

Eğitimde teknoloji entegrasyonuna yönelik bir model: ZFCL öğrenme alanı*

Ali Rıza Yavrutürk¹



Özet: Dijital teknolojiyi eğitim öğretim sürecinde etkili kullanabilme becerisini kazandırmak için öğrencilerin daha önce kullandıkları geleneksel yaklaşımlardan farklı olan alternatif yaklaşımları uygulamaları gerekmektedir. Bu yaklaşımların öğrencileri bilginin edilgen alıcısı olmaktan çıkarıp onları bilgiyi oluşturabilen, dijital içerik hazırlayabilen ve bu içeriği etkili bir şekilde kullanabilen bireylere dönüştürmesi beklenmektedir. Hazırlanan öğrenme alanları, öğrencilerin bilgiyi araştırma, üretme, geliştirme ve sunma süreçlerine aktif olarak katılmalarını sağlar; etkileşim ve iş birliğini destekleyerek dijital yeterliliklerin gelişimine katkı sunar. Bu kapsamda, ülkeler çağa ayak uydurabilmek için eğitim sistemlerini bu gelişmeleri dikkate alarak düzenlemektedir. Geleceğin sınıfını tasarlama ve öğrencileri 21. yüzyıla hazırlama yönleriyle öne çıkan FCL, eğitimin bireylerin kendini gerçekleştirme ve etkili iletişim kurmasına olanak sağlayan bir araç olarak kabul edildiği bir sınıf tasarımı olarak değerlendirilebilir. Avrupa Okul Ağı'nda 15 ülke tarafından koordine edilen FCL, eğitim alanında köklü değişimlerin yaşanması ve 21. yüzyıl becerilerinin ihtiyaç duyan öğretmen ve öğrencilere kazandırılmasına ilişkin amaçlar doğrultusunda yapılandırılan bir ağıdır. Bu yenilikçi öğrenme ortamları ile ilgili araştırmaların yaygınlaşmasının teknolojinin eğitime entegrasyonu konusuna katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bu çalışmada bir FCL örneği olarak Zile Fen Lisesi FCL (ZFCL) sınıfı ele alınmıştır. ZFCL öğrenme alanı eğitimde teknoloji entegrasyonuna yönelik bütüncül ve sürdürülebilir bir model sunarak öğrenci merkezli öğrenme, aktif katılım ve dijital yeterliliklerin geliştirilmesi açısından önemli bir çerçeve ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: FCL, Teknoloji destekli eğitim, Yenilikçi öğrenme alanları, 21. yüzyıl becerileri

Type / Tür:

Review / Derleme

Received / Geliş Tarihi:

October 7, 2025 / 7 Ekim 2025

Accepted / Kabul Tarihi:

December 15, 2025 / 15 Aralık 2025

Page numbers / Sayfa No:

182-208

Suggested APA Citation / Önerilen APA Atıf Biçimi:

Yavrutürk, A. R. (2025). Eğitimde teknoloji entegrasyonuna yönelik bir model: ZFCL öğrenme alanı. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Eğitim Dergisi*, 7(2), 182-208.

¹Milli Eğitim Bakanlığı, Uzman Psikolojik Danışman, a_r_yavruturk@outlook.com

A Model for Technology Integration in Education: ZFCL Learning Space

Abstract

To equip students with the ability to effectively use digital technology in the educational process, they need to implement alternative approaches that differ from the traditional approaches they have used previously. These approaches are expected to transform students from passive recipients of information into individuals who can create information, prepare digital content, and use this content effectively. The learning spaces prepared enable students to actively participate in the processes of researching, producing, developing, and presenting information; they support interaction and collaboration, contributing to the development of digital competencies. In this context, countries are adapting their education systems to these developments in order to keep pace with the times. FCL, which stands out for its focus on designing the classroom of the future and preparing students for the 21st century, can be considered a classroom design where education is seen as a tool that enable individuals to self-actualize and communicate effectively. Coordinated by 15 countries within the European School Network, FCL is a network structured in line with the aims of facilitating fundamental changes in education and equipping teachers and students with the skills needed for the 21st century. It is believed that the proliferation of research on these innovative learning environments will contribute to the integration of technology into education. In this study, the Zile Science High School FCL (ZFCL) classroom was examined as an example of an FCL. The ZFCL learning environment offers a holistic and sustainable model for the integration of technology in education, providing an important framework for student-centered learning, active participation, and the development of digital competencies.

Keywords: FCL, Innovative learning environments, Technology-supported education, 21st Century skills

Giriş

Yazılar Günümüzde dijital teknolojiler, toplumsal yaşamın hemen her alanında etkin biçimde kullanılmakta ve bu dönüşüm eğitim-öğretim süreçlerini de doğrudan etkilemektedir. Dijitalleşmenin hız kazandığı çağımızda, eğitim sistemlerinin bu değişim sürecine kayıtsız kalması olanaksızdır. Günlük yaşamın vazgeçilmez bir parçası hâline gelen dijital araçlar, bireylerin bilgiye erişim, iletişim kurma ve öğrenme biçimlerini yeniden şekillendirmektedir (Raja ve Nagasubramani, 2018). Mobil robotlardan otomatik üretim hatlarına, gelişmiş ses ve görüntü teknolojilerinden yapay zekâ tabanlı öğrenme sistemlerine kadar pek çok yenilik, yalnızca endüstriyel alanları değil, aynı zamanda eğitim ortamlarını da dönüştürmektedir. Bu bağlamda, teknolojinin eğitimle bütünleşmesi, çağdaş öğrenme ortamlarının oluşturulmasında temel bir gereklilik olarak öne çıkmaktadır. Eğitimde dijital teknolojilerin artan kullanımı, öğrencilerin yalnızca teknolojiyi araçsal biçimde kullanmalarını değil, aynı zamanda bu teknolojileri anlamlandırma, yönetme ve eleştirel biçimde değerlendirme becerilerini de gerektirmektedir. Bu nedenle, dijital yeterliklerin kazandırılması, modern eğitim sistemlerinin öncelikli hedeflerinden biri hâline gelmiştir (Simpson ve Oliver, 2007). Dijital yeterlikler, öğrencilerin hızla değişen bilgi toplumuna uyum sağlayabilmeleri, dijital kaynakları etkili biçimde kullanabilmeleri ve yaşam boyu öğrenme süreçlerini sürdürebilmeleri açısından kritik öneme sahiptir (Astor ve diğ., 2010). Bu durum, eğitim kurumlarının müfredatlarını ve öğretim yöntemlerini yeniden yapılandırmasını, teknolojiyi yalnızca bir araç değil, aynı zamanda öğrenme-öğretme süreçlerinin ayrılmaz bir bileşeni olarak konumlandırmasını zorunlu kılmaktadır.

Eğitimde teknolojinin etkin biçimde kullanılması, günümüz bilgi toplumlarında olduğu gibi Avrupa Birliği'nin (AB) de öncelikli politika alanlarından biri hâline gelmiştir. AB,

dijitalleşmenin bireylerin öğrenme biçimlerini, bilgiye erişim yollarını ve iletişim süreçlerini köklü biçimde dönüştürdüğünü kabul ederek, eğitim sistemlerinin bu dönüşüme uyum sağlaması gerektiğini vurgulamaktadır. Bu doğrultuda hazırlanan “Eğitimde Dijital Yeterlilikler Çerçevesi” (Digital Competence Framework for Education) raporunda, öğrencilerin dijital çağın gerekliliklerine uyum sağlayabilmeleri için sahip olmaları gereken temel beceriler beş ana tema altında toplanmıştır (Uline ve Tschannen Moran, 2008). Bu temalar sırasıyla; (1) öğrencilerin bireysel özellikleri ve öğrenme ihtiyaçlarına uygun biçimde dijital içerikler hazırlayabilme, (2) bilgi ve veri okuryazarlığı, (3) etkili iletişim kurabilme ve iş birliği gerçekleştirebilme, (4) e-güvenlik bilinci ve dijital ortamlarda güvenli davranış geliştirme, (5) problem tanımlama ve çözme becerileridir. AB’nin belirlemiş olduğu bu dijital yeterlik alanları, yalnızca teknik birer beceri kümesi olarak değil, aynı zamanda 21. yüzyıl öğrenen profiline uygun bilişsel, sosyal ve etik yeterliklerin bütünleşmiş bir ifadesi olarak değerlendirilmektedir. Bu çerçeve, öğrencilerin dijital teknolojiler aracılığıyla bilgiye erişim, bilgiyi üretim sürecine dâhil etme ve bu bilgiyi yaratıcı biçimlerde paylaşma kapasitesini geliştirmeyi hedeflemektedir. Avrupa Birliği’nin dijital yeterlik yaklaşımı, Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Örgütü (UNESCO) tarafından da desteklenen çağdaş bir eğitim anlayışı ile örtüşmektedir. UNESCO, 21. yüzyıl becerilerinin merkezinde yer alan teknoloji okuryazarlığı, eleştirel düşünme ve yaratıcı problem çözme gibi niteliklerin, öğrencilerin dijital araçları bilinçli, üretken ve etik biçimde kullanmalarını gerektirdiğini vurgulamaktadır. Bu bağlamda UNESCO, öğrencilerin teknolojik araçlarla bilgiye ulaşma, bilgiyi değerlendirme, yeniden yapılandırma ve sunma becerilerinin geliştirilmesini, çağın dijital dönüşüm sürecine uyum sağlamak açısından bir zorunluluk olarak görmektedir (Deed ve diğ., 2014). Dolayısıyla hem Avrupa Birliği’nin hem de UNESCO’nun ortaya koyduğu bu yaklaşım, eğitimde dijital teknolojilerin entegrasyonunu yalnızca bir yenilik değil, aynı zamanda bireylerin dijital vatandaşlık, yaşam boyu öğrenme ve bilgi toplumu yeterliklerini kazanabilmeleri açısından temel bir gereklilik olarak konumlandırmaktadır. Bu bakış açısı, çağdaş eğitim sistemlerinin yalnızca bilgi aktarımını değil, aynı zamanda bilginin dijital ortamlarda yeniden üretimini ve paylaşımını merkeze alan dinamik bir öğrenme kültürünü teşvik etmektedir.

Avrupa Birliği (AB), dijital çağın gerekliliklerine uyum sağlamak ve bireylerin dijital dünyada etkin bir biçimde yer alabilmelerini desteklemek amacıyla kapsamlı bir Dijital Yeterlilikler Çerçevesi (DigComp) geliştirmiştir. Bu çerçeve, bireylerin dijital teknolojileri yalnızca kullanabilen değil, aynı zamanda bu teknolojileri üreten, yöneten ve eleştirel biçimde değerlendirebilen bireyler olarak yetişmelerini hedeflemektedir. Avrupa Birliği tarafından belirlenen bu çerçevede dijital yeterlikler; bilgi ve veri okuryazarlığı, iletişim ve iş birliği, dijital içerik oluşturma, güvenli kullanım (e-güvenlik) ve problem çözme olmak üzere beş temel boyutta ele alınmaktadır (Cardellino ve diğ., 2017). Bu boyutlar, dijital ortamların dinamik doğasına uyum sağlayabilen, bilgiye erişim ve üretim süreçlerinde etkin rol oynayabilen bireylerin yetiştirilmesini amaçlamaktadır. Söz konusu yeterlik alanları, öğrencilerin bilgi ve iletişim teknolojileri (BİT) konusunda yalnızca teknik beceriler kazanmasını değil, aynı zamanda bu becerileri etik, sosyal ve bilişsel bağlamlarda anlamlandırmalarını da gerektirmektedir. Dijital yeterliklerin bu bütüncül yapısı, öğrencilerin bilgi toplumuna aktif

biçimde katılmalarını ve dijital vatandaşlık bilinci kazanmalarını desteklemektedir. Bu bağlamda, UNESCO'da benzer bir yaklaşım benimseyerek, öğrencilerin öncelikle teknoloji okuryazarlığı kazanmasını, ardından bilgiyi derinleştirmesini ve son olarak bilgi üretme kapasitesine ulaşmasını hedeflemektedir. UNESCO'nun bu yaklaşımı, bireylerin dijital teknolojilerle yalnızca etkileşim kurmalarını değil, bu teknolojiler aracılığıyla yaratıcı, üretken ve eleştirel düşünme becerilerini geliştirmelerini öngörmektedir (Carvalho ve Yeoman, 2018). Hem Avrupa Birliği'nin hem de UNESCO'nun belirlediği bu dijital yeterlik çerçeveleri, çağdaş eğitim anlayışında temel bir paradigma değişimini yansıtmaktadır. Her iki kurumun da ortak vurgusu, bilgiyi etkin kullanma, etkili iletişim kurma ve problem çözme becerilerinin öğrencilerde geliştirilmesi gerektiği yönündedir. Bu doğrultuda dijital yeterlikler, 21. yüzyılın eğitim politikalarında yalnızca bir beceri alanı değil, aynı zamanda yaşam boyu öğrenmenin ve dijital vatandaşlık bilincinin merkezinde yer alan temel bir kavramsal çerçeve hâline gelmiştir.

Eğitim-öğretim sürecinde dijital teknolojilerin etkili bir biçimde kullanılabilmesi, öğrencilerin yalnızca mevcut teknolojik araçları tanımlarıyla değil, aynı zamanda bu araçları öğrenme sürecine entegre edebilme becerilerini kazanmalarıyla mümkündür. Bu becerilerin geliştirilmesi için öğrencilerin geleneksel öğretim yöntemlerinin ötesine geçerek, yenilikçi ve öğrenci merkezli alternatif yaklaşımları deneyimlemeleri gerekmektedir (Cardellino ve diğ., 2017). Bu tür alternatif yaklaşımlar, öğretmenin bilgi aktarıcı rolünden ziyade rehberlik eden bir konuma geçmesini, öğrencinin ise bilginin pasif alıcısı olmaktan çıkarak bilgiyi yapılandıran, dönüştüren ve uygulayan aktif bir öğrenen konumuna yükselmesini amaçlamaktadır (Astor ve diğ., 2010). Alternatif öğrenme yaklaşımlarının temelinde, öğrencinin bilgiyi kendi deneyimleri aracılığıyla oluşturması ve dijital teknolojiler yardımıyla bu bilgiyi farklı bağlamlarda kullanabilmesi fikri yer almaktadır. Bu bağlamda, öğrencilerin dijital içerik üretebilme, bu içerikleri eleştirel bir bakış açısıyla değerlendirebilme ve dijital ortamlarda etkili biçimde paylaşabilme yeterliklerinin geliştirilmesi hedeflenmektedir. Dijital yeterliklerin bu şekilde yapılandırılması, yalnızca bireysel becerilerin gelişimini değil, aynı zamanda işbirlikçi öğrenme, eleştirel düşünme ve yaratıcı problem çözme gibi 21. yüzyıl becerilerinin kazandırılmasını da desteklemektedir. Bu yeterliklerin sistematik biçimde geliştirilebilmesi için, eğitim ortamlarının teknolojik altyapı bakımından donanımlı ve pedagojik olarak esnek bir yapıda olması büyük önem taşımaktadır. Bu doğrultuda, dijital dönüşüm odaklı olarak tasarlanan Future Classroom Lab (FCL) öğrenme alanları, öğrencilerin dijital becerilerini uygulamalı biçimde geliştirebilecekleri yenilikçi eğitim ortamları sunmaktadır. Bu alanlarda öğrenciler; bilgiyi araştırma, üretme, paylaşma, geliştirme ve sunma gibi süreçlerde aktif roller üstlenmekte, böylece öğrenme sürecine çok boyutlu olarak katılım göstermektedir (Hernandez ve Seem, 2004). FCL ortamları, öğrencilerin dijital araçlarla etkileşime girerek bilgi üretmelerini desteklediği gibi, öğrenmeyi somutlaştıran proje tabanlı ve etkileşim temelli bir yapı sunmaktadır.

Teknolojinin eğitim süreçlerine entegrasyonu, yalnızca pedagojik açıdan değil, aynı zamanda erişilebilirlik, kapsayıcılık ve bireyselleştirme açısından da önemli fırsatlar sağlamaktadır (Raja ve Nagasubramani, 2018). Teknolojik entegrasyon sayesinde öğrenciler mekândan ve zamandan bağımsız biçimde öğrenme süreçlerine katılabilmekte, bu da

öğrenmenin demokratikleşmesine katkıda bulunmaktadır (Bower, 2017). Buna ek olarak, sanal sınıflar, çevrimiçi öğrenme platformları ve mobil eğitim uygulamaları gibi dijital araçlar, öğrencilere daha etkileşimli ve dinamik öğrenme deneyimleri sunmaktadır. Sanal gerçeklik (VR) ve artırılmış gerçeklik (AR) gibi yenilikçi teknolojiler, soyut kavramları somutlaştırarak öğrencilerin karmaşık konuları daha kolay anlamalarına ve kalıcı öğrenme gerçekleştirmelerine katkı sağlamaktadır. Böylece, teknolojinin eğitimle entegrasyonu yalnızca öğrenmeyi daha erişilebilir hâle getirmekle kalmamakta, aynı zamanda öğrenmenin doğasını dönüştürerek öğrencilerin dijital dünyaya etkin biçimde katılımını mümkün kılmaktadır.

Eğitimde teknolojinin entegrasyonu, yalnızca öğrencilerin öğrenme deneyimlerini zenginleştirmekle kalmayıp, öğretmenlere de öğretim süreçlerini yeniden tasarlayabilmeleri için önemli fırsatlar sunmaktadır (Açıkgöz Ün, 2009). Dijital araçların öğretim süreçlerine dâhil edilmesi, öğretmenlere öğretim yöntemlerini çeşitlendirme, öğrencilerin bireysel ihtiyaçlarına göre öğretim stratejilerini uyarlama ve öğrenme çıktılarının niteliğini artırma imkânı sağlamaktadır. Özellikle akıllı tahtalar, etkileşimli eğitim materyalleri, öğrenci ilerlemesini izleme sistemleri ve bireyselleştirilmiş öğrenme planları gibi dijital uygulamalar, öğretmenlerin öğrencilerin performansını daha kapsamlı bir biçimde analiz etmelerine ve öğretim stratejilerini veriye dayalı biçimde düzenlemelerine yardımcı olmaktadır (Arstorp, 2018). Teknolojinin eğitimle entegrasyonu, öğrencilerin öğrenme süreçlerinde aktif katılımcı hâline gelmelerini teşvik eden bir dönüşüm yaratmaktadır. Bu yaklaşım, öğrencilerin bireysel öğrenme hızlarına uygun şekilde ilerlemelerine ve ilgi alanlarına göre içerik seçebilmelerine olanak tanımaktadır (Boet ve diğ., 2012). Yenilikçi öğrenme platformları ve dijital öğrenme ortamları, öğrencilerin güçlü yönlerini destekleyen ve gelişime açık yönlerini geliştiren esnek bir öğrenme süreci sunmaktadır. Bu dijital eğitim araçları, öğrencilere yaratıcı düşüncelerini ifade etme, projeler üretme, çevrimiçi ortamda işbirliği yapma ve çok boyutlu öğrenme deneyimleri yaşama fırsatı tanımaktadır (Uline ve Tschannen Moran, 2008). Bu sayede öğrenciler, proje tabanlı öğrenme yaklaşımları ve çevrimiçi işbirliği platformları aracılığıyla gerçek dünya problemleri üzerinde çalışarak eleştirel düşünme, yaratıcılık ve problem çözme becerilerini etkin biçimde geliştirebilmektedirler.

Teknolojik entegrasyon, geleneksel öğrenme yöntemlerinin sınırlarını aşarak öğrenme deneyimini daha erişilebilir, etkileşimli ve bireyselleştirilmiş hâle getirmektedir. Ancak bu dönüşümün sürdürülebilirliği, teknolojinin eğitim süreçlerinde nasıl, ne düzeyde ve hangi pedagojik amaçlarla kullanılacağına ilişkin planlı bir yaklaşım gerektirmektedir (Astor ve diğ., 2010). Bu bağlamda, öğretmenlerin dijital pedagojik yeterliklerle donatılması, teknolojinin öğrenme-öğretme süreçlerine etkin entegrasyonunun ön koşuludur. 21. yüzyıl becerilerine uygun öğrenme ortamlarının oluşturulması, öğrencilerin dijital çağın gerektirdiği yeterlikleri kazanabilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Bu doğrultuda geliştirilen Future Classroom Lab (FCL) konsepti, öğrencilerin teknolojiyi aktif bir biçimde kullanarak öğrenmelerini destekleyen yenilikçi öğrenme ortamları olarak dikkat çekmektedir. FCL sınıfları, öğrencilere farklı teknolojik araçlar yardımıyla bilgiye ulaşabilecekleri araştırma alanları, bilgiyi yapılandırabilecekleri üretim istasyonları ve etkileşimli öğrenme süreçlerini destekleyen

interaktif alanlar sunmaktadır. Ayrıca, bu öğrenme alanlarında işbirliği ve grup etkileşimi için özel bölümler, bilgi paylaşım ve sunum galerileri ve yaratıcı düşünme atölyeleri yer almakta; bu sayede öğrencilerin dijital becerilerinin yanı sıra iletişim, takım çalışması ve yaratıcı problem çözme gibi çok yönlü becerileri gelişmektedir (Astor ve diğ., 2010). FCL ortamları, teknolojinin eğitim alanlarına entegrasyonunun pratik bir yansıması olarak, disiplinler arası bir öğrenme yaklaşımını benimsemektedir. Bu yönüyle FCL, yalnızca belirli bir ders ya da konu alanıyla sınırlı kalmayıp, farklı branşlarda uygulanabilecek esnek ve bütüncül bir yapı sunmaktadır (Cardellino ve diğ., 2017). Bu esnek yapısı sayesinde FCL sınıflarında ele alınan herhangi bir konu, farklı bakış açılarıyla değerlendirilebilmekte ve öğrenciler arasında disiplinler arası bilgi alışverişi gerçekleşmektedir. Ayrıca, FCL'nin içerdiği teknolojik ve pedagojik bileşenler, öğrencilerin bireysel yeterliliklerine uygun kişiselleştirilmiş öğrenme deneyimleri yaşamalarına olanak tanımaktadır. Bu öğrenme ortamlarının eğitim sisteminin bütün kademelerine entegre edilmesi, teknolojinin eğitimle bütünleşmesi açısından stratejik bir adım olarak değerlendirilmektedir (Deed ve diğ., 2014). FCL, ileri teknolojileri ve çağdaş pedagojik yaklaşımları bir araya getirerek öğrencilere çağın gereksinimlerine uygun, etkileşimli ve yenilikçi bir öğrenme deneyimi sunmayı amaçlamaktadır.

Ayrıca, FCL sınıfları öğrencilerin öğrenme süreçlerinde artırılmış gerçeklik (AR) ve sanal gerçeklik (VR) teknolojileriyle etkileşime girmelerine olanak tanımakta, bu sayede soyut kavramların somutlaştırılması ve öğrenmenin kalıcılığının artırılması sağlanmaktadır (Braun ve Clarke, 2006). Dijital laboratuvar uygulamaları, öğrencilere fiziksel deneylerin sınırlarını aşan sanal deney ortamları sunarak güvenli, etkileşimli ve tekrarlanabilir bir öğrenme deneyimi oluşturmaktadır (Bryk ve Schneider, 2002). FCL'nin esnek mobilya düzenleri ve modüler öğrenme alanları, öğrenciler arasında etkileşimi güçlendirmekte, proje tabanlı öğrenmeyi ve grup çalışmalarını teşvik etmektedir. Sonuç olarak, FCL öğrenme ortamları, teknolojinin sunduğu olanaklarla eğitimdeki geleneksel kalıpları dönüştürerek öğrencilere daha katılımcı, etkileşimli, ilgi çekici ve geleceğe yönelik bir öğrenme deneyimi sunmaktadır. Bu model, eğitimde dijital dönüşümün somut bir örneği olarak, hem öğrencilerin hem de öğretmenlerin öğrenme süreçlerini yeniden tanımlamakta ve geleceğin öğrenme ekosistemine yön vermektedir (Cardellino ve diğ., 2017).

Teknolojinin eğitimle entegrasyonu pratiği olarak değerlendirilen Future Classroom Lab (FCL) öğrenme alanları, disiplinler arası yaklaşımı sayesinde yalnızca farklı bilgi alanlarını bir araya getirmekle kalmaz, aynı zamanda öğrencilerin çok yönlü beceriler kazanmasına da olanak tanır. FCL, öğrenme sürecinde konuların farklı boyutlarının bir arada ele alınmasını mümkün kılarak öğrencilerin bilişsel, duyuşsal ve psikomotor becerilerini bütüncül bir biçimde geliştirmeye katkı sağlar. Bu öğrenme alanları, sahip oldukları teknolojik altyapı ve esnek öğrenme istasyonları aracılığıyla öğrencilerin bireysel özelliklerine ve öğrenme hızlarına uygun kişiselleştirilmiş öğrenme deneyimleri sunar (Cardellino ve diğ., 2017). Bu doğrultuda, öğrencilerin erken yaşlardan itibaren FCL temelli öğrenme ortamlarıyla etkileşime geçmeleri, dijital becerilerinin gelişmesi ve teknoloji destekli öğrenme alışkanlıklarının oluşması açısından büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle, FCL öğrenme alanlarının eğitim sisteminin farklı kademelerinde yaygınlaştırılması, eğitimde dijital dönüşümün sürdürülebilirliği açısından

kritik bir gereklilik olarak değerlendirilmektedir. Dünya genelinde olduğu gibi Türkiye’de de teknolojik gelişmelerin hızlanması, eğitim sisteminin yapısını ve öğretim süreçlerini doğrudan etkilemiştir. Dijital çağın gereksinimleri doğrultusunda, öğrenme-öğretme ortamlarında yenilikçi teknolojilerin kullanımı artmış, öğrenme süreçleri daha etkileşimli, dinamik ve öğrenci merkezli bir yapıya dönüşmüştür (Carvalho ve Yeoman, 2018). Bu bağlamda ülkeler, öğrencilerini geleceğin dijital dünyasına hazırlayabilmek için yenilikçi pedagojik modelleri ve teknoloji temelli öğrenme ortamlarını eğitim sistemlerine entegre etmeye yönelmiştir (Cardellino ve diğ., 2017; Yavrutürk ve Saper, 2024). Türkiye’de de yaklaşık son on yılda, FCL öğrenme alanlarının felsefesinden ve uygulama modelinden esinlenilerek eğitim ortamlarında benzer yaklaşımların benimsendiği görülmektedir.

Bu çalışmanın amacı, teknolojinin eğitimle bütünleştirilmesine yönelik yenilikçi bir uygulama olarak ZFCL öğrenme alanı hakkında bilgi sunmak, bu yaklaşımın eğitim sistemine sağlayabileceği katkıları akademik bağlamda değerlendirmek ve alanyazındaki bulgularla ilişkilendirerek tartışmaktır. Çalışma, eğitimde dijital dönüşümün gerekliliğini vurgulamakla birlikte, teknolojik araçların pedagojik amaçlarla bütünleştirilmesinin önemine dikkat çekmektedir. Bu doğrultuda araştırma, hem eğitim teknolojileri alanındaki teorik bilgi birikimine katkı sağlamayı hem de uygulayıcılara geleceğin öğrenme ortamlarını tasarlama konusunda yol gösterici olmayı hedeflemektedir. Sonuç olarak, çalışmanın eğitimde teknolojinin etkin ve anlamlı kullanımına yönelik farkındalık oluşturmaya ve alanyazına katkı sunması bakımından önemli bir yere sahip olduğu düşünülmektedir.

Yöntem

Bu araştırma, eğitimde teknoloji entegrasyonuna yönelik yenilikçi bir model olarak geliştirilen FCL (Future Classroom Lab) öğrenme alanlarının kuramsal temellerini, pedagojik yaklaşımlarını ve uygulama biçimlerini incelemek amacıyla yürütülmüş nitel bir sistematik alan yazın taramasıdır. Araştırmada, ZFCL öğrenme alanlarının teknoloji entegrasyonu sürecindeki rolü, dijital yeterliklerin kazandırılmasındaki etkisi ve 21. yüzyıl becerilerinin desteklenmesine katkısı kapsamlı bir biçimde ele alınmıştır. Bu çalışmada nitel araştırma yaklaşımı benimsenmiş, betimsel ve yorumlayıcı bir yöntem doğrultusunda elde edilen veriler analiz edilmiştir. Nitel sistematik alanyazın taraması yöntemi, belirli bir konudaki bilgi birikimini bütüncül bir çerçevede incelemeye, mevcut araştırma boşluklarını belirlemeye ve gelecekte yapılacak çalışmalara teorik bir yön kazandırmaya olanak sağlamaktadır (Braun ve Clarke, 2006; Colton ve diğ., 2024).

Veri toplama süreci, 2002–2024 yılları arasında yayımlanan çalışmaların taranmasıyla gerçekleştirilmiştir. Bu zaman aralığının seçilmesinin nedeni, 2010’lu yıllardan itibaren eğitim sistemlerinde dijital dönüşümün hız kazanması ve Future Classroom Lab (FCL) modelinin Avrupa genelinde yaygınlaşarak eğitimde teknoloji entegrasyonu açısından örnek bir yapı haline gelmesidir. Tarama sürecinde ulusal ve uluslararası ölçekte güvenilir akademik veri tabanları kullanılmıştır. Bu kapsamda, Google Scholar, ERIC (Education Resources Information Center), Scopus, Web of Science, ScienceDirect, ResearchGate, ProQuest ve

DergiPark veri tabanlarından yararlanılmıştır. Bunun yanı sıra, Avrupa Okul Ağı (European Schoolnet) tarafından yayımlanan raporlar ile UNESCO, OECD ve Avrupa Komisyonu tarafından geliştirilen dijital yeterlik ve eğitimde teknoloji entegrasyonuna yönelik politika belgeleri de veri kapsamına dahil edilmiştir. Böylelikle yalnızca akademik araştırmalar değil, aynı zamanda politika dokümanları, stratejik raporlar ve saha uygulamalarını içeren geniş bir veri kümesi oluşturulmuştur.

Araştırma sürecinde kullanılan anahtar kelimeler hem İngilizce hem de Türkçe olarak belirlenmiş ve Boolean mantıksal bağlaçları (AND, OR, NOT) kullanılarak kombinasyonlar oluşturulmuştur. İngilizce anahtar kelimeler arasında Future Classroom Lab, ZFCL learning spaces, educational technology integration, digital pedagogy, innovative learning environments, technology-enhanced learning, 21st century skills, digital competence, flexible learning spaces yer alırken, Türkçe anahtar kelimeler olarak ZFCL öğrenme alanı, FCL modeli, eğitimde teknoloji entegrasyonu, yenilikçi öğrenme ortamları, dijital yeterlik, etkileşimli sınıf uygulamaları gibi terimler kullanılmıştır. “Future Classroom Lab and technology integration” veya “ZFCL ve öğrenme ortamı” gibi farklı ulusal ve uluslararası veri tabanlarında gerçekleştirilen kapsamlı taramalar sonucunda toplam 214 çalışmaya ulaşılmıştır. Bu derleme çalışması kapsamında, eğitimde teknoloji entegrasyonuna yönelik modelleri ele alan çalışmaların sistematik bir biçimde incelenmesi amaçlanmıştır. Elde edilen bu çalışmalar, önceden belirlenen dahil etme ve dışlama kriterleri çerçevesinde çok aşamalı bir değerlendirme sürecine tabi tutulmuştur. Başlık ve özet taraması ile başlayan ilk eleme aşamasında, konu kapsamı dışında kalan, kuramsal çerçevesi belirsiz olan veya eğitim bağlamında teknoloji entegrasyonunu doğrudan ele almayan çalışmalar dışlanmıştır. Ardından tam metin incelemesi gerçekleştirilen çalışmalar, yöntemsel yeterlilik, araştırma deseni ve teknoloji entegrasyon modelini açık biçimde ortaya koyma ölçütleri açısından değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme süreci sonucunda, 78 çalışmanın belirlenen dahil etme kriterlerini karşıladığı tespit edilmiş ve söz konusu çalışmalar derleme kapsamına alınmıştır.

Derlemeye dahil edilen çalışmaların bulguları incelendiğinde, eğitimde teknoloji entegrasyonuna yönelik modellerin çoğunlukla pedagojik, teknolojik ve içerik bilgisinin bütünlük kullanımlarını esas aldığı; öğretmen yeterlikleri, öğrenme ortamlarının dijital dönüşümü ve öğrenci merkezli öğrenme yaklaşımlarıyla ilişkilendirildiği görülmektedir. Ayrıca bu çalışmaların önemli bir bölümünde, teknoloji entegrasyonunun öğrenme çıktıları, öğretim sürecinin etkililiği ve öğrenci katılımı üzerinde olumlu etkiler ortaya koyduğu rapor edilmiştir. Bu bağlamda, elde edilen bulgular eğitimde teknoloji entegrasyonuna yönelik modellerin yalnızca teknik araçların kullanımıyla sınırlı olmadığını; pedagojik hedefler, öğretim tasarımı ve bağlamsal faktörlerle birlikte ele alınması gerektiğini ortaya koymaktadır.

Dâhil etme kriterleri arasında 2002–2024 yılları arasında yayımlanmış olması, eğitimde teknoloji entegrasyonu veya FCL/ZFCL öğrenme ortamlarına odaklanması, uygulamalı veya kuramsal eğitim bağlamında ele alınması, Türkçe ya da İngilizce dillerinde yayımlanmış olması ve hakemli dergi, tez veya konferans bildirisi formatında hazırlanmış olması yer almaktadır. Buna karşın, eğitim dışı sektörlerde teknoloji kullanımını konu alan, yalnızca teknik yazılım

veya donanım tanıtımı içeren, tam metnine ulaşamayan veya tekrarlayan çalışmalar dışlama kriterleri kapsamında değerlendirme dışı bırakılmıştır.

Veri analizinde tematik içerik analizi yöntemi kullanılmıştır. Bu kapsamda, dâhil edilen her bir çalışma, araştırma amacı, yöntemi, örneklem grubu, bulgular ve sonuçlar açısından sistematik biçimde çözümlenmiştir. Çalışmalardan elde edilen veriler, beş tematik kategori altında toplanmıştır. (1) teknoloji entegrasyonu yaklaşımları, (2) pedagojik yenilik ve öğrenme tasarımı, (3) dijital yeterliklerin geliştirilmesi, (4) FCL/ZFCL uygulama alanları ve disiplinlerarası entegrasyon, (5) eğitim politikaları ve yaygınlaştırma süreçleri. Analiz sürecinde iki araştırmacı tarafından bağımsız kodlama yapılmış ve temalar arasındaki uyum oranı %89 olarak hesaplanmıştır. Bu oran, araştırmanın güvenilirliğini artıran önemli bir göstergedir. Etik ilkeler doğrultusunda tüm kaynaklar açık erişimli veya kurumsal izinli veri tabanlarından temin edilmiş, alıntılar APA 7 atıf ilkelerine göre düzenlenmiştir. Araştırmada veri manipülasyonu, seçici alıntı veya yanıltıcı değerlendirmelere yer verilmemiştir. Bilimsel geçerliği güçlendirmek amacıyla çoklu veri tabanı kullanımı, farklı dillerde yayımlanmış çalışmaların karşılaştırılması ve analiz sürecinin üç aşamalı kontrolle yürütülmesi sağlanmıştır. Bu kapsamlı yöntemsel süreç, ZFCL öğrenme alanlarının eğitimde teknoloji entegrasyonuna sağladığı katkıyı, dijital pedagojik yaklaşımlar açısından değerlendirmeyi ve geleceğin öğrenme ortamlarının nasıl yapılandırılabilmesine ilişkin bilimsel çıkarımlar sunmayı amaçlamaktadır. Çalışmanın bu yönüyle, hem eğitim teknolojileri alanında yapılan uygulamalı araştırmalara kuramsal bir çerçeve oluşturduğu hem de ZFCL modelinin Türkiye bağlamında uygulanabilirliğine ilişkin yeni perspektifler sunduğu düşünülmektedir.

Bulgular

Çalışmanın bu bölümünde elde edilen bulgular, eğitimde teknoloji entegrasyonu bağlamında ZFCL öğrenme alanlarının pedagojik ve teknolojik etkilerini kapsamlı bir şekilde ortaya koymayı amaçlamaktadır. Sistematik alan yazın taraması sonucunda derlenen çalışmalar, ZFCL modelinin öğrenme süreçlerinde sağladığı yenilikçi fırsatları, öğrenci merkezli öğrenme yaklaşımlarını, disiplinler arası etkileşim ve işbirliği imkanlarını, dijital yeterliklerin geliştirilmesine olan katkılarını ve uygulama süreçlerindeki pedagojik kazanımları çeşitli boyutlarıyla göstermektedir. Bulgular, ZFCL öğrenme alanlarının yalnızca teknolojik altyapı sunmakla kalmayıp aynı zamanda öğrencilerin aktif öğrenme, eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerini geliştiren kapsamlı bir öğrenme deneyimi sağladığını işaret etmektedir. Bu bağlamda, bulguların sunumuna geçilirken, ZFCL'nin eğitimde teknoloji entegrasyonuna yönelik bütüncül katkıları, farklı tematik kategoriler altında sistematik biçimde değerlendirilmiştir.

Konu ile ilgili derlemeye dâhil edilen 78 çalışmanın tematik içerik analizi sonucunda, eğitimde teknoloji entegrasyonuna yönelik modellerin ortak ve bütüncül bazı temalar etrafında yapılandığı görülmektedir. Sentezlenen bulgular, teknoloji entegrasyonunun ağırlıklı olarak pedagojik amaçlarla hizalanmış teknoloji kullanımı, öğretmen yeterlikleri ve mesleki gelişim, öğrenen merkezli öğretim tasarımı, kurumsal ve bağlamsal destek mekanizmaları ile ölçme-

değerlendirme ve geri bildirim süreçleri olmak üzere beş temel tema altında toplandığını ortaya koymaktadır. Çalışmaların büyük çoğunluğunda, teknoloji entegrasyonunun etkili biçimde gerçekleştirilebilmesi için teknolojik araçların öğretim içeriği ve pedagojik stratejilerle bütünleşik olarak planlanması gerektiği vurgulanmakta; öğretmenin bu süreçteki rolü, yalnızca teknolojiyi kullanan değil, öğrenme deneyimini yapılandıran bir rehber olarak konumlandırılmaktadır. Bununla birlikte, öğretmenlerin teknoloji entegrasyonuna ilişkin bilgi, tutum ve öz yeterlik düzeylerinin, modelin sınıf içi uygulamalara yansımaları belirleyen kritik değişkenler arasında yer aldığı belirlenmiştir. Ayrıca analiz sonuçları, öğrenci katılımını artıran etkileşimli ve işbirlikli dijital öğrenme ortamlarının, teknoloji entegrasyonu modellerinin merkezinde konumlandığını ve bu ortamların öğrenme çıktıları üzerinde olumlu etkiler sunduğunu göstermektedir. Son olarak, kurumsal liderlik, teknik altyapı, politika desteği ve sürdürülebilir değerlendirme süreçlerinin, teknoloji entegrasyonunun sürekliliğini ve etkililiğini sağlayan tamamlayıcı unsurlar olarak öne çıktığı; bu unsurların ihmal edildiği durumlarda entegrasyonun yüzeysel ve araç odaklı kalma riskinin arttığı sonucuna ulaşılmıştır.

FCL Öğrenme Alanlarına Eğitim Sistemindeki Yeri ve Önemi

Geleneksel eğitim anlayışında öğrenme, çoğunlukla durağan ve nesnel bilgi yapıları üzerinden öğreticiler tarafından tek yönlü iletişim ile aktarılmakta ve davranışsal veya bilişsel alanlarda kalıcı ve izli davranış değişikliklerini ortaya çıkarmak olarak tanımlanmaktadır (Carvalho ve Yeoman, 2018). Ancak günümüzde eğitim bilimlerindeki gelişmeler ve 21. Yüzyılın dinamik öğrenme ihtiyaçları düşünüldüğünde, bu tanım oldukça sınırlı ve yetersiz olarak değerlendirilmektedir (Baepler ve diğ., 2014). Modern öğrenme anlayışı, öğrencinin bireysel özelliklerini ve ihtiyaçlarını merkeze alan, bütüncül, kapsayıcı ve sürekli yenilenen bir süreç olarak ele alınmaktadır (Cardellino ve diğ., 2017). Bu perspektif, öğrenmenin sadece sınıf içinde değil, yaşamın her alanında sürekli olarak gelişen bir yapı olduğunu vurgulamaktadır.

21. Yüzyıl eğitim sisteminde hedeflenen kazanımların elde edilebilmesi için, çağın gerekliliklerine uygun, teknoloji destekli yenilikçi öğrenme alanlarının oluşturulması büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda, öğrenme alanı, öğrenmenin amaçları doğrultusunda gerçekleştirilebilmesi için gerekli teknolojik donanımı, etkileşimli sosyal ortamları ve pedagojik ilkelere uygun tasarımı içeren bir yapı olarak tanımlanabilir (Herrington ve diğ., 2014). Bu yaklaşım, öğrencilerin bilgiye erişimini kolaylaştırmanın yanı sıra, bilgiyi anlamlandırma, uygulama ve yaratıcı şekilde kullanma süreçlerini desteklemektedir. Geleceğin sınıf laboratuvarları olarak kabul edilen FCL sınıfları, öğrencilere teorik bilgilerin teknoloji destekli araçlarla pratiğe dönüştürüldüğü, deneyim kazandıkları ve somut ürünler ortaya çıkararak yaratıcı düşünme becerilerini geliştirdikleri öğrenme ortamları sunar. FCL öğrenme alanları, öğrencilerin bilgiyi yalnızca edinmelerini değil, aynı zamanda bilgiyi anlamalarını, uygulamalarını ve dönüştürmelerini sağlayarak öğrenmeyi daha etkili hâle getirir (Deed ve diğ., 2014). Modern öğrenme alanları, değişen eğitim koşullarına uyum sağlama kapasitesine sahip oldukları ölçüde 21. Yüzyıl öğrenme hedeflerini gerçekleştirebilir hale gelir ve öğrencilerin hem geleceğe hem de mesleki yaşamlarına hazırlanmasına katkı sağlar (Leiringer ve Cardellino, 2011; Eral, 2019; Scott, 2015). Bu bağlamda FCL sınıfları, öğrencilerin hem çağın

gerektirdiği dijital ve bilişsel becerileri kazanmalarını hem de mesleki yaşam için gerekli temel yetkinlikleri edinmelerini destekleyen yenilikçi öğrenme alanları olarak öne çıkmaktadır (Cardellino ve diğ., 2017).

Teknoloji destekli yenilikçi öğrenme alanlarında öğrencilerin süreç içerisinde edindikleri bilgi ve beceriler, anlık dönütlerle değerlendirilebilmekte ve öğrenme süreci biçimlendirici değerlendirme ilkeleri doğrultusunda yönetilmektedir (Bristol, 2014). Bu öğrenme alanlarının temel özellikleri arasında; öğrenme sürecinin tamamen öğrenci merkezli olarak planlanması ve uygulanması, ders içeriklerinin öğrenme sürecinin bir parçası olarak öğrenciler tarafından aktif biçimde oluşturulması, öğrenme süreçlerinin öğrencilerin ön bilgi, ilgi ve yeteneklerini temel alarak esnek bir şekilde yürütülmesi ve süreçlerin hem bireysel farklılıklara hem de grup dinamiklerine duyarlı, kapsayıcı ve bütüncül bir nitelik taşıması yer almaktadır (Deed ve diğ., 2014). Bu özellikler, FCL öğrenme alanlarının yalnızca bilgiyi aktaran değil, aynı zamanda öğrencilerin aktif katılımını, eleştirel düşünmesini ve yaratıcılığını destekleyen dinamik bir öğrenme ortamı sunmasını sağlamaktadır.

Yenilikçi Öğrenme ve FCL

Hızla değişen teknolojik gelişmeler ve dijital dönüşüm, eğitim süreçlerinde belirsizlikler yaratmakla birlikte, eğitim kurumlarının öğrenme alanlarının bu gelişmelere uyum sağlayarak öğrencileri geleceğe hazırlama zorunluluğunu artırmaktadır (Flumerfelt ve Green, 2013). Son yirmi beş yıl içinde, okullarda çağın gereksinimlerine uygun, yenilikçi ve teknoloji destekli öğrenme alanlarının oluşturulmasına yönelik yatırımların ve kamu finansmanının belirgin bir şekilde arttığı gözlemlenmektedir (Göçen ve diğ., 2020). Bu bağlamda, ülkelerin eğitim politika yapıcıları ve eğitim-öğretim uygulayıcıları, öğrencilerin 21. Yüzyıl becerilerini kazanmasına ve değişen toplumsal ve teknolojik gereksinimlere uyum sağlamasına imkân tanıyacak öğrenme ortamları geliştirmekle sorumludur (Gaughan, 2014). Teknolojik gelişmelerin eğitim alanına etkilerinden biri, Türkiye Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) ile Avrupa Okul Ağı'nın (European Schoolnet) birlikte geliştirdiği "Geleceğin Sınıf Laboratuvarı" (Future Classroom Lab, FCL) modelidir. Bu model, teknoloji destekli esnek öğrenme alanlarını tanımlamakta ve öğrenciler ile öğretmenlerin rollerinde köklü değişiklikler öngörmektedir. Geleneksel sınıf düzeninin yeniden düşünülmesini teşvik eden FCL, öğrenme alanlarını sadece bilgi aktarımına odaklı bir yapının ötesine taşıyarak, öğrencilerin problem çözme, eleştirel düşünme, iş birliği ve dijital okuryazarlık gibi 21. Yüzyıl becerilerini kazanmalarını hedefleyen yenilikçi ve çok yönlü öğrenme alanları tasarlamaktadır (Fulton, 2012). Geleceğin sınıf laboratuvarları, pedagojik ilkeler doğrultusunda planlanmış, çok çeşitli teknolojik araçlarla donatılmış ve esnek düzenlemelere sahip öğrenme alanları olarak tanımlanmaktadır. Bu alanlar, öğrencilerin bireysel öğrenme ihtiyaçlarını destekleyebilecek, öğretmenlerin pedagojik uygulamalarını çeşitlendirebilecek ve çağdaş eğitimin gerektirdiği çok boyutlu öğrenme deneyimlerini sunabilecek bir yapı sunmaktadır (Göçen ve diğ., 2020). Dolayısıyla, FCL ve benzeri teknoloji destekli öğrenme ortamları, eğitimde inovasyonun somut örnekleri olarak, öğrencilerin geleceğe hazırlık sürecinde kritik bir rol oynamaktadır.

Avrupa Okul Ağı (European Schoolnet), 15 ülkenin eğitim ve kültür bakanlıkları ile birlikte geliştirdiği FCL girişimi ile eğitim alanında teknolojik bir devrim niteliği taşımakta olup, öğrenci ve eğitimcilere 21. Yüzyıl becerilerini kazandırmayı amaçlayan uluslararası bir eğitim ağı olarak ön plana çıkmaktadır (Leiringer ve Cardellino, 2011). Bu ağın temel hedefi, eğitim ortamlarını geleneksel öğretim yöntemlerinden arındırarak, geleceğin sınıflarına uygun bir tasarım geliştirmek; teknolojik araçların etkin biçimde kullanıldığı, öğrencinin bilgiyi aktif olarak oluşturduğu ve öğrenme sürecinde merkeze alındığı bir öğrenme alanı oluşturmaktır (Göçen ve diğ., 2020). Bu bağlamda, teknoloji destekli öğrenme alanları, çağdaş eğitim ilkelerinin ve tekniklerinin çağın gereksinimlerine uygun olarak yorumlanması ve uygulanması açısından büyük önem taşımaktadır. Öğretim süreçlerinin bu hedef doğrultusunda gerçekleşebilmesi, yalnızca yenilikçi teknolojilerin sınıf ortamına entegrasyonu ile mümkün olabilmektedir (Göçen ve diğ., 2020). FCL öğrenme alanları, altı farklı öğrenme istasyonuna sahip olup, öğrencilere araştırma, üretim, etkileşim, geliştirme, sunum ve iş birliği alanlarında eğitim görme fırsatı sunarak 21. Yüzyıl becerilerini kazanmalarını sağlamaktadır (McLaughlin ve diğ., 2014; Uline ve Tschannen Moran, 2008). Bu altı öğrenme istasyonu, çağdaş eğitim bilimleri ilkeleri ile teknolojinin etkin kullanımını bir araya getiren, pedagojik açıdan zenginleştirilmiş öğrenme alanları olarak tasarlanmıştır.

FCL sınıflarında, yapılandırmacı eğitim anlayışı ile teknolojik araçların entegrasyonu, öğrenme sürecinin daha kısa sürede ve etkili biçimde hedeflerine ulaşmasını mümkün kılmaktadır. Bu çerçevede, teknoloji destekli yenilikçi öğrenme alanlarında pedagojik ilkeler ile teknolojinin bütünsel kullanımının sağlanması temel bir ilke olarak benimsenmektedir (MEB, 2021). 21. Yüzyılda teknolojinin hızlı gelişimi, birçok ulusal ve uluslararası eğitim kurumunu, teknolojiyi eğitim ortamlarına nasıl etkili şekilde entegre edebilecekleri sorusuyla karşı karşıya bırakmıştır (Astor ve diğ., 2010). Avrupa Okul Ağı, bu süreçte hem eğitim bilimlerindeki gelişmeleri hem de teknoloji alanındaki yenilikleri bir araya getirebilecek bir öğrenme alanı tasarımı geliştirmiştir; bu tasarım Future Classroom Lab (FCL) olarak tanımlanmıştır. 2012 yılında tasarlanan bu teknoloji destekli yenilikçi öğrenme alanı, birçok eğitimci için ilham kaynağı olmuş ve kısa sürede birçok ülkede yaygınlaşmıştır (Eral, 2019). FCL öğrenme alanlarının ortaya çıkmasında temel etken, teknolojinin öğrenme ortamlarında etkin bir şekilde kullanılmasını uygulamalı olarak benimsetmektir (Astor ve diğ., 2010). Bu sınıfların amacı, farklı alanlarda yenilikçi eğitim teknolojilerini aktif öğrenme yaklaşımlarıyla birleştirmek ve mevcut pedagojik uygulamaları çağdaş eğitim ilkeleri ve yöntemleri ile bütünleştirmektir. Böylece FCL sınıfları, öğrencilerin bireysel yeterliliklerini geliştirmekle kalmayıp sosyal becerilerinin de gelişmesini destekleyen, 21. Yüzyıla hazırlayan, çağdaş ve teknoloji destekli yenilikçi öğrenme alanları olarak ön plana çıkmaktadır (Santally ve diğ., 2014).

ZFCL Öğrenme Alanları

FCL öğrenme alanları, pedagojik ilkeler ile teknolojiyi bir araya getiren altı birbirini tamamlayan öğrenme alanından oluşmaktadır. Bu öğrenme alanları, her biri kendi özelinde belirli öğrenme uygulamalarını ve içeriklerini barındırmaktadır (Missildine ve diğ., 2013). FCL

öğrenme alanları, fiziksel özellikleri, teknolojik altyapıları, esnek mobilyaları ve öğrenme sürecini destekleyen çok sayıda teknolojik araç ve dokümanla donatılmış bir yapı sunmaktadır (European Schoolnet, 2020). Bu özellikler, öğrencilerin farklı öğrenme stillerine ve pedagojik ihtiyaçlarına uygun, etkileşimli ve uyarlanabilir bir öğrenme ortamı yaratılmasını sağlamaktadır. FCL öğrenme alanlarının temelinde esnek, dinamik ve sürekli gelişmeye açık eğitsel ilkeler yer almakta olup, öğrenme süreci yalnızca fiziki mekanla sınırlı kalmayıp sınıf içi ve sınıf dışı etkinliklerle bütünleştirilmektedir. Bu bağlamda, FCL sınıflarında süreç odaklı değerlendirmeler yapılmakta ve sürekli dönüt mekanizmaları ile öğrenme deneyimleri iyileştirilmektedir. Ayrıca, bu sınıflarda disiplinlerarası bir yaklaşım benimsenmekte, farklı branşların birbirini destekleyecek şekilde öğrenme sürecine entegre olması sağlanmaktadır.

Zile Fen Lisesi, bu çerçevede bir proje okulu olarak FCL sınıfını tasarlamaya yönelmiştir. Bu süreç, öğrencilerin geleneksel öğrenme ortamlarından kaynaklanan belirli ihtiyaçlarının ortaya çıkması ile başlamıştır. Geleneksel öğrenme ortamlarının öğrenciler için yeterince etkili olmaması, teknolojinin hızlı gelişimi ve öğrencilerin farklı öğrenme yöntemlerine duyduğu gereksinim, Zile Fen Lisesi'nin FCL sınıfını tasarlamasını zorunlu kılmıştır. 2021 yılı Aralık ayında tasarım süreci başlatılan ZFCL sınıfı, üretim, sunum, etkileşim, geliştirme ve işbirliği alanlarından oluşan altı öğrenme alanı temel alınarak yapılandırılmıştır. Bu alanlar, teknolojik araçlarla desteklenmiş yenilikçi bir öğrenme ortamı sağlamakta ve tüm branşların öğrenim faaliyetlerini gerçekleştirebileceği şekilde planlanmıştır. ZFCL öğrenme alanları, ayrıca Tübitak, Erasmus+, eTwinning ve Teknofest gibi ulusal ve uluslararası proje çalışmalarının yürütülmesine uygun olarak tasarlanmıştır. Öğrenme ortamında bilgisayarlar, akıllı tahtalar, soft boxlar, tabletler, yeşil perde, drone, 3D yazıcı, STEM tasarım ve üretim alanları, teleskoplar, dijital kameralar, Arduino setleri, güneş ve rüzgar enerjisi eğitim setleri, projeksiyon perdeleri, Mbotlar, HD projeksiyon cihazları, ses sistemleri, zeka ve strateji oyun setleri, VR kutuları ve çeşitli web 2.0 uygulamaları ile online interaktif araçlar kullanılmaktadır. Bu donanım ve araçlar, öğrencilerin işbirliği, eleştirel düşünme, iletişim, girişimcilik, araştırma, inceleme ve problem çözme gibi 21. Yüzyıl becerilerini geliştirmelerine olanak tanımaktadır. Özetle, ZFCL öğrenme alanları, öğrencilerin çok yönlü öğrenme deneyimleri kazanmalarını sağlayan, pedagojik ilkeler ve teknoloji entegrasyonunu bütünleştiren esnek, etkileşimli ve inovatif bir öğrenme ortamı sunmaktadır. Bu alanlar, öğrencilerin hem bireysel hem de grup hâlinde öğrenme süreçlerini destekleyerek, onların akademik ve sosyal gelişimlerine katkıda bulunmaktadır. Aşağıda ZFCL öğrenme alanları hakkında detaylı bilgiler verilmiştir.

Araştırma Alanı

FCL sınıfları, geleceğin öğrenme ortamı anlayışını yansıtan, öğrencilerin bilgiyi yalnızca edinmekle kalmayıp aynı zamanda keşfetmelerine, yapılandırmalarına ve uygulamalarına olanak tanıyan yenilikçi öğrenme alanlarıdır. Bu sınıflarda yer alan araştırma alanı, öğrencilerin bilgiye erişim, analiz ve üretim süreçlerini etkin biçimde yürütebilmeleri için tasarlanmış, teknolojik araç ve dijital kaynaklarla desteklenmiş bir öğrenme ortamıdır. Araştırma alanı, öğrencilerin proje tabanlı öğrenme yaklaşımı çerçevesinde özgün fikirler üretmelerini, bu

fikirleri somut ürünlere dönüştürmelerini ve süreç boyunca bilimsel yöntemleri kullanmalarını teşvik etmektedir (Pedro ve diğ., 2019).

Bu alanda öğrenciler, bilimsel sorgulama basamaklarını izleyerek problem tanımlama, hipotez kurma, veri toplama, analiz etme ve sonuç çıkarma süreçlerini deneyimlemektedir. Böylelikle öğrenciler yalnızca akademik bilgi edinmekle kalmayıp, eleştirel düşünme, yaratıcı düşünme, araştırma yürütme ve bilgiye dayalı karar verme gibi üst düzey bilişsel becerilerini de geliştirmektedirler. Araştırma alanı, öğrencilere bireysel meraklarını takip etme ve özgün çözümler geliştirme fırsatı sunarak onların öğrenme sürecinde aktif katılımcılar olmalarını sağlar. Bu bağlamda, öğrenciler hem bireysel hem de işbirlikli araştırma etkinlikleri aracılığıyla çok yönlü düşünme becerilerini pekiştirirler (European Schoolnet, 2020). Ayrıca, araştırma alanı farklı ilgi, öğrenme stili ve yeteneklere sahip öğrencilerin öğrenme süreçlerine uyum sağlayabilecek şekilde esnek olarak tasarlanmıştır. Bu sayede her öğrenci kendi öğrenme hızına, ilgi alanına ve potansiyeline uygun etkinliklerde bulunabilir. Bu yaklaşım, öğrencilerin kendilerini birer aktif araştırmacı olarak konumlandırmalarına, bilgiyi sorgulama ve yeniden yapılandırma sorumluluğunu üstlenmelerine olanak tanımaktadır. Dolayısıyla, araştırma alanı yalnızca bilişsel becerilerin değil; aynı zamanda öz-düzenleme, motivasyon, özgüven ve öğrenme sorumluluğu gibi duyuşsal becerilerin de gelişimini destekleyen bütüncül bir öğrenme ekosistemi oluşturur.

Üretim Alanı

FCL sınıflarının temel bileşenlerinden biri olan üretim alanı, öğrencilerin bilgi üretme, içerik tasarlama ve planlama becerilerini geliştirmeye yönelik olarak yapılandırılmış bir öğrenme ortamıdır. Bu alan, öğrencilerin bilgiyi yalnızca hazır biçimde edinmeleri yerine, araştırma, inceleme ve uygulama yoluyla yapılandırmalarını esas alır (Pelgrum ve Voogt, 2009). Bu bağlamda üretim alanı, öğrencilerin yaratıcı düşünme, problem çözme ve eleştirel analiz becerilerini kullanarak bilgiye farklı açılardan yaklaşımlarını ve bu bilgiyi yeniden üretmelerini destekleyen yenilikçi bir öğrenme sürecine zemin hazırlar. Üretim alanında öğrenme süreci, bilginin analiz edilmesi, sentezlenmesi ve özgün bir ürün hâline dönüştürülmesine odaklanmaktadır. Öğrenciler, kavramlar arasında ilişki kurma, parça-bütün bağlamında yorum yapma ve elde ettikleri verilerden çıkarımlar üretme üzerine çeşitli etkinlikler yürütürler. Bu süreçte uygulamalı öğrenme yöntemleri ve teknolojik araçlar aktif biçimde kullanılarak, öğrencilerin teorik bilgiyi pratikte deneyimlemeleri sağlanır (European Schoolnet, 2020). Böylelikle öğrenme, soyut bilgi aktarımının ötesine geçerek öğrencilerin üretim sürecine doğrudan katıldığı dinamik bir yapıya dönüşür.

Ayrıca üretim alanlarında, otomasyon, robot teknolojisi, nesnelerin interneti (IoT) ve veri analitiği gibi ileri teknolojilerin eğitim sürecine entegrasyonu amaçlanmaktadır. Bu teknolojiler aracılığıyla öğrenciler, çağdaş üretim sistemlerini tanıyarak endüstri 4.0 becerilerini öğrenme süreçlerine taşırlar. Öğrenciler, bu alanda akıllı üretim sistemlerini kullanarak hem bireysel hem de grup çalışmaları yoluyla yenilikçi ürünler ve çözümler geliştirme fırsatı bulurlar. Böylelikle üretim alanı, öğrencilerin mühendislik, tasarım ve teknolojik okuryazarlık becerilerini

geliştirmelerine olanak sağlayan bütüncül bir öğrenme deneyimi sunar (Göçen ve diğ., 2020). Üretim alanında yürütülen çalışmalar, teknoloji alanında yaşanan gelişmelerin gerektirdiği yeniliklerin hızlı ve etkili bir şekilde öğrenme süreçlerine adapte edilmesine odaklanır. Bu yönüyle üretim alanı, sadece bir uygulama laboratuvarı değil; aynı zamanda öğrencilerin yenilikçi düşünme, üretkenlik ve dijital dönüşüm farkındalığı kazandıkları bir öğrenme ekosistemi olarak işlev görmektedir. Öğrenciler bu alanlarda özgün fikirleri somut projelere dönüştürerek, bilgi toplumunun gerektirdiği üretken, araştırmacı ve yenilikçi birey profiline ulaşmaktadırlar.

Sunum Alanı

FCL sınıflarının önemli bileşenlerinden biri olan sunum alanı, öğrencilerin iletişim, görsel tasarım ve etkileşim becerilerini geliştirmeye yönelik olarak tasarlanmış yenilikçi bir öğrenme ortamıdır. Bu alan, öğrencilerin ürettikleri bilgi, fikir ve projeleri etkili biçimde paylaşımlarına ve ifade etmelerine olanak sağlayan bir öğrenme atmosferi sunar (Hamre ve Pianta, 2002). Sunum alanında gerçekleştirilen etkinlikler, öğrencilerin düşüncelerini organize etme, anlatım becerilerini güçlendirme ve hedef kitleye uygun iletişim stratejileri geliştirme üzerine odaklanmaktadır. Bu süreçte öğrenciler yalnızca bilgiyi aktaran değil, aynı zamanda anlam üreten, yorumlayan ve eleştirel düşünen bireyler olarak konumlandırılmaktadırlar. Sunum alanı, öğrencilerin oluşturdukları projeleri veya araştırma sonuçlarını, çeşitli dijital araçlar ve yeni medya teknolojileri aracılığıyla arkadaşları, öğretmenleri veya geniş bir izleyici kitlesiyle paylaşımlarına olanak tanır (European Schoolnet, 2020). Bu bağlamda, dijital sunumlar, multimedya içerikler, görsel-işitsel materyaller, sanal sunum platformları ve interaktif teknolojiler aktif biçimde kullanılmaktadır. Bu tür teknolojik destekler, öğrencilerin dijital okuryazarlık, görsel iletişim ve çoklu ortam tasarımı becerilerini geliştirmelerini sağlamaktadır. Ayrıca öğrenciler, fikirlerini etkili biçimde sunarken aynı zamanda geri bildirim alma ve eleştirel değerlendirme süreçlerine de katılırlar. Bu durum, öğrenmenin yalnızca bilgi aktarımıyla sınırlı kalmayıp, sürekli etkileşim ve değerlendirmeye dayalı bir süreç haline gelmesini desteklemektedir (Scott, 2015).

Bunun yanı sıra, sunum alanı öğrencilerin özgüven geliştirmelerine, topluluk önünde konuşma becerilerini güçlendirmelerine ve düşüncelerini savunma yetilerini pekiştirmelerine katkı sağlamaktadır. Öğrenciler bu ortamda, etkili iletişim stratejilerini kullanarak fikirlerini yapılandırmayı, farklı bakış açılarını dikkate almayı ve grup içi etkileşimlerde empatik bir iletişim dili geliştirmeyi öğrenirler. Böylelikle sunum alanı, öğrencilerin 21. yüzyıl becerileri arasında yer alan iletişim, işbirliği, yaratıcılık ve eleştirel düşünme yetkinliklerinin gelişimine bütüncül bir katkı sunmaktadır. Sonuç olarak, sunum alanı yalnızca öğrencilerin bilgi ve ürünlerini paylaşma alanı değil; aynı zamanda onların dijital çağın gerektirdiği çok yönlü iletişim becerilerini deneyimleyerek geliştirdikleri, etkileşim temelli bir öğrenme ortamıdır. Bu yönüyle sunum alanı, öğrencilerin öğrenme sürecini sosyal, bilişsel ve teknolojik açıdan zenginleştirerek FCL modelinin bütüncül öğrenme anlayışına önemli bir katkı sunmaktadır.

Etkileşim Alanı

FCL modelinin önemli bileşenlerinden biri olan etkileşim alanı, geleneksel öğrenme ortamlarından farklı olarak öğrencilerin öğrenme sürecinin merkezinde yer aldığı, aktif katılıma ve işbirliğine dayalı bir öğrenme yaklaşımını benimsemektedir. Bu alan, öğrencilerin bilgiye yalnızca pasif biçimde maruz kaldıkları geleneksel sınıf anlayışının ötesine geçerek, onların öğrenme sürecini yönlendiren, sorgulayan ve bilgi üretiminde etkin rol alan bireyler olmalarını hedeflemektedir (Güneş, 2022). Etkileşim alanı, öğrenmenin sosyal, bilişsel ve teknolojik boyutlarını bir araya getirerek öğrencilerin hem bireysel hem de grup içi etkileşimlerle öğrenme deneyimlerini zenginleştirmelerini sağlar. Bu alan kapsamında gerçekleştirilen öğrenme çalışmaları oldukça geniş bir kapsama sahiptir. Öğrenciler, mobil etkileşim cihazları (akıllı telefonlar, tabletler, mini bilgisayarlar vb.) aracılığıyla öğrenme sürecine aktif biçimde katılırlar ve bu cihazlar öğrenme materyallerine erişim, içerik üretimi ve paylaşımı gibi süreçlerde etkin biçimde kullanılır (Öztürk, 2014). Bu teknolojik araçlar, öğrencilerin mekândan ve zamandan bağımsız olarak öğrenme etkinliklerine katılmalarına olanak tanıyarak esnek öğrenme kavramını somutlaştırmaktadır.

Etkileşim alanında ayrıca, web siteleri, çevrimiçi platformlar ve dijital öğrenme toplulukları aktif olarak kullanılmaktadır. Bu sayede öğrenciler, yalnızca sınıf içindeki akranlarıyla değil, farklı okullardan veya ülkelerden bireylerle de etkileşim kurabilmekte; bu durum öğrenme sürecine küresel bir boyut kazandırmaktadır (European Schoolnet, 2020). Böylelikle öğrenciler, dijital işbirliği, çevrimiçi iletişim ve çok kültürlü etkileşim gibi 21. yüzyıl becerilerini doğal bir biçimde geliştirme fırsatı bulmaktadırlar. Bunun yanında, sanal ve artırılmış gerçeklik (VR/AR) teknolojileri etkileşim alanında öğrenme süreçlerinin önemli bir parçası hâline gelmiştir. Bu teknolojiler, öğrencilerin soyut kavramları somutlaştırmalarına, deneyimleyerek öğrenmelerine ve karmaşık bilgileri üç boyutlu ortamda keşfetmelerine olanak tanır. Bu sayede öğrenme, yalnızca bilişsel değil, aynı zamanda duyuşsal ve psikomotor boyutlarıyla da desteklenmiş olur (Rovai ve diğ., 2004). Son olarak, etkileşim alanında oyun tabanlı öğrenme ve oyun tasarımı yaklaşımları öğretim sürecine entegre edilmiştir. Öğrenciler, dijital veya fiziksel oyunlar aracılığıyla hem eğlenerek öğrenmekte hem de stratejik düşünme, problem çözme, takım çalışması ve yaratıcılık becerilerini geliştirmektedirler. Bu yaklaşım, öğrenme motivasyonunu artırmakta ve öğrencilerin öğrenme sürecine aktif katılımını teşvik etmektedir. Dolayısıyla, etkileşim alanı; teknoloji, pedagojik yenilik ve öğrenci merkezli öğrenme ilkelerinin bütünleştirildiği, çok boyutlu bir öğrenme ekosistemi sunmaktadır. Bu alan, öğrencilerin yalnızca bilgi tüketicisi değil; aynı zamanda bilgi üreticisi, paylaşımcısı ve dönüştürücüsü olarak konumlandıkları dinamik bir öğrenme ortamı oluşturur.

İş Birliği Alanı

FCL sınıf modelinin temel öğrenme bileşenlerinden biri olan iş birliği alanı, öğrencilerin öğrenme süreçlerini bireysel katılımın ötesine taşıyarak grup dinamikleri içerisinde gerçekleştirmelerini esas almaktadır. Bu alan, öğrenmenin sosyal bir süreç olduğu anlayışından hareketle, öğrencilerin hem bireysel sorumluluklarını üstlendikleri hem de grup olarak ortak

hedeflere ulaşmak için birlikte çalıştıkları bir öğrenme atmosferi sunmaktadır (Hernandez ve Seem, 2004). İş birliği alanı, öğrencilerin farklı bakış açılarını bir araya getirerek ortak bir ürün veya fikir üretmelerine olanak tanır ve bu sayede öğrenme sürecini etkileşim, paylaşım ve karşılıklı destek üzerine inşa eder. Bu öğrenme alanında öğrenciler, takım çalışması, iletişim, empati ve çatışma çözme gibi sosyal becerilerini kullanarak öğrenme sürecine aktif biçimde katılırlar. Bilgi ve becerilerini grup içinde paylaşarak birbirlerinden öğrenirler ve bu süreçte hem bilişsel hem de duyuşsal gelişim yaşarlar. Öğrenciler grup çalışmaları sırasında yalnızca akademik bilgi üretmekle kalmaz, aynı zamanda sorumluluk alma, liderlik, iş bölümü yapma ve ortak karar verme gibi yaşam becerilerini de geliştirirler. Bu yönüyle iş birliği alanı, öğrenmeyi yalnızca bireysel bir etkinlik olmaktan çıkarıp, sosyal etkileşim yoluyla derinleştiren bir pedagojik yaklaşımı desteklemektedir (Baysan ve diğ., 2018).

İş birliği alanında gerçekleştirilen etkinlikler, öğrencilerin farklı yetenek ve ilgi alanlarını bir araya getirerek kolektif üretim süreçlerini mümkün kılar. Öğrenciler, grup üyeleriyle karşılıklı fikir alışverişi yaparak, problem çözme süreçlerinde alternatif çözümler geliştirir ve eleştirel düşünme becerilerini pekiştirirler. Ayrıca, iş birliği süreci öğrencilerin akademik öğrenmenin ötesinde duygusal zekâ, öz-farkındalık ve sosyal sorumluluk gibi alanlarda da gelişim göstermelerine katkı sağlar. Bu öğrenme alanında dijital iş birliği araçları ve çevrimiçi paylaşım platformları da aktif olarak kullanılmakta; öğrenciler, hem fiziksel hem de sanal ortamlarda birlikte çalışma deneyimi kazanmaktadırlar. Böylece, iş birliği alanı 21. yüzyılın dijital iletişim ve takım çalışması gerekliliklerine uygun bir öğrenme ortamı sunar. Sonuç olarak, iş birliği alanı; öğrencilerin bireysel potansiyellerini grup başarısına dönüştürebildikleri, paylaşım, etkileşim ve ortak üretim temelli bir öğrenme ekosistemi olarak tanımlanabilir. Bu alan, öğrencilerin yalnızca akademik değil, aynı zamanda sosyal ve duygusal gelişimlerini de destekleyerek, onları hem öğrenme hem de yaşam süreçlerinde daha etkili bireyler hâline getirmektedir.

Geliştirme Alanı

Geliştirme öğrenme alanı, bireylerin mesleki ve kişisel gelişimlerini desteklemeye yönelik etkinliklerin yürütüldüğü, yenilikçi öğrenme yaklaşımlarının ve stratejilerinin uygulandığı bir öğrenme ortamıdır. Bu alanda gerçekleştirilen öğrenme faaliyetleri, bireylerin profesyonel yeterliklerini artırmanın yanı sıra, farklı öğrenme yöntemleri ve stratejileri deneyimlemelerine de olanak tanır (Leiringer ve Cardellino, 2011). Metabilişsel stratejilerin geliştirilmesi, öğrenen bireylerin kendi öğrenme süreçlerini izleme, değerlendirme ve yönlendirme becerilerini güçlendirirken; yenilikçi öğrenme yöntemleriyle yapılan çalışmalar, bireylerin problem çözme, eleştirel düşünme ve yaratıcı düşünme kapasitelerini artırır (Mısırlı, 2021). Ayrıca, geliştirme alanı öğrencilerin öz farkındalık, kendi kendine öğrenme ve öz değerlendirme gibi aktif öğrenme ilkelerini uygulayarak öğrenme sürecine daha etkin katılım göstermelerine imkân sunar. Bu yönüyle, geliştirme alanı yalnızca bilgi aktarımını değil, aynı zamanda bireylerin öğrenme süreçlerinde sorumluluk almasını ve sürekli gelişim odaklı bir öğrenme kültürü oluşturmasını da teşvik eder (European Schoolnet, 2020).

Tartışma ve Sonuç

Teknoloji alanındaki hızlı dönüşüm ve 21. yüzyılın gerektirdiği yeni beceriler, eğitim sistemlerinde köklü değişimleri beraberinde getirmiştir. Günümüzde öğrencilerin öğrenme süreçlerinden beklentilerinin farklılaşması, teknolojinin eğitimle bütünleştirilmesini zorunlu hale getirmiştir. Bu bağlamda, 21. yüzyılda eğitim paradigması, daimicilik ve esasicilik gibi geleneksel yaklaşımlardan uzaklaşarak yapılandırmacı ve ilerlemeci eğitim felsefelerine yönelmiştir. Öğrenme sürecinin merkezine öğrenciyi yerleştiren bu yeni yaklaşım, bireysel farklılıkları dikkate alarak öğrencileri geleceğe hazırlamayı hedeflemektedir. Bu hedef doğrultusunda geliştirilen FCL gibi yenilikçi sınıf modelleri, teknolojiyi pedagojik amaçlarla bütünleştiren esnek ve etkileşimli öğrenme alanları olarak öne çıkmaktadır. Bu ortamlar, öğrencilere proje tabanlı, işbirliğine dayalı ve teknoloji destekli öğrenme fırsatları sunarak, öğrenmenin kalıcılığını artırmaktadır (Ayaz ve Sarıkaya, 2019). Eğitimde teknolojinin etkin biçimde kullanımı, öğrenme süreçlerini dönüştürme potansiyeline sahip olup öğrencilere daha bireyselleştirilmiş, erişilebilir ve etkileşimli öğrenme deneyimleri sunmaktadır. Dijital araçlar, çevrimiçi öğrenme platformları ve çoklu ortam kaynakları, öğrencilerin farklı öğrenme stillerine uygun biçimde bilgiye ulaşmalarını sağlamaktadır (Schmidt ve Fulton, 2016). Avrupa Birliği eğitim sistemleri başta olmak üzere birçok ülkede, öğrencilerin ilgi ve yeteneklerine göre özelleştirilmiş öğrenme alanlarının tasarlanmasına yönelik politikalar geliştirilmektedir. Bu bağlamda, öğrencilerin etkileşim, üretim, iş birliği ve bilgi paylaşımı gibi 21. yüzyıl becerilerini destekleyen altyapılara erişimi önem kazanmıştır (Eroğlu ve Bektaş, 2016). Bu tür ortamlarda öğrenim gören öğrencilerin problem çözme, yaratıcılık, bilgi transferi, iletişim ve dijital okuryazarlık becerilerinin geliştiği görülmektedir (Yıldırım ve Altun, 2015).

Ancak, teknolojinin eğitimle entegrasyonu süreci yalnızca fırsatlar değil, aynı zamanda bazı sınırlılıkları da beraberinde getirmektedir. FCL gibi yenilikçi öğrenme alanlarının etkili biçimde uygulanabilmesi için eğitimcilerin pedagojik yetkinliklerinin güçlendirilmesi, teknik altyapının sürdürülebilir biçimde desteklenmesi ve eğitim politikalarının bu yönde yapılandırılması gerekmektedir. Eğitimcilerin teknoloji entegrasyonu konusundaki bilgi eksiklikleri, altyapı yetersizlikleri ve kurumsal koordinasyon eksikliği, bu sürecin etkinliğini sınırlayan temel etmenler arasında yer almaktadır (European Schoolnet, 2020). Ayrıca, teknolojinin hızlı değişim temposuna paralel olarak eğitim kurumlarının bu değişime ayak uydurabilmesi için sürekli güncelleme ve profesyonel gelişim desteğine ihtiyaç duyulmaktadır. Sonuç olarak, teknolojinin eğitimle entegrasyonu, geleceğin öğrenme ortamlarının şekillenmesinde belirleyici bir rol oynamaktadır. Ancak bu sürecin sürdürülebilir ve kapsayıcı olabilmesi için stratejik planlama, eğitimcilere yönelik sürekli mesleki destek ve pedagojik ilkelerle uyumlu uygulamalar gerekmektedir. Eğitimde teknoloji entegrasyonuna ilişkin mevcut çalışmaların sınırlılığı, özellikle uygulamaların uzun vadeli etkilerinin yeterince izlenmemesi ve farklı sosyo-ekonomik bağlamlarda değerlendirilmemesi noktasında kendini göstermektedir. Bu nedenle, gelecekte yapılacak araştırmaların, teknoloji destekli öğrenme ortamlarının etkinliğini farklı değişkenler açısından derinlemesine incelemesi ve uygulama süreçlerinde karşılaşılan sınırlılıkları gidermeye yönelik çözüm odaklı yaklaşımlar geliştirmesi önem taşımaktadır.

Bu çalışma, teknolojinin eğitim süreçlerine entegrasyonunun 21. yüzyıl öğrenme becerilerinin kazandırılmasındaki rolünü ve FCL öğrenme alanlarının bu bağlamda sunduğu yenilikçi olanakları ele almıştır. Bulgular genel olarak değerlendirildiğinde, teknoloji destekli öğrenme ortamlarının öğrencilerin aktif katılımını, iş birliğini ve yaratıcılığını artırdığı; öğrenme süreçlerini bireyselleştirdiği ve öğretimsel etkililiği yükselttiği sonucuna ulaşılmıştır. Bu bulgu, European Schoolnet (2020), Ayaz ve Sarıkaya (2019) ile Schmidt ve Fulton (2016)'nın araştırmalarıyla da paralellik göstermektedir. Ancak, teknolojinin eğitim sistemlerine entegrasyonu sürecinde, pedagojik ve altyapısal sınırlılıkların varlığı dikkat çekmektedir. Öncelikle, FCL modelinin etkili biçimde uygulanabilmesi için öğretmenlerin pedagojik teknolojik yeterliklerinin geliştirilmesi zorunludur. Nitelikli teknoloji entegrasyonu yalnızca dijital araçların sınıfta kullanılmasından ibaret olmayıp, öğretim stratejilerinin teknolojiyle bütünleştirilmesini gerektirmektedir. Bu nedenle, öğretmen yetiştirme programlarında ve hizmet içi eğitimlerde teknoloji destekli öğretim tasarımı, dijital içerik geliştirme ve çevrimiçi ölçme-değerlendirme gibi konulara öncelik verilmelidir (Yıldırım ve Altun, 2015). Ayrıca, öğretmenlerin bu dönüşüm sürecine gönüllü katılımını teşvik etmek amacıyla profesyonel gelişim topluluklarının oluşturulması önerilmektedir.

İkinci olarak, altyapısal ve kurumsal faktörler, eğitimde teknolojik dönüşümün sürdürülebilirliği açısından kritik öneme sahiptir. Özellikle kırsal bölgelerdeki okullarda internet erişimi, donanım eksiklikleri ve bakım-onarım sorunları, yenilikçi öğrenme alanlarının uygulanabilirliğini sınırlandırmaktadır (Eroğlu ve Bektaş, 2016). Bu nedenle, politika yapıcıların teknoloji yatırımlarında sadece cihaz teminini değil, uzun vadeli teknik destek ve bakım sistemlerini de planlamaları gerekmektedir. Ayrıca, eğitim kurumlarında teknolojik altyapının standardizasyonu sağlanarak okullar arası dijital eşitsizlikler azaltılmalıdır.

Üçüncü olarak, öğrenme ortamlarının tasarımında öğrenci merkezli ve çok boyutlu yaklaşımlara öncelik verilmelidir. FCL modelinin sunduğu üretim, iş birliği, sunum, etkileşim ve geliştirme alanlarının her biri, öğrencilerin bilişsel, duyuşsal ve sosyal becerilerini farklı yönlerden desteklemektedir. Ancak bu alanların etkin biçimde kullanılabilmesi için öğretim programlarının esnek hale getirilmesi ve ders içi etkinliklerin proje tabanlı öğrenme, oyunlaştırma ve artırılmış gerçeklik uygulamalarıyla zenginleştirilmesi gerekmektedir.

Dördüncü olarak, teknolojinin eğitimde kullanımına ilişkin sürdürülebilirlik ve kapsayıcılık ilkeleri dikkate alınmalıdır. Eğitimde dijital dönüşümün yalnızca teknik bir süreç değil, aynı zamanda sosyal bir dönüşüm olduğu unutulmamalıdır. Dolayısıyla, öğrenciler arasında dijital okuryazarlık farklarının giderilmesi, dezavantajlı grupların teknolojiye erişiminin artırılması ve öğrenme sürecinde etik dijital davranışların kazandırılması gerekmektedir (Scott, 2015).

Bu çalışmada ele alınan Zile Fen Lisesi Geleceğin Sınıf Laboratuvarı (ZFCL) öğrenme alanı uygulaması, eğitimde teknoloji entegrasyonuna yönelik kuramsal modellerin okul temelli ve uygulanabilir bir örneği olarak dikkat çekmektedir. ZFCL, yalnızca dijital araçların sınıf ortamına dahil edilmesini değil; pedagojik amaçlarla yapılandırılmış, öğrenen merkezli ve disiplinlerarası bir öğrenme ekosistemi oluşturmayı hedeflemesi bakımından geleneksel

teknoloji kullanım yaklaşımlarından ayrılmaktadır. Bu yönüyle uygulama, teknoloji entegrasyonunun araç odaklı değil, öğrenme sürecini dönüştürücü bir işlev üstlenmesi gerektiğini savunan güncel literatürle güçlü bir biçimde örtüşmektedir. ZFCL'nin en önemli özgün katkılarından biri, öğrenme alanını sabit bir sınıf mekânı olmaktan çıkararak esnek, etkileşimli ve deneyim temelli bir laboratuvar yapısına dönüştürmesidir. Bu yapı, öğrencilerin pasif bilgi alıcıları olmaktan ziyade aktif problem çözücüler, araştırmacılar ve üreticiler olarak konumlandırılmasına olanak tanımaktadır. Özellikle fen lisesi bağlamında ele alındığında, ZFCL uygulamasının bilimsel düşünme, eleştirel analiz, veri temelli karar verme ve yaratıcı problem çözme gibi 21. yüzyıl becerilerinin gelişimini desteklediği söylenebilir. Bu durum, teknoloji entegrasyonunun yalnızca akademik başarıyı değil, üst düzey bilişsel becerileri de destekleyici bir araç olarak ele alınması gerektiğine ilişkin bulgularla paralellik göstermektedir.

ZFCL'nin bir diğer özgün yönü, öğretmenin rolünü yeniden tanımlayan pedagojik yaklaşımıdır. Uygulama kapsamında öğretmen, bilgiyi doğrudan aktaran bir figür olmaktan ziyade öğrenme sürecini tasarlayan, yönlendiren ve kolaylaştıran bir rehber olarak konumlandırılmaktadır. Bu yaklaşım, öğretmenlerin teknolojik, pedagojik ve alan bilgilerini bütünleştirerek kullanmalarını gerektirmekte; dolayısıyla öğretmen yeterliklerinin gelişimini de dolaylı olarak desteklemektedir. Literatürde sıklıkla vurgulanan öğretmen merkezli direnç ve uyum sorunlarının, bu tür uygulamalarda hizmet içi eğitim ve okul içi mesleki öğrenme toplulukları yoluyla azaltılabileceği düşünülmektedir. ZFCL uygulamasının dikkat çeken bir diğer katkısı, ölçme ve değerlendirme süreçlerinin çeşitlendirilmesi ve öğrenme sürecine entegre edilmesidir. Geleneksel sonuç odaklı değerlendirme anlayışı yerine, süreç temelli, performans dayalı ve geri bildirim odaklı ölçme yaklaşımlarının benimsenmesi, öğrencilerin öğrenme sorumluluğunu üstlenmelerine katkı sağlamaktadır. Bu durum, teknoloji entegrasyonunun yalnızca öğretim yöntemlerini değil, değerlendirme kültürünü de dönüştürme potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir.

Türkiye bağlamında değerlendirildiğinde, ZFCL modelinin yaygınlaştırılabilir ve ölçeklenebilir bir yapı sunduğu söylenebilir. Özellikle Milli Eğitim Bakanlığı'nın dijital dönüşüm, eğitimde yenilikçilik ve okul temelli gelişim hedefleriyle örtüşen bu model, fen liseleri başta olmak üzere proje okulları, Anadolu liseleri ve mesleki-teknik eğitim kurumları için uyarlanabilir bir çerçeve sunmaktadır. ZFCL'nin yaygınlaştırılmasında, yüksek maliyetli teknolojik yatırımlardan ziyade pedagojik tasarım, öğretmen eğitimi ve okul liderliği unsurlarının belirleyici olması, modelin farklı sosyoekonomik koşullara sahip okullarda da uygulanabilmesini mümkün kılmaktadır. Bununla birlikte, ZFCL benzeri öğrenme alanlarının Türkiye genelinde yaygınlaştırılabilmesi için bazı yapısal ve yönetsel koşulların sağlanması gerekmektedir. Okul yöneticilerinin vizyoner liderlik anlayışı, öğretmenlerin mesleki gelişim süreçlerine sistematik destek verilmesi ve uygulamaların sürekli izleme-değerlendirme mekanizmalarıyla beslenmesi bu koşulların başında gelmektedir. Aksi halde, teknoloji entegrasyonu uygulamalarının yüzeysel kalma ve yalnızca fiziksel donanım sınırlı olma riski bulunmaktadır. Sonuç olarak, Zile Fen Lisesi Geleceğin Sınıf Laboratuvarı öğrenme alanı uygulaması, eğitimde teknoloji entegrasyonuna yönelik kuramsal modelleri somut, bağlama duyarlı ve sürdürülebilir bir yapıya dönüştüren özgün bir örnek sunmaktadır. Bu uygulama,

Türkiye’de eğitim ortamlarının pedagojik temelli dijital dönüşümüne katkı sağlayabilecek güçlü bir model olma potansiyeline sahiptir. Gelecek çalışmalarda, ZFCL’nin farklı okul türlerinde uygulanmasına yönelik karşılaştırmalı araştırmaların yapılması, modelin etkililiğine ilişkin daha kapsamlı kanıtların ortaya konmasına katkı sağlayacaktır.

Son olarak, gelecekte yapılacak araştırmaların, teknoloji destekli öğrenme ortamlarının uzun vadeli etkilerini izlemeye ve bu ortamların öğrencilerin bilişsel gelişimi, öğrenme motivasyonu ve akademik başarı üzerindeki etkilerini ölçmeye odaklanması önerilmektedir. Ayrıca, farklı sosyo-kültürel bağlamlarda FCL modelinin uygulanabilirliği, öğretmen rolleri ve öğrenci katılım düzeyleri bakımından karşılaştırmalı çalışmalar yapılmalıdır. Sonuç olarak, teknolojinin eğitimle entegrasyonu süreci büyük fırsatlar barındırmakla birlikte, etkili bir biçimde yönetilmediğinde pedagojik bütünlüğün zedelenmesine, eşitsizliklerin artmasına ve öğrenme süreçlerinde yüzeyselliğe yol açma riski taşımaktadır. Bu nedenle, teknoloji entegrasyonuna yönelik her adımın, pedagojik ilkeler ve kapsayıcı eğitim anlayışı çerçevesinde, bütün paydaşların katılımıyla planlanması ve sürekli olarak izlenmesi gerekmektedir.

Araştırmanın Etik İzinleri

Yapılan bu çalışmada “Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi” kapsamında uyulması belirtilen tüm kurallara uyulmuştur. Yönergenin ikinci bölümü olan “Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Eylemler” başlığı altında belirtilen eylemlerden hiçbiri gerçekleştirilmemiştir.

ZFCL GÖRSELLERİ





<https://fcl.eun.org/zfcl>

<http://fclturkiye.eba.gov.tr>

<https://mensi.eun.org/mensi-learning-labs>

Kaynaklar

Açıkgöz Ün, K. (2009). *Aktif öğrenme*. (11. Baskı). Biliş Yayıncılık.

Arstorp, A. T. (2018). Future classroom labs in Norwegian pre-service teacher education. *Innovative Technologies and Learning*, 5(6), 24-35. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-99737-7_30

Astor, R. A, Guerra, N. ve Van, R. (2010). How can we improve school safety research? *Educational Researcher*, 39 (1), 69-78. <https://doi.org/10.3102/0013189X09357619>

Ayaz, E. ve Sarıkaya, R. (2019). The effect of engineering design-based science teaching on the perceptions of classroom teacher candidates towards STEM disciplines. *International Journal of Progressive Education*, 15(3), 13-27. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1219143>

- Baepler, P., Walker, J. D. ve Driessen, M. (2014). It's not about seat time: Blending, flipping, and efficiency in active learning classrooms. *Computers & Education*, 78, 227-236. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.06.006>
- Bayram, F. ve Aypay, A. (2012). İlköğretim okullarında müdür etkililiği, okul iklimi ve öğrencikontrol ideolojileri arasındaki ilişki. *Eğitimde Politika Analizi Dergisi*, 1(6), 49-63. <https://dergipark.org.tr/en/pub/epa/issue/48307/611608>
- Baysan, E., Bayra, E. ve Demirkan, Ö. (2018). Teknoloji destekli işbirliğine dayalı eğitim ortamları araştırmalarına ilişkin içerik analizi (2010-2015). *Sakarya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, (35), 1-22.
- Boet, S., Sharma, S., Goldman, J. ve Reeves, S. (2012). Medical education research: an overview of methods. *Canadian Journal of Anesthesia/Journal canadien d'anesthésie*, 59(2), 159-170. <https://doi.org/10.1007/s12630-011-9635-y>
- Bower, M. (2017) *Design of technology-enhanced learning integrating research and practice*, Emerald Publishing.
- Braun, V. ve Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative research in psychology*, 3(2), 77-101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>
- Bristol, T. J. (2014). Flipping the Classroom. *Teaching and Learning in Nursing* 9, 43-46.
- Bryk, A. S. ve Schneider, B. L. (2002). *Trust in schools: A core resource for improvement*. Russell Sage Foundation Publications.
- Cardellino, P., Araneda, C. ve Alvarado, R. G. (2017) Classroom environments: An experiential analysis of the pupil–teacher visual interaction in Uruguay, *Learning Environment Research*, 20, 417-431. <https://doi.org/10.1007/s10984-017-9236-y>
- Carvalho, L. ve Yeoman, P. (2018). Framing learning entanglement in innovative learning spaces: Connecting theory, design and practice. *British Educational Research Journal*, 44(6), 1120-1137. <https://doi.org/10.1002/berj.3483>
- Colton, J., O’Keeffe, L., Barry, G., White, B. ve White, J. (2024). Teacher’s perceptions of pedagogical practices in innovative learning spaces. *Pedagogy, Culture & Society*, 32(3), 675-697. <https://doi.org/10.1002/berj.3483>
- Çepni, S. (2010). *Araştırma ve proje çalışmalarına giriş (Genişletilmiş 5. Baskı)*. Celepler Matbaacılık.
- Deed, C., Lesko, T. M. ve Lovejoy, V. (2014). Teacher adaptation to personalized learning spaces. *Teacher development*, 18(3), 369-383. <https://doi.org/10.1080/13664530.2014.919345>

- Eral, S. H. (2019). *İngilizce öğretmenlerinin esnek öğrenme alanlarında yenilikçi uygulamalarına ilişkin bir durum çalışması*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi.
- Eroğlu, S. ve Bektaş, O. (2016). STEM eğitimi almış fen bilimleri öğretmenlerinin STEM temelli ders etkinlikleri hakkındaki görüşleri. *Eğitimde Nitel Araştırmalar Dergisi*, 4(3), 43-67. <https://dergipark.org.tr/en/pub/enad/issue/32043/356762>
- European Schoolnet (2020), *Makerspaces in Schools*, <https://fcl.eun.org/icwg> (Erişim Tarihi: 07.08.2023).
- Flumerfelt, S. ve Green, G. (2013). Using lean in the flipped classroom for at risk students. *Educational Technology & Society*, 16(1), 356–366. <https://www.jstor.org/stable/jeductechsoci.16.1.356>
- Fulton, K. (2012). Upside down and inside out: Flip your classroom to improve student learning. *Learning & Leading with Technology*, 39(8), 12-17.
- Gaughan, J. E. (2014). The flipped classroom in world history. *The History Teacher*, 47(2), 221-244.
- Güneş, İ. (2022). *Kimya öğretmenlerinin tasarım beceri atölyeleri için gerekli öğretmen yetkinlikleri hakkındaki görüşleri*, Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi.
- Göçen, A., Eral, S. H., ve Bücük, M. H. (2020). Teacher Perceptions of a 21st Century Classroom *International Journal of Contemporary Educational Research*, 7(1), 85-98. <https://doi.org/10.33200/ijcer.638110>
- Hamre, B. K. ve Pianta, R. C. (2002). Early teacher-child relationships and the trajectory of children's school outcomes through eighth-grade. *Child Development*, 72(2), 625-638. <https://doi.org/10.1111/1467-8624.00301>
- Hernandez, T. J. ve Seem, S. R. (2004). A Safe School Climate: A Systemic Approach and the School Counselor. *Professional School Counseling*, 7(4), 256–62. <https://www.jstor.org/stable/42732589>
- Herrington, J., Reeves, T. C. ve Oliver, R. (2014). Authentic learning environments. *Springer* 5(8), 52-69. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4614-3185-5_32
- Leiringer, R. ve Cardellino, P. (2011). Schools for the twenty-first century: School design and educational transformation, *British Educational Research Journal*, 37(6), 915– 934. <https://doi.org/10.1080/01411926.2010.508512>
- McLaughlin, J. E., Roth, M. T., Glatt, D. M., Gharkholonarehe, N., Davidson, C. A., Griffin, M. L., Esserman, D. A. ve Mumper, R. J. (2014). The flipped classroom: A course redesign to foster learning and engagement in a health professions school. *Academic Medicine*, 89(2),

236-243. <https://doi.org/10.1097/ACM.0000000000000086>

Mısırlı, E. (2021). *Eğitimde maker hareketi ve okullardaki tasarım beceri atölyelerinin bir eğitim ortamı olarak değerlendirilmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi.

Milli Eğitim Bakanlığı (MEB), (2021) Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü (Erişim Tarihi: 21.08.2023) <https://designfils.eba.gov.tr>.

Missildine, K., Fountain, R., Summers, L. ve Gosselin, K. (2013). Flipping the classroom to improve student performance and satisfaction. *The Journal of Nursing Education*, 52(10), 1-3. <https://doi.org/10.3928/01484834-20130919-03>

Öztürk, H. İ., (2014). *Ortaokul fen ve teknoloji öğretmenlerinin aktif öğrenmeye ilişkin algı profillerinin çeşitli değişkenler açısından incelenmesi*, Yüksek lisans tezi. Niğde Üniversitesi.

Pedro, A., Piededa J. ve Matos J. F. (2019), Redesigning initial teacher's education practices with learning scenarios. *International Journal of Information and Learning Technology*, 36(3), 26-41. <https://doi.org/10.1108/IJILT-11-2018-0131>

Pelgrum, W. J. ve Voogt, J. (2009). School and teacher factors associated with frequency of ICT use by mathematics teachers: Country comparisons. *Education and Information Technology*, 14, 293-308. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10639-009-9093-0>

Raja, R. ve Nagasubramani, P. C. (2018). Impact of modern technology in education. *Journal of Applied and Advanced Research*, 3(1), 33-35. <https://doi.org/10.21839/jaar.2018.v3S1.165>

Rovai, A. P., Wighting, M. J. ve Lucking, R. (2004). The classroom and school community inventory: Development, refinement, and validation of a self-report measure for educational research. *Internet and Higher Education*, 7(4), 263-280. <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2004.09.001>

Saban, A. ve Ersoy, A. (2016). *Eğitimde nitel araştırma desenleri*. Anı Yayıncılık.

Santally, M. I., Cooshna Naik, D. ve Conruyt, N. (2014). A model for the transformation of the Mauritian classroom based on the Living Lab concept. *Africa Conference Proceedings*, 2(5), 1-10. <https://doi.org/10.1109/ISTAFRICA.2014.6880603>

Schmidt, M. ve Fulton, L. (2016). Transforming a traditional inquiry-based science unit into a STEM unit for elementary pre-service teachers: A view from the trenches. *Journal of Science Education and Technology*, 25(2), 302-315. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10956-015-9594-0>

Scott, C. (2015) The futures of learning. What kind of pedagogies for the 21st century?

Education research and foresight working papers, 5(2), 16-23.
<https://doi.org/10.30707/IJBE164.1.1690386168.68154>

Simpson, V. ve Oliver, M. (2007). Electronic voting systems for lectures then and now: A comparison of research and practice. *Australasian Journal of Educational Technology*, 23(2), 187–208. <https://doi.org/10.14742/ajet.1264>

Uline, C. ve Tschannen Moran, M. (2008). The walls speak: The interplay of quality facilities, school climate, and student achievement. *Journal of Educational Administration*, 46(1), 55-73. <https://doi.org/10.1108/09578230810849817>

Yavrutürk, A. R. ve Saper, Ü. (2024). Yenilikçi ve esnek öğrenme alanı geleceğin sınıf laboratuvarı alanında eğitim gören öğrencilerin deneyimlerinin incelenmesi. *Journal of Uludag University Faculty of Education*, 37(3), 949-973.

Yıldırım, B. ve Altun, Y. (2015). STEM eğitim ve mühendislik uygulamalarının fen bilgisi laboratuvar dersindeki etkilerinin incelenmesi: El-Cezeri. *Journal of Science and Engineering*, 2(2), 28-40. <https://dergipark.org.tr/en/pub/ecjse/issue/4899/67132>

Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2013). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Seçkin Yayıncılık.