning. In this study, pre-service teachers elaborated with explanations that they agreed that Montessori based STEM trainings are related to real life. They stated that the materials used in the trainings are related to real life, that they deal with topics that are intertwined with daily life, and that they find areas of application by bringing the learned topics to one-to-one life, thus improving their daily life skills. Aslan and Bektaş (2019) noted in their study that after STEM education, pre-service science teachers associated science with many disciplines, made sense of it in their lives, and were capable of defining and applying the STEM concept. Gökbayrak and Karışan (2017) stated that STEM trainings improve pre-service science teachers' scientific thinking skills. Considering all these results, it was concluded that pre-service preschool teachers made positive developments in both theoretical knowledge and application skills during the remote Montessori based STEM education process, believed that they could create constructivist learning environments in their professional lives with the knowledge they learned, and their self-confidence in this regard was formed.

Recommendations

Considering the constructivist approach that the Ministry of National Education takes as a basis in the education system, it is thought that the addition of STEM education as a course in faculties of education may have positive effects on the knowledge and skills of future teachers towards constructivist learning.

Declarations

Acknowledgements: Not applicable

Authors' contributions: First author; Research problem, scale, implementation, writing, analysis. Two auhr; Research problem, determining activities, determining the method, application.

Competing interests: The authors declare that they have no competing interests

Conflict Declaration and Ethical Statement

There is no conflict of interest in the study.

Ethics Information

Erzincan Binali Yıldırım University Human Research Ethics Committee is a study dated 01.09.2020 and numbered 07/15. Voluntary individuals were informed about the subject by signing a consent form to collect data from the sample group. No action was taken regarding Scientific Research and Publication Ethics and all rules in the Scientific Research and Publication Ethics Directive of Higher Education Institutions were followed.

References

- Altun Yalçın, S. (2019). The effect of integrated STEM education on teachers and the opinions of teachers. *Journal of Social Humanities and Administrative Sciences*, 5(20), 948-963.
- Alkan, İ. (2021). Ortaokul 6. sınıf öğrencilerinin yapılandırmacı öğrenme ortamı algıları, fen öğrenmeye yönelik motivasyonları, mantıksal düşünme becerileri ve fen bilimleri yetenekleri arasındaki ilişki (Tez No: 700893). [Doktora Tezi, İnönü Üniversitesi-Malatya]. Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı Tez Merkezi.
- Aslan, F. & Bektaş, O. (2019). Fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM uygulamaları hakkındaki görüşlerinin belirlenmesi. *Maarif Mektepleri Uluslararası Eğitim Bilimleri Dergisi*, 3 (2), 17-50.
- Ayverdi, L.İ. & Öz Aydın, S. (2020). FeTeMM eğitiminin akademik başarıya etkisini inceleyen çalışmaların meta-analizi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 14(2), 840-888
- Baytok, H. (2007). Yapılandırmacı öğrenme kuramına dayalı öğretimin ilköğretim 7. Sınıf basınç konusunda öğrenci başarısı ve tutumuna etkisi (Tez No: 177962) [Yüksek lisans tezi, Balıkesir Üniversitesi- Balıkesir]. Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı Tez Merkezi.
- Baş, G. (2015). Sosyal-Yapılandırmacı öğrenme ortamı tasarımının öğrenenlerin akademik başarılarına, derse yönelik tutumlarına ve bilişüstü farkındalık düzeylerine etkileri ile öğrenme sürecine katkıları (Tez No: 407523) [Doktora Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi- Konya]. Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı Tez Merkezi.
- Bay, E. (2008). Öğretmen eğitiminde yapılandırmacı program uygulamalarının etkililiğinin değerlendirilmesi (Tez No: 254912) [Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi- Erzurum].
- Baytok, H. (2007). Yapılandırmacı öğrenme kuramına dayalı öğretimin ilköğretim 7. Sınıf basınç konusunda öğrenci başarısı ve tutumuna etkisi (Tez No: 177962) [Yüksek lisans tezi, Balıkesir Üniversitesi- Balıkesir].
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö.E., Karadeniz, Ş. & Demirel, F. (2018). *Eğitimde bilimsel araştırma yöntemleri* [Scientific research methods in education]. 25. Baskı, Pegem Akademi.
- Courtier, P., Gardes, M. L., Van der Henst, J. B., Noveck, I. A., Croset, M. C., Epinat-Duclos, J. & Prado, J. (2021). Effects of Montessori education on the academic, cognitive, and social development of disadvantaged preschoolers: arandomized controlled study in the french public-school system. *Child Development*, 92(5), 2069–2088.
- Cohen, L., Manion, L. & Morrison, K. (2007). Observation. Research methods in education. *Routledge*, 6, 396-412

- Clements, D. H. (1999). The geometric world of young Children. *Scholastic Early Childhood Today*, 13(2), 34-43.
- Çakır, Z., Yalçın, S. A. & Yalçın, P. (2019). Montessori yaklaşım temelli STEM etkinliklerinin okul öncesi öğretmen adaylarının yaratıcılık becerilerine etkisi. *Uluslararası Bilimsel Araştırmalar Dergisi*, 4(2), 392-409.
- Çakır, Z. & Yalçın, S. A. (2022). The effect of the montessori approach-based stem activities on the pre-school pre-service teachers' lifelong learning. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1-32.
- Çakır, Z. & Yalçın, S. A. (2022). The effect of montessori approach-based stem education on pre-service pre-school teachers' self-directed learning. *e-Uluslararası Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 13(2), 142-162.
- Çakır, Z. & Yalçın, S. A. (2021). Montessori yaklaşımı temelli STEM etkinliklerinin öğretmen adaylarının fene ve fen öğretimine yönelik tutumlarına etkisi. *OPUS International Journal of Society Researches*, 17(35), 1895-1924.
- Çalik, H. (2020). Fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM etkinlikleri ve STEM temelli robotik etkinliklerinin hipotetik- yaratıcı akıl yürütme becerisi, yaşam boyu öğrenme ve yapılandırmacı öğrenme gelişimine etkisinin incelenmesi (Tez No: 637843) [Yüksek Lisans Tezi, Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi- Erzincan]. Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı Tez Merkezi.
- Çetin, M. & Demircan H.Ö. (2020). STEM education in early childhood. *Inonu University Journal of the Faculty of Education*, 21(1), 102-117.
- Çiftçi, A. & Topçu, M. S. (2021). Okul öncesi öğretmen adaylarının STEM eğitime yönelik zihinsel modelleri ve görüşleri. *Milli Eğitim Dergisi*, 50(231), 41-65.
- Demirci, C. (2009). Constructivist learning approach in science teaching. *Hacettepe University Journal of Education*, 37(37), 24-35.
- Deniz, S. & Çaylı, B. (2017). Sınıf öğretmenlerinin yapılandırmacı öğrenme ortamlarına ilişkin görüşlerinin incelenmesi. *Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 19(2), 97-116.
- Elkin, M., Sullivan, A. & Bers, M. U. (2014). Implementing a robotics curriculum in an early childhood Montessori classroom. *Journal of Information Technology Education: Innovations in Practice*, 13(01), 153-169.
- Güven, Ç., Selvi, M. & Benzer, S. (2018). 7E öğrenme modeli merkezli STEM etkinliğine dayalı öğretim uygulamalarının akademik başarıya etkisi. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 6(18), 73-80.
- Gümüş, B., & Eroğlu, E. (2024). Examination of STEM practices in science education in terms of different variables: A meta analysis study. *Trakya Eğitim Dergisi*, 14(1), 54-74.
- Gökbayrak, S. & Karışan, D. (2017). STEM etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerine etkisi. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 8(2), 63-84.
- Grunina, Y.A., Malenkova, A.A., Gasanbekov, S.K., Maslennikova, E.G. & Solovyanenko, N.I. (2021). The impact of innovative STEM education technologies on the quality of learning of educational material. *Revista on line de Política e Gestão Educacional*, 3306-3321.
- Ibes, CF, & Ng, Y. (2011). *Montessori Ortamında Mühendislik*, Vancouver, BC. 10.18260/1-2—17873
- İşman, A. (2002). Sakarya'da görev yapan öğretmenlerin eğitim teknolojileri yönünden yeterlilikleri. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 1(10), 72-91
- Jonassen, D.H. (1994). Thinking technology: toward a constructivist design model. *Educational Technology*, 34(4), 34-37
- Karadağ, E., Deniz, S. & Korkmaz, T., Deniz, G. (2008). Yapılandırmacı öğrenme yaklaşımı: sınıf öğretmenleri görüşleri kapsamında bir araştırma. *Eğitim Fakültesi Dergisi*, 19(2), 383-402.
- Kaya, H.İ., Küçükali, R. & Ada, Ş. (2010). Yapılandırmacı öğrenme yaklaşım uygulamalarında öğretmen adaylarının öğrenmede öz-düzenleme yetkinlik algıları. *Journal of Social Sciences*, 10(44), 75-84.
- Kurtuluş, M.A. (2019). STEM etkinliklerinin öğrencilerin akademik başarılarına, problem çözüme becerilerine, bilimsel yaratıcılıklarına, motivasyonlarına ve tutumlarına etkisi (Tez No: 546488) [Yüksek Lisans Tezi, Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi- Antalya].
- Kıran, I., Macun, B., Argın, Y. & Ulutaş, İ. (2021). Montessori method in early childhood education: a systematic review. *Cukurova University Faculty of Education Journal*, 50(2), 1154-1183.
- Lillard, A.S. (2012). Preschool children's development in classic montessori supplemented montessori and conventional programs. *Journal of School Psychology*, 50, 379-401.
- Marlowe, B. & Page, M.L. (1998). *Creating and sustaining the constructivist classroom*. Corwin Press.
- Mertoğlu, H. (2011). Fen ve teknoloji öğretmenlerinin öğretim stillerinin ve yapılandırmacı öğrenme ortamına ilişkin algılarının öğretim uygulamalarına etkileri (Tez No: 298552) [Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi- İstanbul]. Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı Tez Merkezi.
- Özmen, H. (2016). *Öğrenme kuramları ve fen bilimleri öğretimindeki uygulamaları*. Çepni, S. (Ed.), Kuramdan uygulamaya fen ve teknoloji öğretimi içinde, (s. 51-119), Pegem Akademi.
- Patton, Q.M. (2014). *Nitel araştırma ve değerlendirme yöntemleri*. (Çev Edt: Bütün, M. ve Demir, S.B), Pegem Akademi.

- Rinke, R.C., Gimbel, S.J. & Haskell, S. (2013). Opportunities for inquiry science in montessori classrooms: learning from a culture of interest. *Communication, And Explanation. Research in Science Education*, 43(4), 1517–1533.
- Sasan, H. (2002). Constructivist learning. *Education as You Live*, 74(75), 49-52.
- Scippo, S. & Ardolino, F. (2021). Computational thinking in Montessori primary school. *Journal of Theories and Research in Education*, 16(2), 59-76.
- Szostkowski, A.H. (2017). It's what we use as a community": Exploring students' stem characterizations in two montessori elementary classrooms. *The University of Minnesota Digital Conservancy*. <https://hdl.handle.net/11299/190621> Son erişim: 11.11.2021
- Saban, A. (2014). *Öğrenme öğretme süreci*. Nobel Yayın Dağıtım.
- Soykara, A. (2012). Öğretmenlerin yapılandırmacı öğrenme uygulamalarına yönelik tutumlarının değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Yakın Doğu Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Lefkoşa
- Şaşan, H.H. (2002). Yapılandırmacı öğrenme. *Yaşadıkça Eğitim Dergisi*, 74(75), 49-52.
- Yıldırım, F.S. & Ateş, A. (2016.) Fen ve teknoloji dersi öğretmenlerinin yapılandırmacı öğrenme ortamına ilişkin görüşleri. *The Journal of International Education Science*, 3(8), 168-181.
- Yıldırım, Z. (2021). Montessori eğitime devam eden 60-72 aylık çocuklar için geliştirilmiş M-Stem programının çocukların bilimsel süreç becerilerine etkisinin incelenmesi (Tez No: 691093) [Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi- İstanbul]. Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı Tez Merkezi.
- Yıldırım, A. & Şimşek, H. (2008). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. (6.Baskı), Seçkin Yayıncılık.
- Williams, M. (1996). *Plato, Piaget, and Montessori: A study of development theories*. Unpublished Dissertation Thesis, Baylor University, Texas.
- Windschitl, M. (2000). *The challenges of sustaining a constructivist classroom culture*. In K. M. Cauley, F. Linder, J. H. McMillan (Eds.), *Educational psychology* (p.: 121-126), McGraw Hill, Dushkin.