ISSN: 2147 - 1037

Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi

http://kefad.ahievran.edu.tr

Matematik Öğretmen Adaylarının Açık Hava Matematik Eğitimi Üzerine Ders Planlarının İncelenmesi

Mehtap Özen[1]

MAKALE BİLGİLERİ

DOI: 10.29299/kefad.1674055

Yükleme: 11.04.2025
Düzeltme: 29.06.2025
Kabul: 30.06.2025

Anahtar Kelimeler:

Açık Hava Matematik Eğitimi,
Öğretmen Eğitimi,
Okul Dışı Matematik Eğitimi

ÖZ

Bu çalışma, okul dışı matematik eğitimi bağlamında hazırlanan matematik öğretmeni adaylarının ders planlarını incelemeyi amaçlamaktadır. Çalışmanın katılımcıları, okul dışı matematik eğitimi dersine kayıtlı 41 matematik öğretmeni adayıdır. Çalışmanın veri toplama kaynaklarını, katılımcılar tarafından hazırlanan yazılı ders planı dokümanları ve ders planlarına eklenen öğrenci çalışma kağıtlarıdır. Ders planları, a) öğretim yöntemleri, b) matematiksel bağlam ve içerik, c) etkinliğin (dersin) amacı ve d) öğrenme etkinliğinin uygulanmasının planlandığı açık hava ortamları açısından içerik analizi yoluyla incelenmiştir. Çalışmanın bulguları, matematik öğretmeni adaylarının öğrenmenin bilişsel yönlerine odaklandığını ve etkinlikleri için genellikle okul bahçesini ve yeşil alanları tercih ettiklerini, sıklıkla geometri ve ölçmeye vurgu yaptıklarını göstermektedir. Katılımcılar, okul dışı matematik eğitiminin sosyal ve psikomotor yönlerini örtük olarak belirtmişlerdir. Geometri ve ölçme ile ilgili matematiksel içerik sıklıkla gözlemlenmiştir. Katılımcılar, gözlem ve keşif, yaparak öğrenme, sorgulamaya dayalı öğrenme, disiplinlerarası öğrenme ve sınıf içi bağlamla ilişkilendirme gibi çeşitli yöntemler kullanmışlardır. Bu çalışmanın, okul dışı matematik eğitimi ve öğretmenlerin mesleki gelişimine yönelik gelecekteki çalışmalara ışık tutacağı ön görülmektedir.

1. Giriş

Açık hava öğrenme ortamları, öğrencilerin anlamlı ve deneyimsel öğrenmeye katıldığı, tasarlanmış amaca yönelik alanlar veya doğal ortamlar olarak kabul edilmektedir (Kiviranta vd., 2024). Bu ortamlar, orman ve park gibi doğal ortamları, kırsal ve kentsel ortamları (Moss, 2009), oyun alanlarını (Horton vd., 2018), tasarlanmış açık hava merkezlerini (Thompson, 2013), saha gezilerini (Alon ve Tal, 2017), okul bahçelerini (van Dijk-Wesselius vd., 2018) ve tarihi ve arkeolojik alanları (Yunker vd., 2011) içermektedir.

Açık hava öğrenme ortamları, öğrencilerin doğayı deneyimlemelerine, kavramları somut bir şekilde öğrenmelerine ve heyecan, motivasyon, ilgi alanları ve sosyal etkileşim gibi duyuşsal özellikler geliştirmelerine olanak tanımaktadır (Alon ve Tal, 2017). Ayrıca, doğayla disiplinler arası bağlantılar kurma (Graya ve Birrell, 2015; Moss, 2009), hayal gücü ve yaratıcılığı geliştirme (Kiviranta vd., 2024) ve sorgulama ve deneyimsel öğrenme yoluyla doğal ve sosyal olguların anlamlı bir şekilde keşfedilmesi için fırsatlar sunmaktadır (Tal vd., 2019). Açık hava öğrenme ortamlarının eğitimdeki kritik rolüne rağmen, araştırmacılar öğretmenlerin özellikle okul bahçeleri gibi açık hava öğrenme ortamlarındaki güven ve deneyim eksikliğini (Dyment, 2005) ve okul bahçelerinin öğretmen eğitim uygulamalarına yetersiz entegrasyonunu (Cheng ve diğerleri, 2019; van Dijk-Wesselius, 2018) ileri sürmektedir. Bu nedenle, okul dışı öğrenme ortamlarına odaklanan mesleki gelişim eğitim programlarının geliştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır (Kisiel, 2013). Öğretmenlerin, okul dışı öğrenme ortamlarında deneyim kazanmaları ve bu ortamlarda karşılaşılan engelleri mesleki eğitim programları aracılığıyla aşmayı öğrenmeleri önerilmektedir (Tal vd., 2019; van Dijk-Wesselius, 2018).

Araştırmacılar, öğretmenlerin bu alandaki mesleki gelişimine duyulan ihtiyacı vurgulamış olmalarına rağmen, özellikle matematik eğitimi alanındaki araştırmalar sınırlı kalmaktadır. Bu çalışmaların çoğu, matematik dışındaki alanlarda, özellikle fen eğitimi alanında yürütülmüştür. Moss (2009), matematik eğitimi bağlamında, matematik öğretmen adaylarının matematiği doğa ile ilişkilendirmeleri için örnekler sunarak, onların okul dışı ortamlarda matematiği deneyimlemeleri gerektiğinin altını çizmiştir. Kuş (2023) ise okul dışı eğitim üzerine çevrimiçi bir eğitim tasarlamıştır. Ancak bu

Sorumlu Yazar[1] : Mehtap Özen, Dr. Öğr. Üyesi Aksaray Üniversitesi, Türkiye, mozen@aksaray.edu.tr

çalışmalarda, öğretmenler okul dışı ortamlarda bizzat deneyimleme fırsatı bulamamışlardır. Kisiel'in (2013) de belirttiği gibi, öğretmenlerin mesleki gelişimi için eğitim programları tasarlamaya, onlara deneyimler sunmaya ve bu konuda onları eğitmeye ihtiyaç bulunmaktadır.

Okul dışı matematik eğitiminin ve matematik öğretmeni adaylarının mesleki gelişiminin gelişmekte olan bir alan olduğu bilinciyle, bu çalışma matematik öğretmeni adaylarına okul dışı matematik eğitimi üzerine bir eğitim sunmuştur. Bu eğitim, özellikle okul dışı öğrenme ortamında eğitsel uygulama örneklerine odaklanmış ve öğretmen adaylarının okul dışı öğrenme ortamlarında matematik eğitimini ilk elden deneyimlemelerine olanak tanımıştır. Bu çalışmanın amacı, öğretmen adaylarının ders planlarını kullandıkları bağlam türleri, planladıkları uygulama yöntemleri, odaklandıkları matematiksel içerik alanları, tercih ettikleri açık hava öğrenme ortamları ve motivasyonları (amaçları) açısından incelemektir. Bu da özellikle ders planı hazırlama konusunda, bu eğitsel programlara yönelik mesleki gelişim alanlarını belirlemeye ışık tutacağı ve bu alandaki öğretmenlerin mesleki gelişim ihtiyacını (Kisiel, 2013) karşılayacağı ön görülmektedir.

1.1. *Açık Hava Matematik Eğitimi*

Açık hava öğrenme ortamları, ağırlıklı olarak fen eğitimi alanında incelenmiştir (ör. Rios ve Brewer, 2014; Stagg vd., 2022; Yunker vd., 2011). Bu ortamlar parklar, oyun alanları, sokaklar, okul bahçeleri ve benzeri yerleri kapsamaktadır. Özellikle okul bahçeleri veya okul arazileri, öğrencilerin akranlarıyla oynayabildikleri ve öğrenebildikleri birkaç doğal okul dışı öğrenme ortamından biri olarak kabul edilmektedir (Trater ve Malone, 2004). Okul bahçeleri, basketbol sahaları ve oyun alanları gibi alanları içeren, öğretim için erişilebilir mekânlar olarak görülmektedir (Feille, 2021). Bitki ve hayvanlarla ilgili (ör. doğum gözlemi, bahçe oluşturma ve oyun oynama) doğa bağlantılı etkinlikler için fırsatlar sunmaktadır. Bu yapılandırılmamış öğrenme etkinlikleri, öğrencilerin deneyimsel öğrenmeye aktif olarak katılmalarını sağlamaktadır. Bu tür fırsatlar, okul bahçelerinin ötesine geçerek jeolojik gezilere (Alon ve Tal, 2017), yeşil alanlara (ör. parklar, bahçeler, ormanlar, otlaklar) ve benzeri ortamlara uzanmaktadır (Jose vd., 2017).

Matematik eğitimi alanında açık hava ortamlarında öğrenmeye yönelik araştırmalar oldukça sınırlıdır. Bununla birlikte, çeşitli çalışmalar açık hava matematik etkinliklerini incelemiş ve bu etkinliklerin öğrencilerin sınıfın ötesindeki dünyayı keyifli bir şekilde keşfetmelerine ve öğrenmelerine olanak tanıdığını belirtmiştir (Moss, 2009). Bu çalışmalar, açık hava bağlamları için, çevredeki geometrik biçimleri tanımlama, patikalardaki matematiksel dizileri gözlemleme, oryantiring egzersizlerine katılma (Moss, 2009) ve sanat, matematik ve doğayı bütünleştiren etkinlikler ile dans etkinliklerini içeren sanat temelli etkinlikler gibi örnekler sunmaktadır (Kuş, 2024b). Ayrıca, tarihi binaların geometrik modellemesi için teknoloji kullanımını (Cahyono ve Ludwig, 2018) ve ağaçların yüksekliğinin ölçümü bağlamında veri toplama ve analizini (Watson vd., 2011) içermektedirler. Öğretmen eğitimine odaklanan araştırmaya dayalı çalışmalar, öğretmen adaylarının okul dışı matematik eğitimi konusundaki bakış açıları veya algıları üzerine yoğunlaşmıştır (ör. Aydoğdu vd., 2023; Kuş, 2023). Kuş (2023), öğretmen adaylarının okul dışı öğrenme ortamlarında öğretim konusundaki bakış açılarında önemli değişiklikler olduğunu vurgulamıştır. Bu çalışmalar, okul dışı matematik eğitimine genel bir bakış açısı sunmuştur. Ancak, Kuş'un (2023) çalışması çevrimiçi ortamlarda yürütülmüştür ve okul dışı öğrenme ortamlarının tek bir yönüne odaklanan ve okul dışı matematik eğitiminin deneyim temelli öğrenimine ihtiyaç duyulmaktadır.

Öğretmen adaylarını yetiştirmek için onların olası öğrenme ortamları, bağlamları ve bunların matematikle ilişkisi hakkında bilgi sahibi olmaları, ayrıca matematiğin nasıl entegre edilebileceğini bilmeleri gerekmektedir. Bu kapsamda, bu çalışma açık hava matematik eğitimine odaklanmakta ve okul dışı matematik eğitimi dersi alarak açık hava mekânlarında öğrenme deneyimi yaşayan matematik öğretmeni adaylarının ders planlarını incelemektedir.

Matematik öğretmen adaylarının ders planlarına yönelik bu araştırmanın soruları aşağıdaki gibi sunulmuştur:

1. Matematik öğretmeni adayları, etkinliklerini hangi açık hava mekânlarında tasarlamıştır?

2. Matematik öğretmeni adayları, açık hava matematik etkinliklerini hangi matematiksel içerikler üzerine tasarlamıştır?

3. Matematik öğretmeni adayları, açık hava matematik etkinliklerini hangi bağlamda yürütmektedir?

4. Matematik öğretmeni adayları, açık hava matematik etkinliklerini hangi amaçlarla yürütmektedir?

5. Matematik öğretmeni adayları, açık hava matematik etkinliklerini hangi metotlar ile uygulamaktadır?

2. Yöntem

2.1. *Desen*

Bu çalışmada araştırma yöntemi olarak içerik analizi kullanılmıştır (Downe-Wamboldt, 1992). İçerik analizi, belirli olguları tanımlamaya ve ölçmeye, ayrıca sözlü, görsel veya metinsel verilerden çıkarımlar yapmaya olanak sağladığı için tercih edilmiştir. Bu çalışmada, öğretmen adaylarının yazılı belgeleri olan metinsel veriler (ders planları) incelenerek, açık hava matematik eğitimiyle ilgili öğretim etkinlikleri; ortamlar, öğretim amaçları, öğretim içeriği ve bağlamları ile öğretim yöntemleri açısından nicel olarak tanımlanmış ve betimlenmiştir.

2.2. *Çalışma Grubu*

Bu çalışmanın katılımcıları, bir devlet üniversitesinde öğrenim gören 41 matematik öğretmeni adayından (29 kadın, 12 erkek) oluşmaktadır. Toplam 46 katılımcıdan beşi, verilen ödevin içeriğini yanlış anladığı için ders planları mevcut çalışmanın dışında tutulmuştur. Bu öğretmen adayları, mezun olduktan sonra ortaokul öğrencilerine ders verme yetkinliği kazandırmak amacıyla öğretmen yetiştirme programlarının bir parçası olarak Okul Dışı Öğrenme Ortamlarında Matematik Eğitimi dersini almışlardır.

Çalışma, iki farklı öğretim dönemi boyunca, iki ayrı matematik öğretmeni adayı grubuyla (sırasıyla 22 ve 24 kişilik) yürütülmüştür. Ders içeriği her iki dönemde de tutarlı kalmıştır. Ders planlarının geliştirilmesine ilişkin detaylı bilgi toplamak amacıyla öğretmen adaylarının ders planları analiz edilmiştir. Bu seçmeli ders, ikinci sınıf, üçüncü sınıf ve dördüncü sınıf olmak üzere üç farklı sınıf düzeyinden matematik öğretmeni adaylarını içermiştir (Tablo 1). Dördüncü sınıf öğretmen adayları alan ve pedagojik derslerin çoğunu tamamlamışken, ikinci sınıf öğrencileri ağırlıklı olarak kalkülüs ve genel eğitim dersleri almış ve matematik pedagojisine sınırlı düzeyde maruz kalmışlardır. Üçüncü sınıf öğrencileri ise cebir öğretim yöntemleri gibi pedagojik alan derslerinin yanı sıra kalkülüs ve doğrusal cebir gibi alan derslerini almaya başlamışlardır. Ders planı hazırlama deneyimi açısından, dördüncü ve üçüncü sınıf öğrencilerinin ikinci sınıf öğrencilerine göre daha fazla tecrübeye sahip olduğu gözlemlenmiştir.

Tablo 1.

Katılımcıların sınıf seviyesi

Sınıf seviyesi	f
2.sınıf	14
3.sınıf	9
4.sınıf	18
Toplam	41

2.3. *İşlem*

Sınav haftaları hariç 14 hafta süren ders, yüz yüze yürütülmüştür. Ders, her hafta çeşitli konuları içermiştir: a) okul dışı matematik eğitimine giriş; b) okul dışı ortamların kategorizasyonu; c) açık hava matematik eğitimi örnekleri; d) açık hava matematik eğitimi etkinlikleri; e) bilim müzeleri, matematik müzeleri ile sanat ve tarih müzeleri; f) müzelerden örnek materyallerin tanıtımı; g) öğrenciler için çalışma kağıdı hazırlama ve alan deneyimi; h) okul dışı eğitimle ilgili önemli konuların tartışılması (okul dışı eğitimin zorlukları, güçlü yönleri ve izin süreçleri) gibi konular tartışılmıştır. Dersin ödevlerinden biri, açık hava matematik eğitimi için ders planları tasarlamak üzerineydi. Bunun sebebi, alandaki sınırlı kaynaklar göz önüne alındığında ders içeriğinde açık hava matematik etkinliklerine yoğunlaşılmasından kaynaklanmıştır. Dersin öğretim elemanı, açık hava matematik eğitimine üç haftadan fazla süre ayırmıştır.

Yazar, aynı zamanda dersi tasarlayan ve yürüten öğretim elemanı, açık hava matematik eğitimine yönelik uygulamalar tasarlamış olup bu konuda çeşitli örnekler sunmuştur. Ayrıca, katılımcılar çalışma kapsamında açık hava matematik etkinliklerini bizzat deneyimleme fırsatı bulmuştur. Örneğin, katılımcılara sunulan örnek etkinlikler şu şekilde sıralanabilir: a) parklardaki geniş alanların tahmini; b) oyun alanlarındaki kaydırakların veya engelli rampalarının eğimleri; c) açık hava ortamlarındaki matematiksel heykeller; d) tarihi binaların gözlemlenmesi; e) günlük hayatta atık veya çöp toplama ve veri analiziyle ilişkilendirme ve bir salıncakta salınma hareketinin grafiği; caddede araba parkı ve dış mekan ortamlarının veya nesnelerinin teknoloji yazılımı kullanımı ile geometrik modellemesi; g) günlük hayattaki şekillerin ve desenlerin gözlemlenmesi (ör. bitkiler, kaldırımlar). Bu örnekler ders sırasında detaylıca tartışılmıştır. İlerleyen haftalarda ise öğretmen adayları üç farklı açık hava matematik etkinliğini deneyimlediler: a) okul bahçesindeki direğin doğrudan ölçüm yapılmadan ölçülmesi, veri toplanması ve ortalama yüksekliği hakkında tahminlerde bulunulması; b) doğada gözlemlenen çiçeklerin geometrik modellemesi; c) okul bahçesindeki silindirik bir çöp kutusu gibi nesnelerin artırılmış gerçeklik uygulaması ile (GeoGebra kullanarak) ölçülmesi ve geometrik modellemesi.

Katılımcılara ders planı nasıl tasarlanacağı konusunda doğrudan bir talimat verilmemiştir. Bunun yerine örnek bir çerçeve (Tablo 2) sunulmuştur. Ancak, öğrenci çalışma kağıtları için örnekler verilerek çalışma kâğıdı tasarımına odaklanan bir ders tartışması yapılmıştır. Bu tartışma, öğrencilere görsellerin sağlanması, öğrencilerin gözlem kayıtları için alan oluşturulması ve açık, net talimatlar sunulması üzerinde yoğunlaşmıştır.

Katılımcılar ayrıca çalışma kâğıdı yönergelerini okuyarak ve kendi gözlemlerini kaydederek ilk elden deneyim kazanmıştır. Örneğin, bir çalışma kâğıdında okul bahçesindeki bir direği ölçmek için görsellere yer verilmiştir. Bu açık hava matematik eğitimi etkinliği sırasında tahminlerini ve ölçümlerini kaydettikten sonra ikinci bir çalışma kâğıdı verilmiştir. Bu kâğıtta, kaydedilen verilerini kullanarak direğin yüksekliği hakkında çıkarımlar yapmaları istenmiştir. Bu yaşanmış deneyim, hem öğrenci çalışma kâğıtları hem de ders planları hazırlamak için hayati önem taşımaktadır. Ders süresince, öğrencileri gözlem yapmaya, sorgulamaya ve deneyime dayalı öğrenmeye teşvik etmenin önemi ile okul dışı öğrenmede psikomotor yönleri vurgulayan uygulamalı etkinliklerin önemi üzerine tartışmalar yapılmıştır.

2.4. *Veri Toplama Araçları*

2.4.1. Ders planları ve öğrenci çalışma kâğıtları

Bu çalışmanın temel veri kaynaklarını, matematik öğretmeni adaylarının ders planları ve bu ders planlarına eklenmiş öğrenci çalışma kâğıtları oluşturmaktadır. Tüm katılımcılar ödevlerini çevrimiçi olarak teslim etmiştir. Ödevde, katılımcılardan herhangi bir açık hava matematik

eğitimi bağlamında uygulanabilecek bir öğrenme etkinliği tasarlamaları istenmiştir. Ders planlarını belirli bir sınıf düzeyine veya müfredat hedefine göre hazırlamaları konusunda herhangi bir kısıtlama getirilmemiştir. Daha sonra, ders planının içeriğiyle ilgili bir öğrenci çalışma kâğıdı hazırlamaları istenmiştir.

Hazırlanan bu ders planı üç bölümden oluşmaktadır (Tablo 2). İlk bölüm, etkinlik planının özelliklerini açıklamaktadır. İkinci bölüm, etkinlik planının başlangıç, uygulama ve kapanış aşamalarını detaylandırmaktadır. Son bölüm ise öğrenci çalışma kâğıdını içermektedir.

Tablo 2.

Veri toplama aracı (ders planı formatı)

Ödevin formatı
Açık hava matematik eğitimi için bir etkinlik/uygulama tasarlamanız istenmektedir. Açık hava eğitimi için mekân kısıtlaması bulunmamaktadır. Bu ödevde, etkinlik planı bölümünde etkinliğin nasıl gerçekleşeceğini açıklamanız ve öğrenciler için bir çalışma sayfası hazırlamanız istenmektedir. Bu ödevde sınıf düzeyi kısıtlaması yoktur. Öğrenim kazanımlarıyla ilişkilendirme zorunluluğunuz yoktur, ancak isterseniz ilişkilendirebilirsiniz.

Etkinlik planının özellikleri	Açıklama
Etkinliği kısa açıklaması	
İlişkili matematiksel bilgi ve beceriler	
Sınıf seviyesi	
Araç ve gereçler	
Etkinliğin amacı	
Süre	
Mekan	

Etkinlik planı	Zaman
Etkinliğin başlangıcı	
Etkinliğin uygulanması	
Kapanış	
Beklentiler (Etkinliğin sonunda öğrencilerin neleri başarmasını bekliyorsunuz?)	

Öğrenci Çalışma Sayfası

2.5. *Veri Analizi*

Matematik öğretmeni adaylarının ders planlarını analiz etmek için içerik analizi kullanılmıştır. Bu yöntem, metinlerdeki bilgiyi kodlayarak verileri özetlemeye olanak tanımaktadır (Cohen vd., 2018). Araştırma sorularını yanıtlamak amacıyla araştırmacı; a) ders planlarının amaçlarına, b) etkinliği hangi ortamda uygulamayı planladıklarına, c) etkinlikleri hangi yöntemlerle kullandıklarına ve d) öğretmen adaylarının hangi bağlam ve içerik alanlarına odaklandıklarına yoğunlaşmıştır. Çalışmanın analiz birimi, öğretmen adaylarının ders planlarında kullandıkları basit kelimeler veya daha uzun ifadeler (örneğin, cümleler veya paragraflar) olmuştur. Araştırmacı, her ders planını Kuş'un (2023) çalışmasındaki kategorizasyondan esinlenerek önceden belirlenmiş bir kodlama sistemine göre kodlamıştır.

Okul dışı matematik öğreniminin amacı, yani öğretim motivasyonları (Kisiel, 2005) olarak ele alınan bu husus, dört temel boyutta incelenmiştir: bilişsel, duyuşsal, sosyal ve psikomotor alanlar (Dettmer, 2005; Eshach, 2007; Kuş, 2023; Rickinson vd., 2004). Eshach (2007) bu yönlerden ikisini özellikle vurgulamıştır: öğrencilerin düşünme ve öğrenmesini içeren bilişsel alan ile tutum, ilgi ve motivasyonu kapsayan duyuşsal alan. Dettmer (2005) ise Bloom taksonomisini revize ederek bilişsel, duyuşsal, sosyal ve psikomotor alanlar da dahil etmiştir. Bu alanlar, çalışmanın bağlamına uyarlanmış ve Tablo 3'te detaylıca açıklanmıştır.

Tablo 3.

Okul dışı matematik eğitiminde öğretim amaçları

Alan ve açıklamaları
Bilişsel alan
Matematiği somutlaştırma, günlük yaşamdaki deneyim yoluyla öğrenme, belirli bir kavramı öğretme, matematiksel düşünmeyi destekleme
Duyuşsal alan
Matematikle olumlu bir tutumla ilgilenme, matematiğe olan ilgiyi artırma, motivasyonu destekleme
Sosyal alan
İnsanlarla etkileşime girmeyi, ilişkileri zenginleştirmeyi, sosyalleşmeyi geliştirmeyi içerir (ör., matematik öğreniminde iletişim becerilerini, sosyal becerileri destekleme)
Psikomotor alan
Fiziksel katılımı içeren uygulamalar yapma (ör. hassas ölçüm görevleri, dans etme)
Diğer
Diğer disiplinlerle bağlantı kurma
Gerçek yaşamda matematiğin farkındalığını artırma

Öğretim amaçlarının (motivasyonlarının) belirlenmesi için önceden belirlenmiş bir kodlama şeması kullanılırken, çalışma ayrıca açık hava matematik eğitimini uygulamak için ortamları, içeriği ve bağlamları ile öğretmen adayları tarafından kullanılan yöntemleri belirlemek için açık kodlama (Corbin ve Strauss, 2015) tekniğini de kullanmıştır. Bu, verilerden bu alanlarla ilgili kodların ve kategorilerin ortaya çıkmasını sağlamıştır.

Veri analizinin güvenilirliğini doğrulamak için ikinci bir matematik eğitimi araştırmacısı, ders planlarının her

bölümünü önceden belirlenmiş bir kodlama şeması kullanarak bağımsız olarak kodlamıştır. Kodlama şeması, analizden önce ikinci kodlayıcıya açıklanmıştır. İki bağımsız kodlayıcı arasındaki tutarlılık incelenmiş ve Miles ve Huberman (1998) tarafından belirtilen kodlama anlaşma yüzdesiyle karşılaştırılmıştır. Bu oran, %80'in üzerindeki bir yüzdenin makul güvenilirlik sağladığını belirtmektedir. Mevcut çalışmada, %82'lik bir uyum bulunmuş olup bu da iyi bir güvenilirliğe işaret etmektedir. Bundan sonra, tutarsız durumlar üzerinde uzlaşmaya varmak için tartışmalar yapılmıştır.

3. Bulgular

3.1. *Açık Hava Öğrenme Ortamları*

Tablo 4, katılımcıların matematik öğretimi için potansiyel gördüğü geniş bir ortam yelpazesini ortaya koymaktadır. Bu ortamlar dört ana kategori altında sınıflandırılmıştır: (a) yeşil alanlar (oyun parkları, parklar, ormanlar, bahçeler, botanik bahçeleri ve köyler); (b) tarihi, arkeolojik ve jeolojik alanlar; (c) okul bahçesi ve (d) sokak gibi kentsel ortamlar. Açık hava matematik eğitimi için en çok tercih edilen mekân okul bahçesi olmuştur. Bunu takiben, oyun parkları, parklar, ormanlar ve bahçeler dahil olmak üzere yeşil alanlar, açık hava matematik eğitimi için en çok algılanan yerler olmuştur. Öğretmen adayları, tarihi, arkeolojik ve jeolojik alanlar ile kentsel ortamları matematik eğitimi için uygun mekanlar olarak nadiren belirtmiş olup her kategori yalnızca üçer kez ifade edilmiştir.

Tablo 4.

Açıkhava öğrenme ortamları

Mekanlar	f
Yeşil alanlar	15
Oyun alanları	3
Parklar	3
Orman	3
Bahçe	4
Tarihi, arkeolojik, jeolojik sit alanları	3
Okul bahçesi	17
Kentsel ortamlar (sokaklar, dış mekan yapıları)	4
Belirtilmemiş	2

3.2. *Matematiksel İçerik ve Öğretim Bağlamları*

Matematik öğretmeni adayları derslerinde; cebir, veri analizi, sayılar ve kümeler, geometri ve ölçme gibi içerik/öğrenme alanlarına odaklanmıştır. Tablo 5, ders planlarında gözlemlenen sıklıkları göstermektedir. Bazı öğretmen adayları birden fazla matematiksel alana odaklanarak farklı matematiksel kavramlar arasındaki bağlantıyı incelemiştir. Özellikle geometri ve ölçme alanları birbirleriyle ilişkili olarak gözlemlenmiştir. Geometri alanı içinde, geometrik şekiller ve özellikleri ile simetri ve yansıma, matematikte en sık gözlemlenen konular arasında yer almıştır. En sık gözlemlenen ikinci konu ise örüntüler olmuştur. Dikkat çekici bir şekilde, cebirselden ziyade ağırlıklı olarak görsel nitelikte örüntülerden yararlanmışlardır. Yalnızca birkaç katılımcı görsel örüntüleri cebirsel yapılarıyla ilişkilendirmiştir. Ölçme alanında ise katılımcılar çoğunlukla uzunluk ve alan ölçümüne odaklanmıştır.

Tablo 5.

Ders planlarının matematiksel içerikleri

İçerik alanları	f
Geometri	
Geometrik şekiller ve özellikleri	13
Benzerlik, Üçgen eşitsizliği	4
Pisagor teoremi	1
Koordinat sistemi (analitik geometri)	2
Geometrik dönüşüm (simetri, yansıma)	3
Perspektif çizimi	1
Toplam	24
Cebir	
Örüntüler	7
Eğim	1
Quadratik denklemler (e.g. parabol)	1
Toplam	9
Veri analizi	
Veri toplama ve analizi	4
Sayı ve kümeler	9
Ölçme (uzunluk, aşan, hacim, zaman)	20

Tablo 6, matematik öğretmeni adaylarının farklı açık hava matematik eğitimi ortamlarında çeşitli bağlamlardan bahsettiklerini göstermektedir. Yeşil alanlar genellikle geometrik şekilleri keşfetme, doğada örüntüler oluşturma, bitkilerin simetrik özelliklerini inceleme ve halk oyunlarındaki örüntüleri belirleme gibi öğretim bağlamlarıyla ilişkilendirilmiştir. Bazı matematik öğretmeni adayları, katılımcıların çoğunun ders planı bağlamlarından farklı olarak, daha özgün bağlamlar sunmuşlardır. Özellikle ormanda gözlemlenen oldukça ilginç bir öğretim bağlamı yer almaktadır. Bir katılımcı, ağaç halkalarını ağaçların yaşıyla ilişkilendiren özgün bir öğretim bağlamı tasarlamıştır. Başka bir katılımcı ise, bir bahçedeki hortumun uzunluğunun tahmin ve ölçümüne yönelik ders planları tasarlayarak arkadaşlarından ayrışmıştır. Bunlar, diğer akranlarına kıyasla farklı öğretim bağlamlarını temsil etmektedir. Bir diğer ilgi çekici özgün bağlam ise, öğrencilerin veri analiziyle ilgili verileri toplamaları ve analiz etmeleri istenen bir açık hava tiyatrosunu ziyaret etmeyi içermektedir.

Tablo 6.

Okul dışı matematik eğitimine yönelik öğretim bağlamları

Mekanlar Yeşil alanlar	Bağlam	Matematiksel İçerik Alanı
Parklar	Piknik alanında bulunan geometrik şekilleri keşfetme ve bunları desen (örüntü) oluşturmak için kullanma Bitkileri ve canlıları gözlemleyerek simetrik özelliklerini araştırma (x2) Piknik alanında yapılan halk oyunları (halay) sırasındaki adımlardkai desenler (örüntüler) Çiçeklerin yapraklarını koparark kesirleri ifade etme	Geometrik şekiller ve örüntüler (Geometri, Cebir) Kesirler (Sayılar)
Orman	Fide dikimini ve boy artışlarını gözlemleme ve kaydetme Kesilmiş ağaç gövdelerindeki halkalar ile yaşları arasında ilişki kurma Orman gezisi sırasında bitkilerde ve kozalaklarda altın oranı inceleme	Oran-orantı, and grafik çizimi (Sayılar, Veri analizi) Uzunluk ölçümü Sayılar
Bahçe	Bir hortumun uzunluğunu bulma Bitkilerdeki Fibonacci dizisini inceleme Bahçedeki meyveleri gruplayarak kümeler ve grafikler oluşturma	Uzunluk ölçümü Sayılar Kümeler ve veri analizi
Tarihi sit alanları	Tarihi açık hava tiyatrosunun ziyaret eden turistlerden elde edilen verileri analiz etme Açık alandaki çeşmenin geometrik yapısını inceleme Minyatür parktaki eserlerde oran ve orantı kavramını kullanma	Veri analizi Parabol (Geometri, Cebir) Oran-orantı (Sayılar)
Oyun alanları	Parktaki tırmanma ağlarının eğimlerini belirleme Oyun alanındaki öğrencilerin konumlarını belirleme Parktaki nesnelerde bulunan geometrik şekilleri tanımlama ve bunların geometrik modellemesini yapma	Eğim (Cebir) Kartezyen koordinat sistemi Geometrik şekiller ve modelleme
Okul bahçesi	Okul bahçesinde bulunan ağaç dalları, taşlar ve çöp kutuları gibi malzemelerle müzik yapma (kesirlerde toplama) Okul bahçesindeki direğin ve gölgesinin uzunluğu (x2) Fidelerin dikimini ve konumlarını belirleme Basketbol sahasının alanını (x2) ve hacmini tahmin etme ve ölçme Pisagor teoremiyle ilişkilendirerek en kısa mesafeyi bulma Okul bahçesinde örüntü/desen bulma (x1) toplanan malzemelerle örüntü/desen oluşturma (x1) Bahçedeki kutuların farklı açılardan görünümlerini çizme Okul bahçesindeki geometrik şekilleri belirleme ve özelliklerini inceleme (x3) Öğrenciler bedensel hareketleriyle üçgenler oluşturması Bahçede dans etme (pi sayısını gösterme, örüntüler) (x2)	Kesirlerde toplama (Sayılar)zunluk ölçümü, Benzerlik Kartezyen koordinat sistemi Uzunluk, alan, hacim ölçme Pisagor teoremi (Geometri, cebir, ölçme) Örüntüler (Cebir) Perspektif alma (Geometri) Geometrik şekil ve özellikleri (Geometri) Üçgen eşitsizliği (Geometri) Sayılar
Kentsel ortamlar (ör. cadde)	Kaldırım taşlarındaki görsel desenleri inceleme ve oluşturma Sokakta bulunan iki konut arasındaki tahmini mesafeyi belirleme Yoldaki trafik işaretlerinde hangi geometrik şekillerin kullanıldığını inceleme Heykelin yaklalık uzunluğunu tahmin etme	Örüntüler (Geometri, Cebir) Uzunluk tahmin etme ve ölçme Geometrik şekil ve özellikleri (Geometri) Uzunluk ölçme
Belirtilmemiş (okul bahçesi, bahçe, orman)	Güneş saati ile zaman bulma. Öğrencilerin gölgelerden geometrik şekiller oluşturması ve bu şekillerin özelliklerini incelemesi	Zaman ölçümü Geometrik şekil ve özellikleri (Geometri)

Oyun parklarına odaklanan öğretmen adayları, öğrencilerin tırmanma ağlarını ve öğrenci konumlarını koordinat sistemiyle ilişkilendirerek eğim, ölçme ve koordinat sistemi gibi matematiksel konuları öğrenmelerini sağlamıştır. Öğretmen adayları tarafından en çok tercih edilen yer olan okul bahçelerinde ise disiplinler arası etkinliklere yer verilmiştir. Bunlar arasında okul bahçesinde bulunan nesnelerle müzik oluşturma ve dans etkinlikleri tasarlama gibi çalışmalar bulunmaktadır. Öğretmen adayları, sokak ortamlarını taşlardaki görsel örüntüleri ve trafik işaretlerindeki geometrik şekilleri keşfetme ve oluşturma veya konumlar arasındaki mesafeleri tahmin etme gibi öğretim etkinlikleriyle ilişkilendirmiştir. Bu bağlamların çeşitli görsel örnekleri Tablo 9'da sunulmuştur.

3.3. *Öğretim Amaçları*

Matematik öğretmeni adaylarının ders planlarının analizi, matematik öğreniminde öğrencilerin bilişsel yönlerine öncelikli olarak odaklanıldığını ortaya koymaktadır (Tablo 7). Toplam 34 katılımcı, öğrencilerin belirli bir matematiksel içerikteki öğrenimlerini geliştirmeyi hedeflemiştir.

Tablo 7.

Okul dışı matematik eğitiminde öğretim amaçları

Alanlar	f
Bir araç olarak okul dışı matematik eğitimi	
Bilişsel alan	
Açık (Explicit)	34
Örtük (Implict)	0
Toplam	34
Duyuşsal alan	
Açık (Explicit)	12
Örtük (Implict)	0
Toplam	12
Sosyal alan	
Açık (Explicit)	2
Örtük (Implict)	15
Toplam	12
Psikomotor alanı	
Açık (Explicit)	0
Örtük (Implict)	18
Toplam	18
Bir amaç olarak okul dışı matematik eğitimi	
Diğer disiplinlerle bağlantı	6
Gerçek yaşamda matematiğin farkındalığını artırma	22

Bilişsel yönler açısından bakıldığında, öğretmen adayları belirli matematiksel kavramları öğretmeyi, öğrencilerin kavram yanılgılarını önlemeyi, anlamalarını pekiştirmeyi, bilgilerini gerçek yaşam durumlarına uygulamalarını sağlamayı ve matematiği anlamlı bir şekilde öğrenmelerini hedeflemiştir. Yazılı açıklamalarından alınan aşağıdaki ifadeler, bu hedeflerin her birine örnek teşkil etmektedir:

> Bu etkinlik sonunda öğrencilerin daha iyi konuyu kavraması beklenir. Doğada matematiğin bulunduğunu ve matematikteki birçok konuyu somutlaştırarak öğrenebileceklerini kavrarlar. Konuya bakış açıları değişir. Bu etkinlik sayesinde eğlenerek matematik öğrenirler. Konunun daha kalıcı olması ve ezbere dayanmaması öncelik gösterdiğimiz etmenlerdendir. Öğrencilere konuyu eğlendirerek, göstererek anlatmaya çalışmak, o konuyu daha çok kavramalarını sağlar (P26, matematiği anlamlı öğrenme, matematiği somutlaştırma)

> Bu etkinlikte öğrencilerinin ölçme becerilerinin yanı sıra matematikle kullanılan Thales teoreminin günlük hayata kısa bir uyarlamasının yapılması amaçlanmıştır. (P19, bilgilerini uygulama)

> Etkinliğimin amacı, küçük çocuklarda özellikle dijital ve analog saatlerle ilgili zaman kavramına ilişkin ciddi yanılgıları gidermektir. Bunun nedeninin iki tür saat kullanımının olması olduğunu düşünüyorum. Öğrenciler, 13:00 ile öğleden sonra 1:00'in aynı zaman dilimini ifade ettiğini anlamakta zorlanıyorlar...(P40, kavram yanılgısını önlemek)

Ek olarak, öğretmen adayları analitik düşünme ve görsel düşünme gibi diğer becerilerin geliştirilmesinden de bahsetmişlerdir. Aşağıdaki ifadeler bunları örneklemektedir:

> Kesirler konusunda toplama çıkarma ile müzik aletlerindeki nota ilişkisi vardır. Bu nedenle, muhakeme, analitik düşünme ve görsel düşünme becerilerini geliştirmeyi hedefliyorum. (P5, analitik ve görsel düşünme).

Öğretmen adaylarının çalışma amaçları ve beklentilerine dair yazılı notlarında duyuşsal ve bilişsel yönler açıkça belirtilmiş olsa da, ders planlarına sosyal yönleri dahil eden katılımcıların çoğu (17'den 15'i) bu hedefleri ders planlarının amaç kısmında net bir şekilde ifade etmemiştir. Bu sosyal yönler, grup etkinlikleri aracılığıyla iletişimi teşvik etmeyi ve görüşler ile çalışmalar üzerine yansıtmayı teşvik ederek öğrenciler arasındaki bağları güçlendirmeyi içermektedir. Örneğin, bir katılımcı açıkça şunu belirtmiştir: "Pi'nin sadece bir dairenin alanını ve çevresini hesaplamak için kullanıldığı yaygın inancının aksine, daha geniş uygulamaları olduğunu görüyoruz. Bu, öğrencilerin sınıfta birlikte hareket etmekten keyif almalarına ve birbirlerinin doğum günlerini her zaman hatırlayacaklarını bilerek ilişkilerini güçlendirmelerine yardımcı olacaktır." Bu ifade, bilişsel, duyuşsal ve sosyal öğrenme hedeflerinin bütünleşmesini açıkça ortaya koymaktadır. Bir başka katılımcı (P34) da okul dışı bir bağlamda öğrenmenin sosyal yönlerini açıkça dile getirmiştir:

> Bu etkinliğin amacı öğrencilerin okul dışı öğrenme ortamlarından biri olan müzede iletişim becerilerinin de gelişimini temele alarak topladıkları verileri daire grafiğine aktarmak. Yani öğrencilerin bizzat kendilerinin gerçekçi veriler toplamasını sağlayarak istatistik eğitimi içeriğine uygun okul dışı eğitim vermek. Aynı zamanda Antik Kent içinde matematik barındırıyor mu gözlem yapmalarını ve yorumlamalarını sağlamak. (P34)

Bu ifade, öğrencilerin gerçek yaşam verilerini topladığı ve pasta grafikleri kullanarak sunduğu bir müze ortamında iletişim becerilerinin geliştirilmesini vurgulamaktadır. Bu yaklaşım, istatistiksel öğrenmeyi işbirlikçi veri toplama ve analizle birleştirerek, öğrencileri antik bir şehir gibi özgün bir kültürel bağlamda matematiksel kavramları gözlemlemeye ve yorumlamaya teşvik etmektedir.

Psikomotor beceriler birincil hedef olarak açıkça belirtilmese de, bazı etkinlikler bunları dolaylı olarak içermiştir. Buna hassas ölçüm görevleri ve dans gibi hareket tabanlı etkinlikler örnek verilebilir; bu da fiziksel katılımın dikkate alındığını düşündürmektedir. İki katılımcı, etkinliklerinin psikomotor yönlerini kabul etmiş görünmektedir. Bunlar P5 ve P10'un aşağıdaki ifadelerinde sunulmuştur. İlk örnek, belirli bir müzik oranını uyumlu bir şekilde gerçekleştirmek için ellerini nasıl kullandıklarıyla ilgilidir. Diğer örnek ise ölçümü nasıl hassas bir şekilde gerçekleştirdikleriyle ilgilidir.

> Her grup farklı nesnelerle 8/4'lük, 4/4'lük ölçüye ulaştıkları ritimleri bu ritme hangi nesne vuruşlardan hangi kesirler toplamından nasıl ulaştıklarını gruplar halinde müzikal olarak canlandırırlar sınıf arkadaşları önünde bahçede performanslarını sergilerler. (P5)

> Her öğrenci, omuzdan parmak ucuna kadar olan mesafenin, dirsekten parmak ucuna kadar olan mesafenin ve ellerindeki bir parmağın (başparmak hariç) uzunluğu ile o parmağın ilk iki segmentinin uzunluklarını gözlem kağıtlarındaki tablolara yazar. Daha sonra, oranları alarak altın oranla ilişkisini tartışırlar. (P19)

Ders planlarının incelenmesi (41 katılımcıdan 12'si), öğrencilerin matematiğe yönelik olumlu duyuşsal tepkilerini geliştirmeye özel bir önem verildiğini ve bu duyuşsal yönlerin açıkça belirtildiğini ortaya koymuştur. Katılımcılar, öğrencilerin matematiği soyut bir konu olarak algılamalarını değiştirmeyi umarak, ilgi çekici ve eğlenceli öğrenme deneyimleri yaratmayı hedeflemişlerdir. Örneğin, Katılımcı P31, "Etkinlik sayesinde matematiğin eğlenceli bir şeklide öğrenirler. Matematiğe olan bakış açılarını olumlu yönde değişmesini bekliyorum" diyerek, matematiği öğrencilere daha erişilebilir ve çekici kılma arzusunu vurgulamıştır. Ayrıca, öğrenci katılımını ve motivasyonunu artırma hedefi, katılımcı P33'ün şu ifadesinde belirgin olarak gözlenmektedir: "Öğrencilere koordinat sistemini okul dışında öğretmek ve daha nitelikli bir öğretim sağlamak, eğlenerek öğrenmek."

Bu bulgular, açık hava matematik eğitiminin matematiği öğretmek için güçlü bir araç olarak kullanıldığını açıkça ortaya koymaktadır. Bununla birlikte, katılımcılar sadece bir araç olarak kalmayıp, açık hava matematik eğitimini daha geniş bir ölçekte entegre etmeye yönelik ders planları da geliştirmişlerdir. Az sayıda katılımcı açık hava matematik eğitimini matematik eğitiminde amaç olarak görürken, katılımcıların önemli bir kısmı bunun değerini matematik eğitiminde bir araç olarak görmüştür.

Öğretmen adayları, öğrencilerin matematiğin gerçek yaşam bağlamlarındaki varlığına ve matematiğin doğa, bilim, sanat ve tarih gibi diğer disiplinlerle olan bağlantılarına dair farkındalıklarını geliştirmeye özellikle vurgu yapmışlardır. Bu bakış açısı, katılımcı P6'nın şu ifadesinde net bir şekilde örneklendirilmişti: "Örüntü kavramını pekiştirmek, kalıcı öğrenmeyi sağlamak, ritmin matematikle ilişkili olduğunu ve matematiğin sadece bir ders olmadığını öğretmek." Bu ifade, açık hava deneyimlerinin örüntü tanıma gibi matematiksel kavramları öğretmek, gerçek yaşam uygulamaları yoluyla kalıcı öğrenmeyi teşvik etmek ve matematiğin disiplinlerarası doğasını, özellikle de ritim ve müzikle bağlantısını göstermek için nasıl kullanıldığını vurgulamaktadır.

Ayrıca, çevre bilinci ve matematiksel kavramların entegrasyonu, başka bir katılımcının ifadesinde belirgin bir şekilde görülmektedir: "Son zamanlarda artan çevre sorunlarından biri de orman yangınlardır. Maalesef orman yangınlarında binlerce ağacımızı kaybediyoruz. Ağaçların hem bize hem de diğer canlılara birçok faydası vardır. Öğrencileri de ağaçları sevmeleri ve doğaya duyarlı bireyler olmaları amaçlanmıştır." (P39). Bu örnek, açık hava matematik eğitimini sadece matematiksel kavramları öğretmekle kalmayıp, aynı zamanda etraflarındaki dünyaya yönelik daha geniş bir anlayış ve takdir geliştirmek için genel bir hedef olarak gördüğünü ortaya koymaktadır.

3.4. *Açık Hava Matematik Eğitimine Yönelik Metotlar*

Tablo 8, matematik öğretmeni adaylarının açık hava matematik eğitiminde kullandıkları çeşitli öğretim teknik ve yöntemlerinin sıklığını göstermektedir. Diğer disiplinlerle bağlantı kurma, en belirgin yaklaşım olarak ortaya çıkmıştır (41 katılımcıdan 19'u). Bu disiplinlerarası odak, özellikle doğa bilimleri ve sanatın entegrasyonunda belirgin olarak gözlenmiştir. Ayrıca, 16 matematik öğretmeni adayı, tasarımlar oluşturma, ölçüm yapma, hareket ve oyun, ve çizim gibi uygulamalı etkinliklerle karakterize edilen bedensel öğrenmeye özel önem vermiştir. Gözlem ve keşif de matematik öğretmeni adayları tarafından tercih edilen yöntemlerden biri olmuştur.

Tablo 8.

Ders planlarında yararlanılan metotlar

Metotlar	f
Gözlem ve keşif	15
Yaparak öğrenme etkinlikleri (Hands-on activities) (tasarım oluşturma, ölçme, hareket ve oyun, çizim)	16
Sorgulamaya dayalı öğrenme	
Veri toplama ve analizi	4
Diğer disiplinlerle bağlantı	19
Sanat	8
Doğa bilimi	10
Tarih	1
Sınıf içi bağlamla bağlantı	8

Tablo 9, her kategori için örnekler sunmaktadır. İlk örnekte, katılımcılardan biri (P36) öğrenciler için bir çalışma kâğıdı oluşturmuştur. Öğrencilerden, taşların üzerine renkli olarak çizilmiş bir örüntüyü keşfetmelerini ve örüntünün kuralını açıklamalarını istemektedir. Daha sonra, belirli bir örüntüye dayanarak kendi tasarımlarını zemindeki taşları renklendirerek oluşturmalarını istemektedir. İkinci örnekte, katılımcı öğrencilerden oyun alanındaki tırmanma ağlarının eğimini keşfetmelerini istemektedir (Şekil 1). Ders planında, öğrencilere yatay ve dikey mesafeleri nasıl ölçeceklerini göstererek eğimi nasıl bulacaklarını

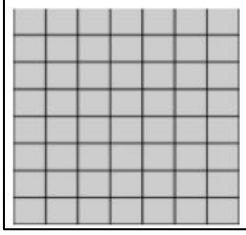
açıklamaktadır ve ardından ölçümlerini kaydetmelerini, iki farklı eğimi ve işaretlerini belirlemelerini istemektedir:

> Aşağıdaki resimlerde okulumuzun karşısındaki parkta bulunan tırmanma ağı gösterilmektedir. Tırmanma ağındaki kırmızı ve mavi ile gösterilen direğin eğimini tabloya yazacağınız bilgileri kullanarak bulunuz. Direklerin eğimini hesaplamak için öncelikle direğin tepe noktasından yere olan dik uzaklığını(a), dik uzaklığı belirlediğimiz noktadan kırmızı direğe olan uzaklığı(b) ve mavi direğe olan uzaklığı(c) tabloya not almalısınız. Ardından dikey uzunluğun yatay uzunluğa oranından direklerin eğimini bulunuz. Çizilen doğrunun x ekseni ile y ekseni üzerinde yaptığı açılardan sağ kısımdaki eğim açısı olduğunu, eğer eğim açısı sıfır olursa x eksenine paralel olan doğruların eğiminin sıfır olacağını eğer eğim açısı dar açı ise sağa yatık olan doğruların eğimi pozitif olacağını geniş açı ise eğim açısı sola yatık ve eğim değeri negatif olacağını derslerimizde öğrenmiştik. Öğrendiğimiz bu bilgilere göre eğimin yönünü bulup aşağıdaki tabloya not ediniz.

Şekil 1. *Eğimi bulmak için yatay ve dikey mesafelerin ölçülmesi*

Tablo 9.

Okul dışı matematik eğitimine yönelik metotlar

Metotlar	Örnekler
(1) Gözlem ve tasarım oluşturma Sanatla bağlantı kurma	**Soru 1:** Aşağıdaki örüntünün kuralını bulunuz.  **Soru 2 :** Aşağıda verilen tablonun kutularını kendiniz bir örüntü oluşacak şekilde boyayınız ve örüntünün kuralını yazınız. 
(2) Yaparak öğrenme (Hands-on-learning) (ölçme) Gözlem	 

İsim	Kırmızı direğin eğimi tahmini	Mavi direğin eğimi tahmini	a uzaklığı	b uzaklığı	c uzaklığı	Kırmızı direğin eğimi	Mavi direğin eğimi

(3) Sorgulamaya dayalı öğrenme Veri toplama ve analizi

ASPENDOS ANTİK TİYATRO GÖZLEM KÂĞIDI

AD-SOYAD:

Aşağıdaki tabloya Aspendos Antik Tiyatro uygulaması kapsamında on adet ziyaretçi ile yaptığınız görüşme sonucu uyruklarına ait verileri yazınız. Veri toplama sürecini tamamladıktan sonra veri setine uygun daire grafiği oluşturup daha sonra Antik Kentte dikkatinizi çeken matematiksel durumlar ile ilgili genel görüşlerinizi de yazarak ortaya çıkan sonuçları arkadaşlarınız ve öğretmeninize sunarak tartışınız.

KİŞİ SAYISI	UYRUKLAR
1.ZİYARETÇİ	
2.ZİYARETÇİ	
3.ZİYARETÇİ	
4.ZİYARETÇİ	
5.ZİYARETÇİ	
6.ZİYARETÇİ	
7.ZİYARETÇİ	
8.ZİYARETÇİ	
9.ZİYARETÇİ	
10.ZİYARETÇİ	

(4) Gözlem ve keşif Doğa bilimleriyle bağlantı kurma

2. Simetri gözlemlemek için incelediğiniz nesneleri ve simetriyi aşağıdaki alanda çizerek veya sözel olarak ifade ediniz.

İncelediğim nesne	**Fark ettiğim simetri**
Örnek: Kelebek kanadı 	**Kelebeğin sağ ve sol kanadı birbirinin simetriğidir.** 

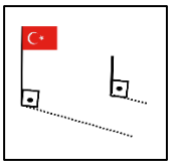
Üçüncü örnek, katılımcının (P34) öğrencilerden veri toplamalarını ve analiz etmelerini istediği bir sorgulamaya dayalı öğrenme örneğidir. Öğrencilerden, açık hava Aspendos Antik Tiyatrosu'nu ziyaret eden turistlerin

uyruklarını kaydetmelerini istemektedir. Ardından, bir grafik oluşturup yorumlamalarını istemektedir. Öğrencilerden veri toplama ve analiz sürecine aktif olarak katılmaları ve bulgularını sunmaları beklenmektedir:

> Aşağıdaki tabloya Aspendos Antik Tiyatro uygulaması kapsamında on adet ziyaretçi ile yaptığınız görüşme sonucu uyruklarına ait verileri yazınız. Veri toplama sürecini tamamladıktan sonra veri setine uygun daire grafiği oluşturup daha sonra Antik Kentte dikkatinizi çeken matematiksel durumlar ile ilgili genel görüşlerinizi de yazarak ortaya çıkan sonuçları arkadaşlarınız ve öğretmeninize sunarak tartışınız.

	İsim	Direğin tahmini uzunluğu	Direğin gölgesinin uzunluğu	Çubuğun gölgesinin uzunluğu	Direğin uzunluğu
12:00					
16:00					

(a)



(b)

Şekil 2. *Öğrencilerin gölgeleri gözlemlemesi ve ölçümlerini kaydetmeleri için çalışma sayfası*

Son örnekte (P32'nin ders planı), öğrencilerden bir çiftliği ziyaret ediyor ve hayvanları ve bitkileri büyüteç kullanarak gözlemlemeleri istemektedir. Amaç, canlıların yapılarının detaylarını inceleyerek simetrilerini keşfetmeleridir. Gözlem ve keşfe ek olarak, bu nesnelerin simetrik kısımlarını çizmeleri de istenmektedir:

> Öğrenciler köyde etrafı incelemeye başlarlar. Gördükleri bitkilerin/ bitki yapraklarının desenlerini, hayvanların kabuk deseni, tüylerinin deseni… incelemeye başlarlar. Öğrenciler köyde meyve, sebze, çiçek, yaprak, kelebek kanatları, mimari desenler, kilim vs. buldukları örüntüleri çalışma formlarına çizerek doldururlar. Bitki yaprağı, kuş tüyü toplarlar. Her gruba 1 adet ayna verilir. İnceledikleri nesnelere/canlılara ayna yerleştirerek simetrik olup olmadıklarını fark etmeleri sağlanır. Mercek sayesinde desenleri daha yakından inceleyerek simetriyi fark ederler. Her grup kendi topladığı herhangi bir nesneyi simetri doğrusundan keserek bir parçasını diğer bir gruba verir. Gruplar yarım şekillerin simetrisini kâğıt üzerinde çizmeye çalışırlar. Her gruptan bir kişi özet olarak çalışmalarını diğer gruplara anlatır. Öğretmen çalışmaları değerlendirir ve öğrencilere dönüt verir.

Yukarıda bahsedilen ders planları yalnızca sınıf dışı ortamlara odaklanırken, katılımcılardan bazıları (41'den 8'i) açık hava eğitimini sınıf içi formal eğitimle bütünleştirmeyi de denemiştir. Örneğin, katılımcılardan biri (P10) ilk olarak altın oranı öğretmeyi ve ardından öğrencilerin bunu doğada keşfetmelerini sağlamayı amaçlamış ve şu şekilde belirtmiştir:

> Öğrencilere okulda öncelikle altın oran hakkında bilgi verilir. Fibonacci dizisi gösterilerek bu dizideki ardışık iki sayının oranının sayılar büyüdükçe belirli bir değere yaklaşacağı söylenir. Hesaplanarak bu değerin de 1,618 olduğu ve altın oran olarak ifade edildiği söylenir. Kenarları fibonacci dizisine göre boyutlandırılmış kareler kullanılarak ve bu karelerin içine birbirlerine bağlı çeyrek daire dilimleri çizilerek fibonacci spirali (altın spiral) gösterilir. Öğrenciler altın oran kavramını anlarlar. Sonrasında öğrencilere deniz kenarı ve ormanı da içine alan bir doğa yürüyüşü yapılacağını ve doğadaki altın oranı keşfedecekleri bir okul dışı etkinliği yapılacağından bahsedilir.

Başka bir katılımcı (P40) ise, önce benzerlik ve eşlik kavramlarını öğreterek etkinliği sınıf içi öğrenmeyle ilişkilendirmiştir. Öğrencilerden, oranların sabit kaldığını gözlemlemek için günün iki farklı saatinde direklerin gölgelerini ölçmeleri istenmiştir:

> Etkinliğin başlangıcında okulda bulunan bayrak direği gibi uzunluğu bulmak istenilen bir nesne seçilir. Bir de uzunluğu bilinen bir nesne seçilerek etkinliğe hazırlanılır. Etkinliğe başlamadan önce öğrencilere eşlik ve benzerlik konusu anlatılarak öğrenciler etkinliğe hazırlanılır. Etkinlikte iki farklı zaman diliminde ölçüm yapılacaktır. Bu nedenle hazırlık buna göre yapılmalıdır.

4. Tartışma

Bu çalışma, öğretmen adaylarının mesleki gelişimlerini desteklemek amacıyla tasarlanan okul dışı öğrenme ortamlarında matematik eğitimi dersi kapsamında, matematik öğretmeni adaylarının açık hava matematik eğitimi ders planlarını incelemiştir. Çalışmanın dört temel bulgusu bulunmaktadır. İlk önemli bulgu, açık hava matematik eğitimi için en çok tercih edilen yerin okul bahçesi olmasıdır. Bu, Moore'un (1974) erken yıllarından Feille'in (2021) günümüze kadar vurguladığı önemli öğrenme ortamlarından biridir. Öğretmen adaylarının bu tercihi, Feille'in (2021) okul bahçelerindeki fırsatlardan faydalanmak için özel bir pedagojiye yönelik önerileriyle örtüşmektedir. Bu seçimin nedeni, okul bahçelerinin hem öğrenciler hem de öğretmenler için doğal ve erişilebilir dış mekân ortamları olarak görülmesi olabilir (Trater ve Malone, 2004).

Öğretmen adayları her ne kadar okul bahçesini tercih etseler de, öğretim bağlamları geometrik şekilleri, örüntüleri ve simetrileri gözlemlemek ve keşfetmek, ayrıca belirli alanları ölçmekle sınırlı kalmıştır. Katılımcılar, okul bahçesinde öğretme deneyimi konusunda yeterli olmayabilirler. Feille (2021), mesleki gelişimleri için okul bahçesinde tekrarlayan öğretim fırsatlarına ihtiyaç duyulduğunu belirtmiştir. Bu durum, okulların fiziksel kısıtlamalarından kaynaklanan öğretmenlerin yaşadığı

engelleri belirlemeyi ve okul bağlamına entegre edilmiş yeşil okul bahçelerini bir öğrenme ortamı olarak oluşturma ve birleştirme konusunda yeni bakış açıları sunmayı düşündürmektedir (van Dijk-Wesselius vd., 2018).

Gelecek çalışmalar hem öğretmenler hem de öğrenciler için zengin fırsatlar sunarak, açık hava matematik eğitimi için okul bahçelerinin nasıl geliştirilebileceğine odaklanabilir. Bu çalışmalar, uygulama fizibilitesini konuma göre değerlendirmeli ve açık hava öğrenme deneyimlerini matematik müfredatıyla doğrudan ilişkilendirmenin yollarını keşfedebilir.

Okul bahçelerinden sonra, açık hava matematik eğitimi için en çok tercih edilen konumlar arasında oyun alanları, parklar, ormanlar ve bahçeler gibi yeşil alanlar yer almıştır. Öğretmen adayları; tarihi, arkeolojik ve jeolojik alanları, kentsel ortamları ve botanik bahçelerini matematik eğitimi için uygun yerler olarak nadiren bahsetmiştir. Bu bulgu, Kuş'un (2023) çalışmasının bulgularıyla tutarlılık göstermektedir. Söz konusu çalışmada katılımcıların çoğunluğu, hayvanat bahçeleri, tarih müzeleri ve botanik bahçeleri gibi yerlere kıyasla parkları, ormanları ve okul bahçelerini öğretim alanı olarak belirlemiştir.

Bunun nedenlerinden biri, ders kapsamında kendilerine okul bahçeleri ve yeşil alanlar hakkında daha fazla örnek verilmiş olması olabilir. Bir diğer neden ise, botanik bahçeleri, tarihi ve jeolojik alanlara kıyasla bu ortamlarla daha fazla aşina olmaları (ör. Trater ve Malone, 2004) ve bitki yapılarının veya tarihi yerlerin ardındaki matematiksel bilgiye yeterince sahip olmamaları olabilir. Ders planlarında geometri ve ölçme gibi belirli içerik alanlarına odaklanmaları ve cebirdeki soyut fikirler ile veri analizi ve olasılık kavramlarının eksikliği de bu iddiayı destekleyebilir.

Çalışmanın ikinci önemli bulgusu, matematik öğretmeni adaylarının çeşitli açık hava matematik eğitimi ortamlarında uygulanan geniş bir bağlam yelpazesinden bahsetmeleridir. Katılımcıların çoğu, okul bahçesi ve yeşil alanlarda geometrik şekilleri ve örüntüleri keşfetmeyi, nesneleri veya daha geniş alanları ölçmeyi içeren bağlamlardan faydalanmıştır. Bu örnekler, Moss (2009) tarafından sunulan örneklerle ve Kuş'un (2023) çalışmasındaki bulgularla da örtüşmektedir. Okul bahçesinde mesafeleri ölçme, şekiller bulma ve örüntüleri keşfetme, Kuş'un (2023) çalışmasında da benzer şekilde gözlemlenmiştir. Ancak, bu çalışmada, önceki çalışmadan farklı olarak, kendilerine ormanlardaki ağaç yaşları, açık hava tiyatrosu ziyareti, bitki büyümesinin gözlemlenmesi, bitki dikimi ile koordinat sistemini ilişkilendirme gibi örnekler sunulmamış olsa da, disiplinlerarası olanlar da dahil olmak üzere özgün bağlamlar sunan katılımcılar da olmuştur. Bunun bir nedeni, bazı katılımcıların öğretmen eğitimi programlarında sanat tabanlı matematik eğitimi dersini de almış olmaları olabilir. Bu fikirleri açık hava matematik eğitimine dahil etmiş olabilirler. Okul alanlarında uygulanan eğitim etkinlikleri veya projelerin, disiplinlerarası veya müfredat dışı etkinlikler için fırsatlar sunan alanlar olduğu bulunmuştur (Neville vd., 2023). Bu durum, katılımcılara müfredat hedeflerine sıkı sıkıya bağlı kalmadan ders planlarını hazırlamada esneklik sağlamış olabilir. Diğer bir neden ise, Kuş'un (2023) önceki çalışmasından farklı olarak, açık hava matematik eğitimi üzerine bir ders planı oluşturmaya odaklanmış olmalarıdır. Bu da onların açık hava matematik eğitiminin çeşitli yönlerini keşfetmelerine veya araştırmalarına olanak sağlamış olabilir.

Bir diğer çarpıcı bulgu ise, katılımcıların dijital teknoloji kullanımıyla ilgili herhangi bir bağlantıdan bahsetmemeleridir. Oysa ki, Cahyono ve Ludwig (2018) çalışmasında olduğu gibi, çiçeklerin geometrik modellemesi ve açık hava yapılarının artırılmış gerçeklikle (AR) geometrik modellemesi gibi örnek deneyimler kendilerine sunulmuştur. Sadece bir öğrenci, yakın gözlemler için fotoğraf çekme yöntemini dahil etmiştir. Bu durum, katılımcıların bu dijital yazılımlara ve uygulamalara olan aşinalık düzeyleriyle ilgili olabilir. Bu bulgu, Isgren Karlsson ve meslektaşlarının (2023) sadece lise öğretmenlerinin açık hava ortamlarında dijital teknoloji kullanımını faydalı bulduğu çalışmasıyla örtüşmektedir. Bu bağlamda, van Kraalingen (2023), sanal gerçeklik (VR) ve artırılmış gerçeklik (AR) teknolojilerindeki son gelişmeler göz önüne alındığında, eğitimcilerin ve öğrencilerin bu cihazları nasıl anlayacakları ve kullanacakları konusunda eğitime ihtiyaç duyulduğunu ve açık hava öğrenme ortamlarında teknolojik cihazların (örneğin mobil cihazlar) eğitimcilerin ve öğrencilerin deneyimlerini inceleyen deneysel çalışmalar yapılması gerektiğini öne sürmüştür.

Diğer bir bulgu, ders planlarında sosyal becerilerin ve psikomotor becerilerin yer almasına rağmen, çok az sayıda matematik öğretmeni adayının bunları açıkça ifade etmesidir. Bu bulgu, Kuş'un (2023) çalışmasıyla örtüşmemektedir; zira söz konusu çalışmada katılımcılar, okul dışı matematik eğitiminin sosyal yönlerinden nadiren bahsetmiş ve okul dışı etkinlikleri hangi amaçla uygulayacaklarını hayal etmeleri istendiğinde psikomotor yönlerden hiç bahsetmemişlerdir. Bulgular arasındaki bu farkın nedeni, Kuş (2023)'ün çalışmasında ders planı hazırlamamış olmaları olabilir. Bu durum, öğretim amacını hayal etmelerinin zorlaşmasına ve amaçları belirli bağlamlarda düşünmeleri gerektiğine işaret etmektedir.

Yıllara göre öğretim programlarındaki değişimler incelendiğinde, duyuşsal ve özellikle psikomotor alanlara verilen önemin yetersiz olduğu açıktır (Doğanay ve

Yeşilpınar-Uyar, 2021). Son yıllarda, özellikle yeni öğretim programında (Milli Eğitim Bakanlığı, 2024), sosyal-duyuşsal ve disiplinlerarası becerileri geliştirmeye yönelik öğrenme çıktıları eklenerek matematik öğretmeni adaylarının bu alanlardaki farkındalığını artırma çabaları görülmektedir. Matematik öğretmeni adaylarının, doğrudan belirtmeseler bile, psikomotor ve sosyal becerileri ders planlarına dahil etmeleri, geleneksel sınıf ortamlarının doğasının aksine açık hava matematik eğitimi etkinliklerinin doğasıyla ilişkili olabilir. Açık hava etkinliklerinin bu becerilerin geliştirilmesindeki önemli rolü ve Türkiye'deki müfredatlarda yıllar içinde daha az yer bulması (Doğanay ve Yeşilpınar-Uyar, 2021) göz önüne alındığında, matematik öğreniminin psikomotor ve sosyal yönlerini teşvik etmek için etkinliklerin ve derslerin kasıtlı olarak tasarlanmasına ihtiyaç bulunmaktadır.

Çalışmanın beşinci bulgusu, bu bağlamların öğrencilere nasıl aktarıldığıyla ilgilidir. Tüm matematik öğretmeni adayları, ders planlarında öğrencilerin aktif katılımını destekleyecek bir öğretim tasarlamıştır. Ders planlarını tasarlamadan önce, deneyimsel öğrenmeye dayalı çeşitli açık hava etkinliklerine katılmış olmaları, bu tercihlerini açıklayan bir neden olabilir. Diğer bir neden ise, açık hava öğrenme ortamının doğal olarak katılımcıları, deneyime dayalı öğrenme (ör. Cheng vd., 2019; Gilbertson vd., 2022), gözlem (Gilbertson vd., 2022), uygulamalı öğrenme (Kiviranta vd., 2024) ve sorgulamaya dayalı öğrenme (Tal vd., 2019) ile doğa ile bağlantılı disiplinlerarası öğrenmeyi (Gray ve Birrell, 2015; Kuş, 2024b) içeren bu tür etkinlikleri tasarlamaya yönlendirmiş olması olabilir. Bu durum, açık hava matematik eğitimi için geniş bir yöntem yelpazesi sunsa da, Gilbertson ve meslektaşları (2022) tarafından bahsedilen akran öğretimi, oyunlar, yarışmalar ve videografi ders planlarında gözlemlenmemiştir. Dersleri sırasında, okul dışı matematik eğitiminin öğrencilerin öğrenimine katkıları tartışılmıştır. Ancak, kendilerine belirli bir yöntem veya teknik öğretilmemiştir. Ancak katılımcılar gözlem ve keşfetme, sorgulamaya dayalı öğrenmeye aşinaydılar, zira bunları daha önce derste deneyimlemiş ve bu konuda bir tartışma yapılmıştır. Bu bulgular, açık hava matematik eğitiminin ilgili bağlamlarıyla ilişkili geniş bir yöntem yelpazesini gösteren eğitim programlarının hazırlanması gerektiğini düşündürmektedir. Sekiz katılımcı ayrıca sınıf içi bağlamlarla, yani müfredat hedefleriyle bağlantı kurmayı amaçlamıştır. Bu bulgu, Kuş'un (2023) çalışmasından farklı bulunmuştur. Kuş'un (2023) çalışmasında, müfredat standartlarıyla bağlantı kurmaları istenmemesine rağmen, tasarladıkları eğitim etkinliklerini müfredatla ilişkilendirme eğiliminde olmuştur. Ancak, bu çalışmada, müfredat hedefleriyle bağlantı kurmayı amaçlayan katılımcı sayısında bir azalma gözlemlenmiştir. Bu durum, belirli bağlamlar içinde düşünme gerekliliklerileriyle ve disiplinlerarası veya müfredat dışı etkinliklerin dahil edilmesiyle ilişkili olabilir.

Bu çalışma, 41 matematik öğretmeni adayıyla sınırlıdır ve okul dışı öğrenme ortamlarında matematik eğitimi dersi alanlara özgüdür. Kendi bağlamının ötesinde genelleme yapmayı amaçlamamaktadır. Bu çalışma, tasarlanmış öğrenme ortamlarını içeren daha kapsamlı bir dersin parçası olarak, beş hafta boyunca açık havada eğitim fırsatlarına odaklanmıştır. Bu süre, bu tür eğitim fırsatlarına maruz kalmak için makul bir süre sağlamış olsa da, gelecekteki çalışmaların açık hava matematik eğitimi üzerine tamamen ayrı bir profesyonel program tasarlaması önerilmektedir.

Ayrıca, çalışmanın bir diğer sınırlılığı, katılımcılara açık hava eğitimi hakkında belirli örnekler sunulmasına, bunu bizzat deneyimlemelerine ve örnek çalışma kağıtlarını incelemelerine rağmen, derslerin çeşitli bağlamlara, amaçlara ve belirli tekniklere dikkat ederek sistematik olarak nasıl tasarlanacağına dair daha fazla mesleki gelişime ihtiyaç duyulmasıdır. Öğretmen adayları bu çalışmada bu yönleri dolaylı olarak deneyimlemiştir.

Diğer çalışmalar, öğretmen adayları tarafından açık hava öğrenme ortamlarında ders planlarının uygulanmasını da içerebilir. Öğretmen yetiştirme programları, özellikle bu alandaki araştırmaların çok sınırlı olduğu göz önüne alındığında, öğretmenlerin çeşitli öğrenme ortamları için daha farklı bağlamlar ve öğretim yöntemleri hakkında bilgi sahibi olmaları için fırsatlar sunmalıdır. Bu çalışma, matematik öğretmeni adaylarının mesleki gelişimi için bu tür eğitim programlarının önemini vurgulamaktadır. Ek olarak, öğretmenlere daha iyi fırsatlar sunmak için bu dersin içeriğinde belirtilen yönlerin iyileştirilmesi önerilmektedir.

Etik Bildirim: Yapılan bu çalışmada "Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi" kapsamında uyulması belirtilen tüm kurallara uyulmuş; yönergenin ikinci bölümü olan "Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Eylemler" başlığı altında belirtilen eylemlerden hiçbiri gerçekleştirilmemiştir. Bu çalışma, Aksaray Üniversitesi İnsan Araştırmaları Etik Kurulu'nun 03.11.2020 tarihli ve 2020/11-04 sayılı izni doğrultusunda gerçekleştirilmiştir.

Yazar Katkıları : Tek yazarlı olan bu çalışmada yayının her bir aşaması yazar tarafından yapılmıştır.

Finansman : Çalışmada finansal bir destek alınmamıştır.

Çıkar Çatışması : Çalışmada bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Veri Erişilebilirliği : Veriler araştırmacı tarafından gizli tutulmakta olup, gerekli görülmesi halinde yazar ile iletişime geçilebilir.

Kaynakça

Alon, N. L., & Tal, T. (2017). Field trips to natural environments: How outdoor educators use the physical environment. *International Journal of Science Education*, *7*(3), 237-252. https://doi.org/10.1080/21548455.2016.1250291

Aydoğdu, A. S. E., Aydoğdu, M. Z., ve Aktaş, V. (2023). Okul dışı öğrenme ortamlarıyla ilgili matematik öğretmenlerinin görüşleri. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, *55*, 60-78. https://doi.org/10.53444/deubefd.1171301

Cooper, S. (2011). An exploration of the potential for mathematical experiences in informal learning environments. *Visitor Studies*, *14*(1), 48-65. https://doi.org/10.1080/10645578.2011.557628

Doğanay, A., ve Yeşilpınar-Uyar, M. (2021). Ortaokul öğretim programlarının genel amaçları. In M. F. Özmantar, H. Akkoç, B. Kuşdemir-Kayıran, ve M. Özyurt (Eds.), *Ortaokul matematik öğretim programları tarihsel bir inceleme* (pp. 77-115). Pegem Yayıncılık.

Downe-Wamboldt, B. (1992). Content analysis: method, applications, and issues. *Health Care for Women International*, *13*(3), 313-321. https://doi.org/10.1080/07399339209516006

Dyment, J. E. (2005). Green school grounds as sites for outdoor learning: Barriers and opportunities. *International Research in Geographical & Environmental Education*, *14*(1), 28-45. https://doi.org/10.1080/09500790508668328

Duatepe-Paksu, A., Kazak, S. ve Çontay, E. G. (2022). Okul dışı ortamlarda gerçekleştirilen matematik etkinliklerinin değerlendirilmesi: "Her Yer Matematik Projesi". *Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *9*(2), 541-558. https://doi.org/10.21666/muefd.1094581

Eshach, H. (2007). Bridging in-school and out-of-school learning: Formal, non-formal, and informal education. *Journal of Science Education and Technology*, *16*, 171-190. https://doi.org/10.1007/s10956-006-9027-1

Falk, J. H., & Dierking, L. D. (1997). School field trips: Assessing their long-term impact. *Curator: The Museum Journal*, *40*(3), 211-218. https://doi.org/10.1111/j.2151-6952.1997.tb01304.x

Feille, K. (2021). A framework for the development of schoolyard pedagogy. *Research in Science Education*, *51*(6), 1687-1704. https://doi.org/10.1007/s11165-019-9860-x

Gilbertson, K., Ewert, A., Siklander, P., & Bates, T. (2022). *Outdoor education: Methods and strategies*. Human Kinetics.

Gray, T., & Birrell, C. (2015). 'Touched by the Earth': a place-based outdoor learning programme incorporating the Arts. *Journal of Adventure Education and Outdoor Learning*, *15*(4), 330-349. https://doi.org/10.1080/14729679.2015.1035293

Higher Education Council (HEC) (2018). *Elementary mathematics education undergraduate program (İlköğretim matematik öğretmenliği lisans programı).* Retrieved from https://www.yok.gov.tr/Documents/Kurumsal/egitim_ogretim_dairesi/Yeni-Ogretmen-YetistirmeLisans Programlari/Ilkogretim_Matematik_Lisans_Programi.pdf

Horton, J., & Kraftl, P. (2018). Three playgrounds: Researching the multiple geographies of children's outdoor play. *Environment and Planning A: Economy and Space*, *50*(1), 214-235. https://doi.org/10.1177/0308518X1773532

Isgren Karlsson, A., Alatalo, T., Nyberg, G., & Backman, E. (2022). Exploring physical education teachers' perceptions and attitudes towards digital technology in outdoor education. *Journal of Adventure Education and Outdoor Learning*, 1–15. https://doi.org/10.1080/14729679.2022.2054835

Jankvist, U. T. (2009). A categorization of the "whys" and "hows" of using history in mathematics education. *Educational Studies in Mathematics*, *71*, 235-261. https://doi.org/10.1007/s10649-008-9174-9

Jose, S., Patrick, P. G., & Moseley, C. (2017). Experiential learning theory: the importance of outdoor classrooms in environmental education. *International Journal of Science Education*, 7(3), 269-284. https://doi.org/10.1080/21548455.2016.1272144

Kisiel, J. (2005). Understanding elementary teacher motivations for science fieldtrips. *Science Education*, *89*(6), 936-955. https://doi.org/10.1002/sce.20085

Kisiel, J. (2013). Introducing future teachers to science beyond the classroom. *Journal of Science Teacher Education*, *24*(1), 67-91. https://doi.org/10.1007/s10972-012-9288-x

Kiviranta, L., Lindfors, E., Rönkkö, M. L., & Luukka, E. (2024). Outdoor learning in early childhood education: exploring benefits and challenges. *Educational Research*, *66*(1), 102-119. https://doi.org/10.1080/00131881.2023.2285762

Kuş, M. (2023). Pre-service mathematics teachers' perspectives on teaching mathematics in out-of-school learning environments. *Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi SBE Dergisi*, *13*(4), 2174-2195. https://doi.org/10.30783/nevsosbilen.1289830

Kuş, M. (2024a). Conceptualization of Out-of-School Mathematics Education. *Yaşadıkça Eğitim*, *38*(1), 245-257. https://doi.org/10.33308/26674874.2024381644

Kus, M. (2024b) Sanat ve matematik ilişkisinin okul dışı öğrenme ortamlarına yansıması. In M. Z. Aydoğdu (Ed.) *Matematik eğitiminde okul dışı öğrenme ortamları* (s. 267- 292)). Nobel Yayıncılık. Ankara.

Ministry of National Education (2024). *Ortaokul matematik dersi öğretim programı (5, 6, 7 ve 8. sınıflar): Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli.* MEB. Retrieved from https://mufredat.meb.gov.tr/

Moore, R. C. (1974). Anarchy zone: Kids' needs and school yards. *The School Review*, *82*(4), 621-645. https://doi.org/10.1086/443157

Moss, M. (2009). Outdoor mathematical experiences: Constructivism, connections, and health. In B. Clarke, B. Grevholm, & R. Millman (Eds.), *Tasks in primary mathematics teacher education* (pp. 263–273). Springer. https://doi.org/10.1007/978-0-387-09669-8

Nemirovsky, R., Kelton, M. L., & Civil, M. (2017). Toward a vibrant and socially significant informal mathematics education. In J. Cai. Ed., *Compendium for research in mathematics education* (pp. 968- 979). National Council of Teachers of Mathematics.

Neville, I. A., Petrass, L. A., & Ben, F. (2023). Cross disciplinary teaching: A pedagogical model to support teachers in the development and implementation of outdoor learning opportunities. *Journal of Outdoor and Environmental Education*, *26*(1), 1-21. https://doi.org/10.1007/s42322-022-00109-x

Rickinson, M., Dillon J., T. K., Morris M., Y. Choi M., Sanders, D. & Benefield, P. (2004). *A Review of Research on Outdoor Learning*, Shrewsbury, UK: Field Studies Council.

Rios, J. M., & Brewer, J. (2014). Outdoor education and science achievement. *Applied Environmental Education & Communication*, *13*(4), 234-240. https://doi.org/10.1080/1533015X.2015.975084

Stagg, B. C., Dillon, J., & Maddison, J. (2022). Expanding the field: using digital to diversify learning in outdoor science. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, *4*(1), 9. https://doi.org/10.1186/s43031-022-00047-0

Watson, J., Brown, N., Wright, S. & Skalicky, J. (2011). Discovery a middle-school classroom inquiry: Estimating the height of a tree. *The Australian Mathematics Teacher*, *67*(2), 14-21.

van Dijk-Wesselius, J. E., Maas, J., Hovinga, D., Van Vugt, M. V. D. B. A., & Van den Berg, A. E. (2018). The impact of greening schoolyards on the appreciation, and physical, cognitive and social-emotional well-being of schoolchildren: A prospective intervention study. *Landscape and Urban Planning*, *180*, 15-26. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2018.08.003

van Kraalingen, I. (2023). A systematized review of the use of mobile technology in outdoor learning. *Journal of Adventure Education and Outdoor Learning*, *23*(3), 203-221. https://doi.org/10.1080/14729679.2021.1984963

Yunker, M., Orion, N., & Lernau, H. (2011). Merging playfulness with the formal science curriculum in an outdoor learning environment. *Children, Youth and Environments*, *21*(2), 271-293. https://doi.org/10. 1353/cye.2011.0012

Tal, T., Levin-Peled, R., & Levy, K. S. (2019). Teacher views on inquiry-based learning: the contribution of diverse experiences in the outdoor environment. *Innovation and Education*, *1*(1), 1-17. https://doi.org/10.1186/s42862-019-0004-y

Thompson, C. W. (2013). Activity, exercise and the planning and design of outdoor spaces. *Journal of Environmental Psychology*, *34*, 79-96. https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2013.01.003

Tranter, P. J. & Malone K. (2004) Geographies of environmental learning: an exploration of children's use of school grounds. *Children's Geographies*, *2*(1), 131-155. https://doi.org/10.1080/1473328032000168813

ISSN: 2147 - 1037

Ahi Evran University Journal of Kırşehir Education Faculty

http://kefad.ahievran.edu.tr

An Investigation of Pre-Service Mathematics Teachers' Lesson Plans on Outdoor Mathematics Education

Mehtap Özen[1]

ARTICLE INFO

DOI: 10.29299/kefad.1674055

Received: 11.04.2025
Revised: 29.06.2025
Accepted: 30.06.2025

Keywords:

Outdoor Mathematics Education,
Teacher Education,
Out-of-school Mathematics Education

ABSTRACT

This study aimed to explore pre-service mathematics teachers' lesson plans prepared in the context of outdoor mathematics education. Participants of the study were forty-one pre-service mathematics teachers who enrolled to a course on out-of-school mathematics education. The data sources of the study were written lesson plan documents and student's worksheet attached to the lesson plans prepared by the participants. Their lesson plans were examined through content analysis in terms of teaching methods, the contexts and contents, and purposes behind their lesson designs, and the outdoor environments where the learning activity was planned to implement. Findings of the study highlights pre-service mathematics teachers' focus on cognitive aspects of learning and a preference for using the schoolyard and green spaces for their activities, often emphasizing geometry and measurement. Participants implicitly mentioned social and psychomotor aspects of outdoor mathematics education. Geometry and measurement content areas were particularly observed. Participants employed several methods such as observation and exploration, hands-on learning, inquiry-based learning, interdisciplinary learning and connecting with in-class context. This study sheds light into future studies on outdoor mathematics education and development of professional training of teachers.

1. Introduction

Outdoor learning environments are considered places, including designed spaces with a purpose or natural settings, where learners engage in meaningful and experiential learning (Kiviranta et al., 2024). These environments include natural settings such as forests and parks, rural and urban environments (Moss, 2009), playgrounds (Horton et al., 2018), designed outdoor centers (Thompson, 2013), field trips (Alon & Tal, 2017), schoolyards (van Dijk-Wesselius et al., 2018), and historical and archaeological sites (Yunker et al., 2011).

Outdoor environments allow students to experience nature, learn concepts tangibly, and develop affective characteristics such as excitement, motivation, interests, and social interaction (Alon & Tal, 2017). They also provide opportunities for interdisciplinary connections with nature (Graya & Birrell, 2015; Moss, 2009), development of imagination and creativity (Kiviranta et al., 2024), and meaningful explorations of natural and social phenomena through inquiry and experiential learning (Tal et al., 2019). Although researchers highlighted the crucial role of outdoor environments in education, research in this field remains limited, particularly in mathematics education. Researchers argued teachers' lack of confidence and experience in outdoor settings, especially in schoolyards (Dyment, 2005), and the inadequate integration of schoolyards in teacher training practices (Cheng et al., 2019; van Dijk-Wesselius, 2018). Resonating with these studies, Moss (2009), in the context of mathematics education, provides examples for pre-service mathematics teachers to connect mathematics with nature, highlighting the need for them to experience mathematics in outdoor settings. This, in turn, can help their students make similar connections and experience mathematics through interactions with their environments and peers. Kisiel (2013) suggested developing professional development courses focused on out-of-school learning settings. Teachers should have the teaching experiences in outdoor settings and learn to overcome barriers encountered in these settings through professional learning programs (Tal et al., 2019; van Dijk-Wesselius, 2018). In this regard, what type of task can be feasible and how they can be implemented in outdoor settings? questions raised by Moss (2009) are crucial questions to consider for development of teacher training program on outdoor mathematics education.

This study, recognizing the emerging field of outdoor mathematics education and its crucial role in education,

Corresponding Author[1] : Mehtap Özen, Assistant Professor, Aksaray University, Türkiye, mozen@aksaray.edu.tr

offered pre-service mathematics teachers a course on out-of-school mathematics education. This course provided examples of outdoor learning and allowed the pre-service teachers to experience outdoor education firsthand. The aim is to examine their lesson plans in terms of the types of contexts they use, their intended implementation methods, the content areas they focus on, their preferred outdoor learning environments, and their motivations (purposes). This, in turn, would shed light into identifying areas for development within these courses, enabling teachers to keep pace with changes in mathematics education and provide enhanced outdoor learning opportunities.

1.1. *Outdoor Mathematics Education*

Outdoor learning environments have been predominantly studied within the field of science education (e.g., Rios & Brewer, 2014; Stagg et al., 2022; Yunker, Orion, & Lernau, 2011). These environments include parks, playgrounds, streets, school yards, and other similar locations. Particularly, school yards, which are easily accessible, offer opportunities for activities related to nature, including plants and animals (e.g., observing birth, creating gardens, and playing). These unstructured learning activities allow students to actively engage in experiential learning. Such opportunities extend beyond school yards to geological field trips (Alon & Tal, 2017), green areas (e.g., parks, gardens, forests, grasslands), and similar settings (Jose et al., 2017).

Research in mathematics education regarding outdoor learning is very limited. However, several studies have explored outdoor mathematics activities, indicating that they allow students to explore and learn about the world beyond the classroom in an enjoyable way (Moss, 2009). These studies provide examples for outdoor contexts, including activities such as identifying geometric forms in the environment, observing mathematical sequences on pathways, participating in orienteering exercises (Moss, 2009) and engaging in art-based activities including activities integrating art, math and nature, and dance activities (Kuş, 2024b). Additionally, they include the use of technology for geometric modeling of historical buildings (Cahyono & Ludwig, 2018), and data collection and analysis in the context of measurement of height of trees (Watson et al., 2011). Research-based studies on teacher education focused on pre-service teachers' perspectives or perceptions regarding out-of-school mathematics education (e.g., Aydoğdu et al., 2023; Kuş, 2023). Kuş (2023) highlighted significant changes in perspectives of pre-service mathematics teachers regarding teaching in out-of-school learning settings. These studies provided overall perspective in out-of-school mathematics education. However, Kus (2023) study was conducted in online settings and there is need for focused one aspect of out-of-school learning settings and experience-based learning of out-of-school mathematics education.

In order to prepare prospective teachers, they need to have knowledge about possible environments, contexts, and how these relate to mathematics, as well as the ways in which mathematics can be integrated. Within this scope, this study focuses on outdoor mathematics education and examines pre-service mathematics teachers' lesson plans who took course on out-of-school mathematics education where they experienced learning of mathematics in outdoor settings.

The research questions were presented as follows:

1. In what outdoor environments have pre-service mathematics teachers designed their activities?
2. On what mathematical contents have pre-service mathematics teachers designed outdoor mathematics activities?
3. In what context do pre-service mathematics teachers conduct outdoor mathematics activities?
4. For what purpose do pre-service mathematics teachers conduct outdoor mathematics activities?
5. In what ways do pre-service mathematics teachers hold in outdoor mathematics activities?

2. Method

2.1. *Design*

This study employed content analysis as a research method (Downe-Wamboldt, 1992). Content analysis was used since it allows to describe and measure particular phenomena and draw inferences from spoken, visual or textual data. In this study, pre-service mathematics teachers' written documents as textual data (lesson plans) were examined to quantify and describe teaching activities regarding outdoor mathematics education in terms of environments, teaching purposes, teaching content and contexts, and their methods of teaching.

2.2. *Study Group*

The participants in this study were 41 pre-service mathematics teachers (29 females and 12 males) enrolled at a public university. However, five of them misunderstood the content of the assignment (5 out of 46) and their lesson plans were excluded from the current study. They attended a course on Mathematics Education in Out-of-School Learning Environments as part of their teacher training program, which prepares them to teach middle school students after graduation. The study, conducted with two different groups of pre-service mathematics teachers (22 and 24 in each group, respectively), took place across two different semesters. The course content remained consistent across both semesters. To gather detailed information about their lesson plan development, their lesson plans were analyzed. This elective course included pre-service mathematics teachers from three grade levels: second-year, third-year, and fourth-year students (Table 1). While fourth-year students had completed most content

and pedagogical courses, second-year students primarily took courses on calculus and general education, with limited exposure to mathematics pedagogy. Third-year students had begun taking pedagogical courses, such as methods for teaching algebra, and content courses like calculus and linear algebra. Fourth-year and third-year students had more experience in preparing lesson plans compared to second-year students.

Table 1.

Participants' grade levels

Grade level	f
Second-year students	14
Third-year students	9
Fourth-year students	18
Total	41

2.3. *Procedure*

The course lasted 14 weeks, excluding exam weeks. The course was conducted face-to-face. The course included diverse topics each week including: a) introduction to out-of-school mathematics education, b) categorization of out-of-school environments, c) examples of outdoor mathematics education, d) activities on outdoor education, e) science museums, mathematics museums, and art and history museums, f) introduction of sample materials from museums, g) how to prepare a sheet for students and field experience, h) discussion on important issues regarding out-of-school education (challenges, strengths, permission issues). One of the assignments of the course was to design lesson plans for outdoor mathematics education. The reason for such a focus is that the course paid significant attention to outdoor mathematics activities, considering the limited resources available in this field. The author devoted more than three weeks for out-door mathematics education. The designer of the course, who is the author, designed tasks and provided rich examples of outdoor mathematics education. Furthermore, students were given opportunities to experience these outdoor activities themselves within the context of the study. They were, for example, provided with sample activities such as: a) estimation of larger areas in parks, b) slopes of slides in playgrounds or disabled ramps, c) mathematical sculptures in outdoor environments, d) observation of historical buildings, e) collection of waste or garbage in daily life by connecting with data analysis, f) students' swinging in a park and its relation to graphing, street car parking, and technology software use in geometric modeling of outdoor environments or objects, g) observation of shapes and patterns in daily life (e.g. plants, sidewalks). These examples were discussed during the course. In later weeks, they experimented with three outdoor activities: a) measurement of poles in the schoolyard without direct measurement, and collecting data and making estimations about its average height, b) geometrical modeling of flowers observed in nature, and c) measurement and geometrical modeling of schoolyard objects, such as a cylindrical bin, through augmented reality in GeoGebra.

2.4. *Measures*

2.4.1. Lesson plans and students' worksheets

The major data sources of this study were pre-service mathematics teachers' lesson plans and students' worksheets attached to lesson plans. All participants submitted their assignments online. In the assignment, participants were asked to design a learning activity to be implemented in any context of outdoor mathematics education. They were not restricted to prepare the lesson plan based on a particular grade level or curriculum objective. Then, they were asked to attach a student worksheet regarding the content of the lesson plan. The instrument included three sections (Table 2). The first part explains characteristics of the activity plan. The second part explains activity plan (beginning, implementation, and closing). The last part includes students' worksheet.

Table 2.

Data collection instrument (lesson plan structure)

Assignment's structure
You are asked to design an activity/application for outdoor mathematics education. There is not a restriction of places for outdoor education. In this assignment, you are asked to explain how the activity will take place in the activity plan section and prepare a worksheet sheet for the student. There is no grade level restriction in this assignment. You are not required to relate it to learning outcomes, but you can relate it if you wish.

Characteristics of the activity plan	Description
Brief description of the activity	
Related mathematical topics and/or skills	
Grade level(s)	
Tools and materials	
Purpose of the activity	
Duration	
Location	

Activity plan	Time
Beginning of the activity	
Implementation of the activity	
Closing	
Expectations (What you expect from students to achieve at the end of the activity?)	

Student Worksheet

2.5. *Data Analysis*

In order to analyze pre-service mathematics teachers' lesson plans, the content analysis was employed because it allows to summarize data by coding information in texts (Cohen et al., 2018). To answer research questions, the

researcher focused on a) purposes of lessons plans (b) at which environment they planned to implement the activity, (c) in what ways they employed the activities, (d) what context and content areas the pre-service teachers focused. The unit analysis of the study were pre-service written simple words or their extended words (e.g., sentences, or paragraphs) in the lesson plans. The researcher coded each lesson plans according to pre-determined coding system, inspired by the categorization in the study of Kus (2023).

The purpose for out-of-school mathematics learning, which is regarded as teaching motivations (Kisiel, 2005), was investigated in terms of four aspects: cognitive, affective, social, and psychomotor aspects (Dettmer, 2005; Eshach, 2007; Kus, 2023; Rickinson et al., 2004). Eshach (2007) highlighted two of them: cognitive (students' thinking and learning) and affective domain (attitude, interest, motivation). Dettmer (2005) included other domains by revising the Bloom's taxonomy, including cognitive, affective, social and psychomotor aspects. These aspects were adapted to the context of the study and described in Table 3.

Table 3.

Teaching purposes in out-of-school mathematics education

Domains and Description
Cognitive aspects
Making mathematics concrete, learning through experience in daily life, teaching particular concept, supporting mathematical thinking
Affective aspects
Engaging in math with a positive attitude, increasing interest in mathematics, supporting motivation
Social aspects
It involves interacting with people, enriching relationships, cultivating socialization
e.g., supporting communication skills, social skills in mathematics learning
Psychomotor aspects
It involves interacting with people, enriching relationships, cultivating socialization
e.g., supporting communication skills, social skills in mathematics learning
Others
Connections with other disciplines
Increasing awareness of math in real life and history

While a pre-determined coding scheme was used for identification of their teaching purposes (motivations), the study also employed open coding (Corbin & Strauss, 2015) to identify the environments, content, and contexts for implementing outdoor mathematics education, as well as methods used by pre-service teachers. This allowed for the emergence of codes and categories related to these aspects from the data.

A second mathematics education researcher independently coded each part of the lesson plans using a pre-determined coding schema to confirm data analysis' reliability. The coding schema was explained to the second coder before the analysis. The consistency between the two independent coders was examined and compared with the coding agreement percentage identified by Miles and Huberman (1998), which states that a percentage above 80 provides reasonable reliability. In the current study, agreement was found 82%, which indicates good reliability. After that, any inconsistent situations were discussed to reach consensus.

3. Results

3.1. *Outdoor Environments*

Table 4 shows participants identified a wide range of environments that are potential to teach mathematics. These were categorized under three major categories: (a) green spaces (playgrounds, parks, forests, gardens, botanical gardens, and villages); (b) historical, archeological, geological sites; (c) schoolyard, (d) urban environments such as streets. The most preferred location for outdoor mathematics education was the schoolyard. Following this, green spaces including playgrounds, parks, forests, and gardens were the most perceived location for outdoor mathematics education. Pre-service teachers rarely mentioned historical, archeological, and geological sites and urban environments as suitable locations for mathematics education, with each category receiving only three mentions.

Table 4.

Outdoor learning environments

Locations	f
Green spaces	15
Playgrounds	3
Parks	3
Forests	3
Gardens	4
Historical, archeological, geological sites	3
Schoolyard	17
Urban environments (streets, outdoor Structures)	4
Not specified	2

3.2. *Mathematical Content and Teaching Contexts*

In their lessons, pre-service mathematics teachers focused on content areas including algebra, data analysis, numbers and sets, geometry, and measurement. Table 5 shows the frequencies observed in their lesson plans. Some of them focused on more than one content area, indicating the connection between different mathematical concepts. Geometry and measurement content areas were particularly observed in relation to each other. Within the geometry content area, geometric shapes and their properties, as well as symmetry and reflection, were among the most frequently observed topics in mathematics. The second most observed topic was patterns. Notably, these patterns were primarily visual, rather than algebraic.

Table 5.

Mathematical contents of the lesson plans

Content areas	f
Geometry	
Geometric shapes and their properties	13
Similarity, Triangle inequality	4
Pythagoras theorem	1
Coordinate system (analytic geometry)	2
Geometric transformation (symmetry, reflection)	3
Perspective drawing	1
Total	24
Algebra	
Patterns	7
Slope	1
Quadratic equations (e.g. parabola)	1
Total	9
Data analysis	
Data collection and analysis	4
Number and Sets	9
Measurement (length, area, volume, time)	20

Only a few participants connected visual patterns to their algebraic structure. In the measurement content area, participants mostly focused on length and area measurement.

Table 6 indicates pre-service mathematics teachers mentioned a wide range of contexts at different out-door mathematics education environments. Green spaces were often linked with teaching contexts that included exploring geometric shapes, creating patterns in nature, examining plants' symmetrical properties, and identifying patterns in folk dances. Some of the pre-service mathematics teachers offered more authentic contexts compared to others, which was different from most of the participants' lesson plan contexts. A particularly interesting teaching context was observed in a forest. One participant designed an authentic teaching context that related tree rings to the age of trees. Another participant diverged from their peers by designing lesson plans on the estimation and measurement of hoses in a garden. These represented different teaching contexts compared to their peers. Another intriguing authentic context involved visiting an open-air theater where students were asked to collect and analyze data related to data analysis.

Table 6.

Teaching contexts for outdoor mathematics education

Locations Green-areas	Context	Mathematical Content Area
Parks	Exploring geometric shapes found in the picnic area and using them to create patterns Investigating symmetrical properties by observing plants and living things (x2) Patterns in the steps during the folk dance (halay) in the picnic area. Expressing fractions by tearing off the petals of flowers.	Geometric shapes and patterns (Geometry, Algebra) Fractions (Numbers)
Forests	Observing and recording seedling planting and height increases. Establishing a relationship between the rings on cut tree trunks and their age. Examining the golden ratio in plants and cones during a forest trip.	Rate and ratio, and graphing (Numbers, Data Analysis) Length measurement Numbers
Gardens	Finding the length of a hose. Examining the Fibonacci sequence in plants. Creating sets and graphs by grouping the fruits in the garden.	Length measurement Numbers Sets and Data analysis
Historical sites	Analyzing data obtained from tourists visiting the historical open-air theater. Examining the geometric structure of the fountain in the open-air space. Using the concept of ratio and proportion in the works at the miniature park.	Data analysis Parabola (Geometry, Algebra) Rate-ratio (Numbers)
Playgrounds	Determining the slopes of the climbing nets in the park Determining the positions of students in the playground Identifying geometric shapes in the objects in the park and geometric modeling of them	Slope (Algebra) Cartesian coordinate system Geometric shapes and modeling

Locations	Context	Mathematical Content Area

Green-areas		
Schoolyard	Making music with materials found in the school garden such as tree branches, stones, and trash cans (addition of fractions) Length of pole and its shadow in the school garden (x2) Determining the planting and positions of seedlings. Estimating and measuring the area (x2) and volume of the basketball court. Finding the shortest distance by relating it to the Pythagorean theorem. Finding patterns in the school garden (x1) creating patterns with collected materials (x1) Drawing the views of boxes in the garden from different angles. Identifying and examining the properties of geometric shapes in the school garden (x3) Students forming triangles by arranging themselves. Dancing in the garden (showing the number pi, patterns) (x2)	Addition of fractions (Numbers) Length measurement, Similarity Cartesian coordinate system Length, area, and volume measurement Pythagorean theorem (Geometry, algebra, measurement) Patterns (Algebra) Perspective taking (Geometry) Geometric shapes and properties (Geometry) Triangle inequality (Geometry) Numbers
Urban environments such as streets	Examining and creating visual patterns in sidewalk stones. Determining the estimated distance between two residences on the street. Examining which geometric shapes are used in traffic signs on roads. Estimating the approximate length of the sculpture.	Patterns (Geometry, Algebra) Length estimation and measurement Geometric shapes and properties (Geometry) Length measurement
Not specified (school yard, garden, forest)	Finding the time with a sundial. Students creating geometric shapes from shadows and examining the properties of these shapes.	Time measurement Geometric shapes and properties (Geometry)

Pre-service teachers who focused on playgrounds facilitated the mathematical learning of slope, measurement, and coordinate systems by having students analyze climbing nets and student positions in relation to the coordinate system. In schoolyards, the most preferred location by pre-service mathematics teachers, interdisciplinary activities were incorporated, including creating music with objects found in the schoolyard and designing dance activities. Pre-service mathematics teachers related street environments to teaching activities that explored and created visual patterns in stones and geometric shapes in traffic signs, or estimated distances between locations. Several visual examples of these context were presented in Table 9.

3.3. *Teaching Purposes*

Analysis of the pre-service mathematics teachers' lesson plans revealed a primary focus on students' cognitive aspects of mathematics learning (Table 7). 34 participants aimed to develop students' learning in a particular mathematical content.

Teaching purposes in out-of-school mathematics education

Domains	f
Out-of-school mathematics education as tool	
Cognitive aspects	
Explicit	34
Implicit	0
Total	34
Affective aspects	
Explicit	12
Implicit	0
Total	12
Social aspects	
Explicit	2
Implicit	15
Total	12
Psychomotor aspects	
Explicit	0
Implicit	18
Total	18
Out-of-school mathematics education as a goal	
Connections with other disciplines	6
Increasing awareness of math in real life	22

Table 7.

Regarding cognitive aspects, they aimed to teach certain mathematical concepts, prevent their misconceptions, reinforce their understanding, enable students to apply

their knowledge to real-life situation, make meaningful learning of mathematics. The following statements from their written explanations exemplifies each of them:

> It is expected that students will grasp the subject better with this activity. They realize that mathematics is found in nature and that many topics in mathematics can be learned by making them concrete. Their perspectives on the subject change. They learn mathematics by having fun with this activity. One of the factors we prioritize is that the subject is more permanent and does not rely on memorization. We try to explain the subject by entertaining and showing it to students, which helps them understand the subject much better. (P26, meaningful learning of mathematics, making math concrete)

> In this activity, it is aimed to make a brief application of Thales' theorem, which is used in mathematics, in daily life, in addition to students' measurement skills. (P19, applying their knowledge)

> The aim of my activity is to eliminate the serious misconceptions in the concept of time among young children, especially regarding digital and analog clocks. I think the reason for this is that there are two types of clock usage. Students have difficulty understanding that 13:00 and 1:00 PM express the same time period... (P40, preventing misconceptions)

In addition, they also mention development of other skills such as analytical reasoning and visual thinking. Following statements illustrates these:

> There is a relationship between fractions, addition, subtraction, and notes in musical instruments. Therefore, I aim to develop reasoning, analytical thinking, and visual thinking skills. (P5, analytical and visual thinking)

Notably, while their written notes on study aims and expectations explicitly mentioned affective and cognitive aspects, the majority of participants (15 out of 17) who incorporated social aspects into their lesson plans did not explicitly stated in their aims of lesson plans. This included fostering communication through group activities and encouraging reflection on opinions and work, thereby strengthening connections among students. For example, one participant explicitly stated, "Contrary to the common belief that pi is only used to calculate the area and circumference of a circle, we see that it has wider applications. This will help students enjoy moving together in the classroom and strengthen their relationships, knowing they will always remember each other's birthdays." This statement highlights the integration of cognitive, affective, and social learning objectives. Another participant (P34) also explicitly stated the social aspects of learning within an out-of-school context:

> This activity aims to develop students' communication skills in a museum, an out-of-school learning environment, by having them represent collected data in pie charts. It also involves students gathering real-world data relevant to statistics education and observing and interpreting mathematical elements within the Ancient City. (P34)

This statement emphasizes the development of communication skills in a museum setting, where students collect real-world data and present it using pie charts. This approach integrates statistical learning with collaborative data collection and analysis, and encourages students to observe and interpret mathematical concepts within an authentic cultural context such as an ancient city.

While psychomotor skills were not explicitly stated as primary objectives, some activities implicitly incorporated them. Examples included precise measurement tasks and movement-based activities such as dance, suggesting a consideration of physical engagement. Two participants seemed to acknowledge the psychomotor aspects of their activities, presented in the following statements of P5 and P10. The first example is related to how they use their hands to perform a certain musical ratio in a harmony. The other example is related to how they perform measurement precisely.

> Each group, using different objects, demonstrates the rhythms they achieve with 8/4- and 4/4-time signatures, along with the object strikes and fraction sums that lead to these rhythms, as musical performances in front of their classmates in the garden. (P5)

> Each student writes the lengths of the shoulder-to-fingertip distance, elbow-to-fingertip distance, and the length of one of their hand fingers (excluding the thumb) and the lengths of the first two segments of that finger into the tables on their observation sheets. Afterwards, they discuss the relationship with the golden ratio by taking the ratios. (P19)

Regarding affective aspects, the lesson plans (12 out of 41) revealed an emphasis on fostering positive affective responses in students towards mathematics and they explicitly stated affective aspects. Participants aimed to create engaging and enjoyable learning experiences, hoping to shift students' perceptions of mathematics as an abstract subject. Participant P31, for example, stated, "Through the activity, they learn mathematics in a fun way. I expect their perspectives on mathematics to change positively". This highlights a desire to make mathematics more accessible and appealing to students. Furthermore, the goal of enhancing student engagement and motivation was evident in Participant P33's statement: "To teach students the coordinate system outside of school and to provide more qualified teaching, to learn while having fun".

These findings underscore the use of outdoor mathematics education as a tool to teach mathematics. Beyond this, participants also developed lesson plans to integrate outdoor mathematics education on a broader scale. While a smaller number of participants viewed outdoor

mathematics education as a primary goal, a significant portion recognized its value as a tool. They emphasized development of students' awareness of mathematics in real-life contexts and mathematics' connections to other disciplines, including nature, science, arts, and history. This perspective is exemplified in Participant P6's statement: "To reinforce the concept of pattern, to ensure lasting learning, to teach that rhythm is related to mathematics, and that mathematics is not just a subject". This statement highlights the use of outdoor experiences to teach mathematical concepts like pattern recognition, promote lasting learning through real-world applications, and demonstrate the interdisciplinary nature of mathematics, particularly its connection to rhythm and music. Furthermore, the integration of environmental awareness and mathematical concepts was evident in another participants' statement, "One of the increasing environmental problems in recent times is forest fires. Unfortunately, we are losing thousands of our trees in forest fires. Trees have many benefits for both us and other living things. It is aimed that students love trees and become individuals who are sensitive to nature" (P39). This demonstrates she viewed outdoor mathematics education as an overall goal to not only teach mathematical concepts but also to foster broader understanding and appreciation for the world around them.

3.4. *Methods for Outdoor Mathematics Education*

Table 8 shows the frequency of various teaching techniques and methods employed within outdoor mathematics education by pre-service mathematics teachers. Connections with other disciplines emerged as the most prominent approach (19 out of 41). This interdisciplinary focus was particularly evident in the integration of natural science and art. Furthermore, 16 pre-service mathematics teachers particularly paid attention to embodied learning, characterized by hands-on activities such as creating designs, measurement, movement and play, and drawing. Observation and explorations were also one of the methods preferred by the pre-service mathematics teachers.

Table 8.

Methods utilized in lesson plans

Methods	f
Observation and explorations	15
Hands-on activities (creating designs, measurement, movement and play, drawing)	16
Inquiry-based learning	
Data collection and analysis	4
Connections with other disciplines	19
Art	8
Natural science	10
History	1
Connections with in-class context	8

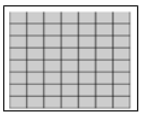
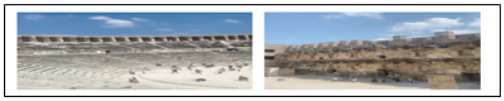
Table 9 presents examples for each category. In the first example, one of the participants (P36) create worksheet for students. She asks students to explore given pattern colored on the stones and ask them to described the rule for pattern. She further asks them to create their own designs based on a particular pattern by coloring the stones on the ground. In the second example, the participant asks students to explore the slope of climbing nets in the playground (Figure 1). In the lesson plan, she demonstrates students to measure the horizontal and vertical distances, explains how they are going to find the slope, and then asks them to record their measurements and identify two different slopes and their signs:

The following images show the climbing net located in the park opposite our school. Using the information, you will write in the table, find the slope of the pole indicated in red and blue on the climbing net. To calculate the slope of the poles, you must first note the vertical distance (a) from the top of the pole to the ground, the distance from the point where we determined the vertical distance to the red pole (b), and the distance to the blue pole (c) in the table. Then, find the slope of the poles by dividing the vertical length by the horizontal length. We learned in our lessons that the slope angle is the right-hand angle formed by the drawn line on the x and y axes, that if the slope angle is zero, the slope of the lines parallel to the x-axis will be zero, that if the slope angle is acute, the slope

Figure 1. *Measuring horizontal and vertical distances to find slope*

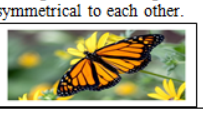
of the lines leaning to the right will be positive, and if it is obtuse, the slope angle will be left-leaning and the slope value will be negative. According to this information we have learned, find the direction of the slope and note it in the table below.

Table 9.

*Methods for outdoor mathematics education*Methods	Examples
(1) Observation and creating designs Connection with art	**Question 1:** Find the rule of the pattern below.  **Question 2:** Color the boxes of the table given below to create a pattern of your own and write the rule of the pattern. 
(2) Hands-on-learning (measuring) Observation	 Name | Estimated slope of the red pole | Estimated slope of the blue pole | distance a | distance b | Slope of the red pole | Slope of the blue pole
(3) Inquiry-based learning Data collection and analysis	**ASPENDOS ANCIENT THEATRE OBSERVATION SHEET** **NAME-SURNAME:** In the table below, please record the data regarding the nationalities of ten visitors you interviewed as part of the Aspendos Ancient Theatre application. After completing the data collection process, create an appropriate pie chart for the data set. Then, write down your general observations regarding the mathematical features that caught your attention in the Ancient City, and present and discuss the results with your friends and teacher.  NUMBER OF PEOPLE | NATIONALITIES 1. VISITOR 2. VISITOR 3. VISITOR 4. VISITOR 5. VISITOR 6. VISITOR 7. VISITOR 8. VISITOR 9. VISITOR 10. VISITOR

(4) Observation and exploration
Connection with natural science

2. Express the objects you examined to observe symmetry and the symmetry itself by drawing in the area below or expressing it verbally.

Object I examined	Symmetry I noticed
Example: Butterfly wing 	The right and left wings of the butterfly are symmetrical to each other. 

The third example provides an example of inquiry-based learning where the participant (P34) asked students to collect and analyze the data. She asks students to record nationalities of tourist visited an open-air Aspendos Ancient Theatre. She then asks them to create a graph and interpret it. Students actively involved in data connection and analysis, and present their findings:

> Please write the nationality data of visitors you interviewed within the scope of the Aspendos Ancient Theatre in the table below. After completing the data collection process, create a pie chart suitable for the data set, then write your interpretation of the graph and present and discuss the findings with your friends and teacher.

In the last example (P32's lesson plan), students visit a farm and are asked to observe animals and plants using a magnifying glass to examine the details of their structures and explore symmetries. In addition to observation and exploration, they are also asked to draw the symmetrical parts of these objects.

> Students begin to examine their surroundings in the village. They start examining the patterns of the plants/plant leaves they see, the shell patterns of animals, the patterns of feathers... They draw and fill the patterns they find onto their worksheets. One mirror is given to each group for the collected plant leaves and bird feathers. They are enabled to notice whether the objects/living things they examine are symmetrical by placing them against the mirror. They notice symmetry by examining the patterns more closely through a magnifying glass. Each group cuts any object they have collected along its line of symmetry and gives one part to another group. The groups try to draw the symmetry of the half-shapes on paper. A person from each group explains their work as a summary to the other groups. The teacher evaluates the work and gives feedback to the students.

Lesson plans mentioned above focuses solely on out-of-classroom settings. Differently, some of participants (8 out of 41) also tried to integrate the outdoor education with formal education in class context. For example, one of the participants (P10) aimed to teach golden ration first and them to discover it in nature, stating as follows:

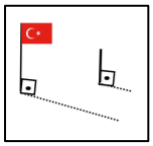
> Students are primarily given information about the golden ratio at school. It is stated that the ratio of two consecutive, the Fibonacci spiral (golden spiral) is shown. Students understand the concept of numbers in the Fibonacci sequence approaches a specific value as the numbers get larger. This calculated value is said to be 1.618 and is expressed as the golden ratio. Using squares dimensioned according to the Fibonacci sequence and drawing connected quarter circles inside these squares the golden ratio. Afterwards, an outdoor activity will be conducted, involving a nature walk that includes the seaside and forest, where students will discover the golden ratio in nature…

Another participant (P40) connected the activity to in-class learning by first teaching the concepts of similarity and congruence. Students are then asked to measure the shadows of poles at two different times of day to observe that the ratio remained constant:

> At the beginning of the activity, an object whose length is to be found, such as the flagpole at school, is chosen. An object with a known length is selected to prepare for the activity. Before starting the activity, the concepts of similarity and congruence are explained to the students, preparing them for the activity. In the activity, measurements will be taken at two different time intervals. Therefore, the preparation should be done accordingly.

	Name	Estimated lenght of the pole	Lenght of the pole's shadow	Height of the stick	Length's of the stick's shadow	Height of the pole
12.00						
16.00						

(a)



(b)

Figure 2. *Worksheet for students to observe the shadows and record their measurements.*

4. Discussion

This study examined pre-service mathematics teachers' lesson plans on outdoor mathematics education in the context of a course designed on out-of-school mathematics education for their professional support. There are four major findings of the study. The first major finding is that

the most preferred location for outdoor mathematics education was the school yard, which is one of the crucial learning environments highlighted from the early years (Moore, 1974) to recent days (Feille, 2021). The preference of prospective teachers resonates with the suggestions by Feille (2021) on particular pedagogy for learning in schoolyards in order to benefit from opportunities in the schoolyard. Although they preferred schoolyard as location, their teaching context was limited to observing and exploring geometric shapes, patterns, and symmetries and measuring certain areas. This suggests identifying barriers experienced by teachers due to physical constraints of schools, which shed light into creating and integrating green schoolyard as a learning environment integrated to school context (van Dijk-Wesselius et al. 2018). Future studies could focus on how to enhance schoolyards for outdoor mathematics education, providing rich opportunities for both teachers and learners. These studies should consider the feasibility of implementation based on location and explore ways to directly connect outdoor learning experiences with the formal mathematics curriculum.

Following this, green spaces including, playgrounds, parks, forests, and gardens were the most perceived location for outdoor mathematics education after schoolyards. Pre-service mathematics teachers rarely mentioned historical, archeological, and geological sites, urban environments, botanical gardens as suitable locations for mathematics education. One of the reasons would be the fact that they were provided more examples on schoolyards and green spaces in the course. Another reason would be the fact that they might be more familiar with these environments compared to botanical gardens and historical and geological sites and they might not have enough knowledge on mathematics behind the structures of plants or historical sites. Their focus on specific content areas such as geometry and measurement and lack of abstract ideas in algebra and data analysis and probability concepts in their lesson plans may also support this claim.

The second major finding is that pre-service mathematics teachers mentioned a wide range of contexts implemented at diverse out-door mathematics education environments. While majority of participants benefited from the context including exploration of geometric shapes and patterns and measurement of objects or larger area in schoolyard and green spaces. There were also participants who provided authentic contexts including interdisciplinary ones even though they were not provided these examples regarding trees' ages in forests, visiting an open-air theater, observation of a plant grows, relating plant digging with coordinate system. One reason would be the fact that some participants also took the course of art-based mathematics education in their teacher training program. They incorporated these ideas into outdoor mathematics education. Another striking finding was that they did not mention any connection with the use of digital technology even though they are provided sample experiences such as geometric modeling of flowers and use of augmented reality for geometric modeling outdoor structures, as in the study of Cahyono and Ludwig (2018). Only one student incorporated the use of taking photos for close observations. This might be related to their familiarity levels for these digital software's and applications. This finding resonates with the study of Isgren Karlsson et al. (2023) where only upper secondary school teachers found useful the use of digital technology in outdoor settings. In this regard, van Kraalingen (2023) suggested there is need for training educators and learners regarding how to understand and use these devices and conduct empirical studies exploring the educators and students' experiences of technological devices (e.g., mobile device) in outdoor settings, considering recent developments on VR and AR technologies.

The striking finding was that social skills and psychomotor skills were included; but very few pre-service mathematics teachers explicitly expressed these. When examining teaching programs over the years, it is evident that the emphasis placed on the affective and especially psychomotor domains is lacking (Doğanay & Yeşilpınar-Uyar, 2021). In recent years, particularly in the new teaching program (Ministry of National Education, 2024), there have been efforts to increase the awareness of pre-service mathematics teachers in these areas by incorporating learning outcomes aimed at developing social-affective skills and interdisciplinary skills. The inclusion of psychomotor and social skills by pre-service mathematics teachers may, even they did not mention directly, be related to the nature of outdoor mathematics education activities in contrast to nature of traditional classrooms settings. Considering the important role of outdoor activities in developing these skills and their less frequent existence in the curriculum over years in Turkey (Doğanay & Yeşilpınar-Uyar, 2021), there is a need for intentional design of activities and course to promote psychomotor and social aspects of mathematics learning.

The fifth finding concerns how these contexts are conveyed to students. All teacher pre-service mathematics teachers designed instruction in their lesson plans that would support students' active engagement. Prior to designing lesson plans, they engaged in several outdoor activities prepared based on experiential learning. This might be a reason explaining their choices. Another reason would be that an outdoor learning environment might naturally have led participants to design such activities involving experience-based learning (e.g., Cheng et al., 2019; Gilbertson et al., 2022), observation (Gilbertson et al., 2022), hands-on learning (Kiviranta et al., 2024), and inquiry-based learning (Tal et al., 2019), interdisciplinary learning with connection with nature (Gray & Birrell, 2015; Kuş, 2024b). Although this provides a wide range of methods for outdoor mathematics education, peer teaching, games, competitions, videography mentioned by Gilbertson et al.

(2022) were not observed in the lesson plans. During their courses, they discussed the contributions of out-of-school mathematics education for students' learning. However, they were not taught any specific method and techniques. They were familiar with observation and exploration, inquiry-based learning since they already experienced them in the class. These findings suggest there needs to be prepare training programs showing them wide range of methods related to relevant context of outdoor mathematics education.

This study is limited to forty-one pre-service mathematics teachers and specific to those who took the course of out-of-school mathematics education. It does not aim to make generalization beyond its context. Other studies could incorporate implementation of lesson plans by pre-service teachers, in outdoor settings. Teaching training programs also provide opportunities for teachers to be aware of more diverse contexts and teaching methods for diverse outdoor learning environments for mathematics education considering very limited research in this area. This study highlights significance of such training programs for professional development of pre-service mathematics teachers. In addition, it argues certain aspects need to be improved in the content of this course to provide better opportunities for teachers.

Ethical Considerations: In this study, all rules specified within the "Directive on Scientific Research and Publication Ethics of the Higher Education Institutions" were followed, and none of the actions listed under Section Two, titled "Actions Contrary to Scientific Research and Publication Ethics," were committed. This study was conducted in accordance with the approval of the Ethics Committee of [Aksaray University], dated [03.11.2020] and numbered [2020/11-04].

Author Contributions : In this single-authored study, every stage of the publication was carried out by the author.

Funding : The study received no financial support.

Conflict of Interest : There is no conflict of interest in the study.

Data Availability : The data are kept confidential by the researcher, and the author may be contacted if necessary

References

Alon, N. L., & Tal, T. (2017). Field trips to natural environments: How outdoor educators use the physical environment. *International Journal of Science Education*, *7*(3), 237-252. https://doi.org/10.1080/21548455.2016.1250291

Aydoğdu, A. S. E., Aydoğdu, M. Z., & Aktaş, V. (2023). Okul dışı öğrenme ortamlarıyla ilgili matematik öğretmenlerinin görüşleri. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, *55*, 60-78. https://doi.org/10.53444/deubefd.1171301

Cooper, S. (2011). An exploration of the potential for mathematical experiences in informal learning environments. *Visitor Studies*, *14*(1), 48-65. https://doi.org/10.1080/10645578.2011.557628

Doğanay, A., & Yeşilpınar-Uyar, M. (2021). Ortaokul öğretim programlarının genel amaçları. In M. F. Özmantar, H. Akkoç, B. Kuşdemir-Kayıran, & M. Özyurt (Eds.), *Ortaokul matematik öğretim programları tarihsel bir inceleme*. (pp. 77-115). Pegem Yayıncılık.

Downe-Wamboldt, B. (1992). Content analysis: method, applications, and issues. *Health Care for Women International*, *13*(3), 313-321. https://doi.org/10.1080/07399339209516006

Dyment, J. E. (2005). Green school grounds as sites for outdoor learning: Barriers and opportunities. *International Research in Geographical & Environmental Education*, *14*(1), 28-45. https://doi.org/10.1080/09500790508668328

Duatepe-Paksu, A., Kazak, S. & Çontay, E. G. (2022). Okul dışı ortamlarda gerçekleştirilen matematik etkinliklerinin değerlendirilmesi: "Her Yer Matematik Projesi". *Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *9*(2), 541-558. https://doi.org/10.21666/muefd.1094581

Eshach, H. (2007). Bridging in-school and out-of-school learning: Formal, non-formal, and informal education. *Journal of Science Education and Technology*, *16*, 171-190. https://doi.org/10.1007/s10956-006-9027-1

Falk, J. H., & Dierking, L. D. (1997). School field trips: Assessing their long-term impact. Curator: *The Museum Journal*, *40*(3), 211-218. https://doi.org/10.1111/j.2151-6952.1997.tb01304.x

Feille, K. (2021). A framework for the development of schoolyard pedagogy. *Research in Science Education*, *51*(6), 1687-1704. https://doi.org/10.1007/s11165-019-9860-x

Gilbertson, K., Ewert, A., Siklander, P., & Bates, T. (2022). *Outdoor education: Methods and strategies*. Human Kinetics.

Gray, T., & Birrell, C. (2015). 'Touched by the Earth': a place-based outdoor learning programme incorporating the Arts. *Journal of Adventure Education and Outdoor Learning*, *15*(4), 330-349. https://doi.org/10.1080/14729679.2015.1035293

Higher Education Council (HEC) (2018). *Elementary mathematics education undergraduate program (İlköğretim matematik öğretmenliği lisans programı).* https://www.yok.gov.tr/Documents/Kurumsal/egitim_ogretim_dairesi/Yeni-Ogretmen-YetistirmeLisans Programlari/Ilkogretim_Matematik_Lisans_Programi.pdf

Horton, J., & Kraftl, P. (2018). Three playgrounds: Researching the multiple geographies of children's outdoor play. *Environment and Planning A: Economy and Space*, *50*(1), 214-235. https://doi.org/10.1177/0308518X1773532

Isgren Karlsson, A., Alatalo, T., Nyberg, G., & Backman, E. (2022). Exploring physical education teachers' perceptions and attitudes towards digital technology in outdoor education. *Journal of Adventure Education and Outdoor Learning*, 1–15. https://doi.org/10.1080/14729679.2022.2054835

Jankvist, U. T. (2009). A categorization of the "whys" and "hows" of using history in mathematics education. *Educational Studies in Mathematics*, *71*, 235-261. https://doi.org/10.1007/s10649-008-9174-9

Jose, S., Patrick, P. G., & Moseley, C. (2017). Experiential learning theory: the importance of outdoor classrooms in environmental education. *International Journal of Science Education*, *7*(3), 269-284. https://doi.org/10.1080/21548455.2016.1272144

Kisiel, J. (2005). Understanding elementary teacher motivations for science fieldtrips. *Science Education*, *89*(6), 936-955. https://doi.org/10.1002/sce.20085

Kisiel, J. (2013). Introducing future teachers to science beyond the classroom. *Journal of Science Teacher Education*, *24*(1), 67-91. https://doi.org/10.1007/s10972-012-9288-x

Kiviranta, L., Lindfors, E., Rönkkö, M. L., & Luukka, E. (2024). Outdoor learning in early childhood education: exploring benefits and challenges. *Educational Research*, *66*(1), 102-119. https://doi.org/10.1080/00131881.2023.2285762

Kuş, M. (2023). Pre-service mathematics teachers' perspectives on teaching mathematics in out-of-school learning environments. *Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi SBE Dergisi*, *13*(4), 2174-2195. https://doi.org/10.30783/nevsosbilen.1289830

Kuş, M. (2024a). Conceptualization of Out-of-School Mathematics Education. *Yaşadıkça Eğitim (Journal of Education for Life)*, *38*(1), 245-257. https://doi.org/10.33308/26674874.2024381644

Kus, M. (2024b) Sanat ve matematik ilişkisinin okul dışı öğrenme ortamlarına yansıması. In M. Z. Aydoğdu (Ed.) *Matematik eğitiminde okul dışı öğrenme ortamları* (pp. 267- 292)). Nobel Yayıncılık. Ankara.

Ministry of National Education (2024). *Ortaokul matematik dersi öğretim programı (5, 6, 7 ve 8. sınıflar): Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli*. MEB. Retrieved from https://mufredat.meb.gov.tr/

Moore, R. C. (1974). Anarchy zone: Kids' needs and school yards. *The School Review*, *82*(4), 621-645. https://doi.org/10.1086/443157

Moss, M. (2009). Outdoor mathematical experiences: Constructivism, connections, and health. In B. Clarke, B. Grevholm, & R. Millman (Eds.), *Tasks in primary mathematics teacher education* (pp. 263–273). Springer. https://doi.org/10.1007/978-0-387-09669-8

Nemirovsky, R., Kelton, M. L., & Civil, M. (2017). Toward a vibrant and socially significant informal mathematics education. In J. Cai. Ed., *Compendium for research in mathematics education* (pp. 968- 979). National Council of Teachers of Mathematics.

Rickinson, M., Dillon J., T. K., Morris M., Y. Choi M., Sanders, D. & Benefield, P. (2004). *A Review of Research on Outdoor Learning*, Shrewsbury, UK: Field Studies Council.

Rios, J. M., & Brewer, J. (2014). Outdoor education and science achievement. *Applied Environmental Education & Communication*, *13*(4), 234-240. https://doi.org/10.1080/1533015X.2015.975084

Stagg, B. C., Dillon, J., & Maddison, J. (2022). Expanding the field: using digital to diversify learning in outdoor science. Disciplinary and Interdisciplinary *Science Education Research*, *4*(1), 9. https://doi.org/10.1186/s43031-022-00047-0

Watson, J., Brown, N., Wright, S. & Skalicky, J. (2011). Discovery a middle-school classroom inquiry: Estimating the height of a tree. *The Australian Mathematics Teacher*, *67*(2), 14-21.

van Dijk-Wesselius, J. E., Maas, J., Hovinga, D., Van Vugt, M. V. D. B. A., & Van den Berg, A. E. (2018). The impact of greening schoolyards on the appreciation, and physical, cognitive and social-emotional well-being of schoolchildren: A prospective intervention study. *Landscape and Urban Planning*, *180*, 15-26. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2018.08.003

van Kraalingen, I. (2023). A systematized review of the use of mobile technology in outdoor learning. *Journal of Adventure Education and Outdoor Learning*, *23*(3), 203-221. https://doi.org/10.1080/14729679.2021.1984963

Yunker, M., Orion, N., & Lernau, H. (2011). Merging playfulness with the formal science curriculum in an outdoor learning environment. *Children, Youth and Environments*, *21*(2), 271-293. https://doi.org/10. 1353/cye.2011.0012

Tal, T., Levin-Peled, R., & Levy, K. S. (2019). Teacher views on inquiry-based learning: the contribution of diverse experiences in the outdoor environment. *Innovation and Education*, *1*(1), 1-17. https://doi.org/10.1186/s42862-019-0004-y

Thompson, C. W. (2013). Activity, exercise and the planning and design of outdoor spaces. *Journal of Environmental Psychology*, *34*, 79-96. https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2013.01.003