



Okulların STEM eğitimine yönelik hazırbulunuşluğu üzerine bir çalışma: gerçekten hazır mıyız? *

Ümran Yiğit Dönmezoğulları ¹, Gökhan Öztürk ²

Öz

Günümüzün hızla değişen küresel ekonomisinde, ülkelerin rekabet güçlerini sürdürebilmeleri yalnızca teknolojiyi kullanmalarıyla değil, aynı zamanda üretebilmeleriyle mümkündür. Bu hedefin gerçekleştirilebilmesi, farklı disiplinlerde yetkin bireylerin yetiştirilmesine bağlıdır. STEM eğitimi, öğrencilere eleştirel ve analitik düşünme becerileri kazandırarak problem çözme ve yenilikçilik kültürünü güçlendirmektedir. Bununla birlikte, empati, etik sorumluluk ve toplumsal duyarlılık gibi duyuşsal gelişim alanlarını da destekleyerek bireylerin çok yönlü gelişimine katkıda bulunmaktadır. Böylece yetişen nitelikli iş gücü, ekonomik büyümenin sürdürülebilirliğinde önemli bir unsur haline gelmektedir. Ancak STEM eğitiminin mevcut eğitim sistemine etkili biçimde entegre edilebilmesi, kapsamlı bir hazırlık süreci gerektirmektedir. Bu çalışmanın amacı, Ankara'daki liselerin STEM eğitimine yönelik hazırbulunuşluk düzeylerini değerlendirmektir. Bu doğrultuda, New York Şehri Eğitim Departmanı'nın (NYCDOE) STEM çerçevesi temel alınarak görüşme soruları oluşturulmuş ve dört farklı okul türünde görev yapan öğretmenler ve yöneticilerle mülakatlar gerçekleştirilmiştir. Okulların hazırbulunuşluk düzeyleri, elde edilen verilerin analiziyle incelenmiş ve görüşme yanıtlarından elde edilen nitel temalarla desteklenmiştir.

Anahtar Kelimeler

STEM
STEM eğitimi
Hazırbulunuşluk
Öğretmen hazırbulunuşluğu
Öğrenci hazırbulunuşluğu

Makale Hakkında

Gönderim Tarihi: 31.08.2024
Kabul Tarihi: 05.11.2025
Elektronik Yayın Tarihi: 30.04.2026

DOI: 10.15390/ES.2026.2513

Giriş

Son yüzyıl içerisinde dünya, bilim, ekonomi ve teknoloji alanlarında kaydedilen önemli gelişmelere sahne olmuştur. Bu durum, ülkeler arasında ekonomi, teknoloji ve savunma gibi alanlarda küresel bir rekabete yol açmıştır. Bu alanlarda başarıya ulaşmak için ulusların, bilimsel açıdan donanımlı bir nüfusa ve fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) alanlarında yüksek düzeyde eğitilmiş bir iş gücüne ihtiyaçları vardır (Chachashvili-Bolotin vd., 2016). İlk olarak 2009 yılında ABD hükümeti tarafından tanıtılan ve desteklenen STEM girişimi, hızlı ekonomik büyüme ve küresel rekabet için gerekli insan sermayesini geliştirmeyi amaçlamaktadır (Farina vd., 2016). Ülkelerin küresel pazarda rekabetçi kalabilmeleri için eğitim sistemlerini buna uygun biçimde uyarlamaları gerekmektedir

* Bu makale Ümran Yiğit Dönmezoğulları'nın Gökhan Öztürk danışmanlığında yürüttüğü "Ankara'daki liselerin STEM hazırlık seviyelerinin araştırılması" başlıklı yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

¹ Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Ankara, Türkiye, yigit.umran@metu.edu.tr

² Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Ankara, Türkiye, gozturk@metu.edu.tr

(Fensham, 2008). STEM eğitimi, bu uyum sürecinde kritik bir rol üstlenmektedir; çünkü öğrencilere öğrendiklerini gerçek dünya bağlamlarında uygulama imkânı sunmaktadır. Başarıyla entegre edildiğinde STEM eğitimi, öğrencilerin yaratıcılıklarını, problem çözme becerilerini, motivasyonlarını ve genel akademik performanslarını artırabilmektedir. Ancak, STEM eğitiminin sınıflarda uygulanması, okulların bu yaklaşımı benimsemeye hazır oluşunu etkileyebilecek bazı zorluklar barındırmaktadır. Bir okulun STEM eğitimine hazır sayılabilmesi için öğrencilerinin, öğretmenlerinin, yöneticilerinin ve fiziksel altyapısının STEM öğrenimini destekleyecek düzeyde olması gerekmektedir. Bu nedenle, okulların STEM'e hazır hale getirilmesi, uluslararası STEM standartlarını karşılayan öğrenci sayısının artırılmasında kritik bir adımdır.

STEM Eğitimi

STEM, fen (science), teknoloji (technology), mühendislik (engineering) ve matematik (mathematics) sözcüklerinin baş harflerinden oluşan bir kısaltma olup, geleneksel ders anlatımına dayalı öğretim stratejilerinin ötesine geçen çok disiplinli bir yaklaşımı kapsamaktadır. STEM eğitimi, sorgulamaya ve proje tabanlı öğrenmeye odaklanarak öğrencilerde eleştirel düşünme, yaratıcılık, yenilikçilik ve problem çözme becerilerinin gelişmesini teşvik etmektedir (Breiner vd., 2012; Morrison, 2006). Bilişsel çıktılarının ötesinde, STEM eğitimi özellikle gerçek dünya ile ilgili ve toplumsal açıdan anlamlı konular üzerinden uygulandığında duyuşsal gelişimi de desteklemektedir. Bu tür bağlamlarda öğrenciler yalnızca problemleri çözmeyi öğrenmekle kalmamakta, aynı zamanda empati, etik farkındalık ve toplumsal sorumluluk bilinci de geliştirmektedir. Örneğin, Ozturk ve Roehrig (2025), sosyobilimsel bir meseleye odaklanan bütünlük bir STEM ünitesinin, ortaokul öğrencilerinin başkalarının bakış açılarını dikkate alma, bilimin toplumsal rolünü fark etme ve duygusal muhakeme becerilerini önemli ölçüde geliştirdiğini ortaya koymuştur. Shim (2024) ise "empatik STEM" çerçevesini kavramsallaştırarak, kültürel açıdan duyarlı ve insan merkezli STEM tasarım görevlerinin, özellikle farklılıkların bulunduğu sınıflarda öğrencilerde empati ve etik farkındalık gelişimini destekleyebileceğini ileri sürmüştür. Benzer şekilde, Bush ve diğerleri (2024), STEM müfredatına empati temelli tasarım düşüncesinin dâhil edilmesinin yalnızca teknik problem çözmeyi teşvik etmekle kalmayıp, aynı zamanda öğrencilerin toplumsal adalet duygularını ve yurttaşlık sorumluluklarını da geliştirdiğini savunmuştur.

Teknoloji ve mühendislik alanlarında ilerleme kaydedebilmek için STEM eğitiminin öğrencilerin bilimsel ve matematiksel kavramlara ilişkin anlayışlarını güçlendirmesi gerekmektedir (Hernandez vd., 2014). Bu doğrultuda, STEM eğitimi erken çocukluktan yükseköğretime kadar uzanan ve geniş bir yelpazede eğitim etkinliklerini kapsayan disiplinlerarası bir öğrenme yaklaşımı olarak tanımlanabilir (Gonzalez ve Kuenzi, 2012). Günümüz eğitim anlayışında hayati bir öneme sahip olan STEM eğitimi, teorik bilgiyi pratik uygulamalarla ilişkilendirmek için pek çok fırsat sunmaktadır. Ayrıca, ülkelerin küresel ekonomideki rekabet güçlerini korumalarına yardımcı olan temel unsurlardan biridir. Erken çocukluktan geleceğin yeniliklerine uzanan bir çizgide teknoloji ve mühendisliğe odaklanarak STEM eğitimi, fen, matematik, teknoloji ve mühendisliğin ayrı alanlar olarak ele alınamayacağını, aksine birbirleriyle bütünlük olduğunu vurgulamaktadır. Sorgulamaya dayalı öğrenme, dijital araçlar, bilgisayar programlama ve robotik gibi yöntemler aracılığıyla STEM eğitiminin müfredata entegre edilmesi, öğrencilerin yaratıcılıklarını, problem çözme becerilerini, eleştirel düşünme yetilerini, motivasyonlarını ve genel akademik başarılarını geliştirmelerine katkı sağlamaktadır.

STEM disiplinlerini ve aralarındaki etkileşimi kapsamlı biçimde öğrenmek, STEM okuryazarlığına ulaşmanın temel aşamalarından biridir. STEM okuryazarlığı, fen, teknoloji, mühendislik ve matematik bilgisini tanıyıp kullanarak karmaşık sorunları anlamayı ve bunlara yenilikçi çözümler geliştirme yeterliği olarak tanımlanmaktadır (Balca, 2011). Bu yeterlik, öğrencilerin bilgi, beceri ve tutumlarını sürekli değişen teknolojik dünya ile bütünleştirmeleri açısından kritik bir rol oynamaktadır. Aynı zamanda, mezuniyet sonrasında teknoloji odaklı dünyada karşılaşabilecekleri zorluklara karşı donanımlı bireyler olarak yetişmelerine katkı sağlamaktadır (McDonald, 2016). Bu nedenle, öğrencilerin STEM alanlarında kariyerlerini ilerletebilmeleri için söz konusu disiplinleri derinlemesine kavramaları kritik öneme sahiptir.

Modern toplumun ilerlemesi, farklı bilimsel disiplinlerin bütünleşmesine büyük ölçüde bağlıdır. Özellikle matematik, bilimsel araştırmaların yürütülmesi, yenilikçiliğin teşvik edilmesi ve teknolojik gelişmelerin sağlanmasında kritik bir rol oynamaktadır (Australian Academy of Science, 2006). Fen bilimleri; fizik, kimya ve biyoloji gibi alanlara ilişkin ilke, kavram ve olguların uygulanması yoluyla öğrencilere doğal dünyayı anlama imkânı sunarken, yalnızca bu alanlarla sınırlı değildir (National Research Council, 2012). Teknoloji ve mühendisliğin katkısıyla öğrenciler STEM kavramları arasında daha derin bağlantılar kurabilmekte; bu durum, onların yaratıcılıklarını ve üst düzey düşünme becerilerini geliştirmektedir. Ayrıca mühendislik ve teknoloji uygulamaları, söz konusu kavramların daha kapsamlı biçimde anlaşılmasını sağlayarak öğrencilerin motivasyonunu ve akademik başarısını artırmaktadır (Cunningham ve Lachapelle, 2014). Moore ve diğerleri (2015), mühendislik uygulamalarına katılımın, öğrencilerin STEM alanlarına ve kariyerlerine olan ilgilerini artırdığını; problem çözmede iş birliğini teşvik ettiğini, süreçlerin yönetiminde özdisiplin geliştirmelerine katkı sağladığını ve 21. yüzyıl teknolojilerini kullanarak çözümler üretmelerini mümkün kıldığını belirtmektedir.

Türkiye’de STEM eğitimi

Türkiye’de yapılan araştırmalar, birçok gencin bilime veya yaratıcı düşünmeye özel bir ilgi duymadığını ortaya koymaktadır (Şahin vd., 2014). Uluslararası değerlendirmeler de bu eğilimi doğrulamaktadır. Türk öğrenciler, fen ve matematikte, diğer ülkelerdeki akranlarına kıyasla sürekli olarak daha düşük puanlar almaktadır (Anıl vd., 2015; Oral ve McGivney, 2013). PISA Ulusal Raporu (Millî Eğitim Bakanlığı [MEB], 2016a), fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) derslerinin tüm eğitim kademelerinde öğretim süreçlerine ilişkin köklü reformlar yapılması çağrısında bulunmuştur. Küresel ölçekte rekabet edebilmek ve yenilikçi düşünmeyi teşvik edebilmek için Türkiye’nin, STEM alanlarında yaratıcı düşünme ve problem çözme yetkinliklerine sahip bir nesle acilen ihtiyaç duyduğu açıktır.

Bu doğrultuda, hem devlet kurumları hem de sivil toplum kuruluşları STEM eğitimini geliştirmeye yönelik adımlar atmıştır. Millî Eğitim Bakanlığı (MEB, 2016b), STEM’in öğrenciler, öğretmenler ve okullar için vazgeçilmez olduğunu vurgulayarak STEM merkezlerinin kurulması, araştırmalar yapılması, müfredatların güncellenmesi ve öğretmenlerin eğitilmesi gibi girişimler önermiştir. Benzer şekilde, Türk Sanayicileri ve İş İnsanları Derneği’nin (TÜSİAD) 2017 tarihli “2023’e Doğru Türkiye’nin STEM İhtiyaçları” raporu da tüm paydaşların katılımıyla ulusal bir STEM politikasının hızla oluşturulmasının önemine dikkat çekmiştir. Altunel’in (2018) belirttiği üzere, hükümetin 2019 yılına dek sürecek şekilde tasarladığı öncü planlamalarına rağmen, son yıllarda çalışmaların daha çok özel kurumlar, üniversiteler ve sivil toplum kuruluşları tarafından sürdürüldüğü görülmektedir. Önemli olan nokta, STEM’in yalnızca fen deneyleri yapmak veya kodlama öğrenmekten ibaret olmadığıdır; STEM, öğrencilerin eleştirel düşünme ve iş birliğine dayalı problem çözme becerileri kazanmalarını sağlamayı amaçlamaktadır (Bybee, 2013). Türkiye genelinde, öğretmen eğitim programlarından STEM kitlerine ve STEM farkındalığını artırmaya yönelik halka açık festivallere kadar pek çok girişim hayata geçirilmiştir. Millî Eğitim Bakanlığı’nın 2016 raporu ise bu faaliyetlerle uyumlu somut stratejiler ortaya koymuştur (Arslan ve Arastaman, 2021).

Söz konusu girişimlere ilişkin yapılan çalışmalar, olumlu sonuçların ortaya çıkmaya başladığını göstermektedir. Çakır ve Ozan’a (2018) göre, Türkiye’deki STEM uygulamaları, öğrencilerin hedeflenen disiplinlerdeki katılım ve başarılarına anlamlı katkılar sağlamış, aynı zamanda STEM eğitiminin ulusal ölçekte güçlendirilmesine hizmet etmiştir. Bu çalışmaları destekler nitelikte, PISA 2022 sonuçları, Türkiye’nin matematik, okuma ve fen okuryazarlığında tüm katılımcı ülkelerin ortalamasının üzerinde bir performans sergilediğini ortaya koymuştur (MEB, 2024). Türkiye, on yılı aşkın bir süredir bu alanlarda istikrarlı biçimde gelişim göstererek OECD ülkeleriyle arasındaki başarı açığını kapatmaktadır. Bu durum, Türkiye’yi eğitim kalitesinde tutarlı ve uzun vadeli ilerleme kaydeden az sayıdaki ülkeden biri konumuna getirmektedir (MEB, 2024).

Bu ilerlemeyi sürdürmek ve geliştirmek için artık STEM eğitiminin uzun vadeli başarısında kritik bir rol oynayan öğretmen hazırlanışının güçlendirilmesi gerekmektedir. Öğretmenlerin, bilgiyi yalnızca bilgi olduğu için aktarmaktan ziyade, gerçek hayatta kullanılabilecek biçimde öğretmeye odaklanan güçlü bir STEM bakış açısı geliştirmeleri önemlidir. Bu değişim, eğitimcilerin öğrencileri pratik uygulamalara ve yenilikçiliğe teşvik ederek onları gerçek dünya sorunlarına daha

etkili biçimde hazırlamalarına yardımcı olmakta, aynı zamanda öğrencilerin eleştirel düşünme, yaratıcılık ve gelecekte ihtiyaç duyacakları becerileri geliştirmelerini desteklemektedir (Şanlı ve Özerbaş, 2021).

Hazırbulunuşluk

Hazırbulunuşluk, belirli bir hedefe ulaşmak için gerekli koşulların sağlanmasını ifade eden ve süreçlerin başarıyla tamamlanmasında kritik rol oynayan bir kavramdır. *Merriam-Webster's Collegiate Dictionary* (Merriam-Webster, 1999) bu kavramı "hazır olma durumu" olarak tanımlasa da, tanım bağlama göre farklılık göstermektedir. Hersey ve Blanchard (1988), hazırbulunuşluğu bireylerin görevleri yerine getirmedeki isteklilikleriyle ilişkilendirmiştir. STEM eğitiminin etkili biçimde uygulanabilmesi için hem öğretmenlerin hem de öğrencilerin hazırbulunuşluklarının dikkate alınması önemlidir. Lynch ve Smith (2016), okul üyelerinin değişimi yönetmeye hazır oluşlarının, gelişime yönelik hazırbulunuşluğun bir göstergesi olduğunu ve bu bağlamda öğretmen ile öğrenci hazırbulunuşluklarının STEM eğitiminde başarı için kritik öneme sahip bulunduğunu vurgulamaktadır. Bu çerçevede, hazırbulunuşluk, yalnızca araçlar ya da temel bilgiyle sınırlı olmayıp; motivasyon, özgüven ve öğretme-öğrenmede yenilikçi yaklaşımlara açıklığı da kapsamaktadır. Hall ve Hord (2011) ise eğitimde kalıcı değişimin okul liderlerinin desteği, öğretmenler arası iş birliği ve mesleki gelişim olanaklarına bağlı olduğunu; ayrıca değişimin, bireylerin ve kurumların anlayış geliştirdiği, beceri kazandığı ve yeni yöntemleri uygulamada özgüven edindiği kademeli bir süreçle gerçekleştiğini belirtmektedir.

Öğretmen Hazırbulunuşluğu

"Korkutucu bir sonuca vardım. Sınıfta belirleyici unsur benim. İklimi oluşturan benim kişisel yaklaşımımdır." (Ginott, 1976).

Ginott'un bu sözü, sınıfın atmosferini belirlemede öğretmenlerin rolünün ne denli belirleyici olduğunu açıkça hatırlatmaktadır. Öğretmenlerin kişisel yaklaşımları ve günlük ruh halleri, sınıf iklimini yaratan ve nihayetinde öğrencilerin öğrenme deneyimlerini şekillendiren temel faktörlerdir. Öğretmenler ve öğrenciler arasındaki ilişki, öğrenme topluluğunun ayrılmaz bir parçası olan karmaşık ve önemli bir etkileşimdir. Olumlu ve etkili bir öğrenme ortamı oluşturmak hayati önem taşımaktadır ve bu süreç, öğretmenin hazırbulunuşluğuyla başlar. Bu doğrultuda, açık fikirli bir öğretmen yaratıcı düşünmeyi destekleyen bir ortam oluşturur ve öğrencileri risk alabilen, açık fikirli bireyler olmaya teşvik eder (Crane, 2017). Motivasyon ise öğretim sürecinin temel unsurlarındandır; çünkü öğretmenlerin bilgi paylaşımlarını, disiplinlerarası çalışabilmelerini ve öğrenme-öğretme süreçlerinde aktif rol almalarını sağlar. Motivasyonu yüksek öğretmenler enerjik olur, öğrenmeye ve öğretmeye istekli davranır ve potansiyellerini en üst düzeyde kullanarak ekstra çaba göstermeye hazırdır (Sinclair, 2008).

İçeriğin disiplinlerarası yapısı ve sorgulamaya dayalı, öğrenci merkezli öğretim yaklaşımlarına duyulan ihtiyaç nedeniyle, öğretmenlerin hazırbulunuşluğu daha da kritik hale gelmektedir. Araştırmalar, içerik bilgisi açısından yeterli olan öğretmenlerin dahi, hedefe yönelik destek sağlanmadığında STEM'i etkili biçimde uygulamaya kendilerini hazır hissetmediklerini ortaya koymaktadır (Margot ve Kettler, 2019). Ayrıca pek çok eğitimci, mühendislik ilkelerini derslerine entegre etme, teknolojik araçları kullanma ya da disiplinlerarası projeler tasarlama konusunda belirsizlik yaşadığını ifade etmektedir. Bu nedenle, hazırbulunuşluk yalnızca bilgi ve donanımı değil; pedagojik esneklik, teknolojik yetkinlik ve hızla değişen alanlarda öğrenme-öğretmeye yönelik gelişim odaklı bir zihniyeti de kapsamaktadır. Benzer şekilde, Darling-Hammond (2020), öğretmenlerin mesleki gelişim fırsatları, akran iş birliği ve denemeye ile risk almaya değer veren bir liderlik anlayışı gibi güçlü destekler aldıklarında ve sürekli öğrenme olanağına sahip olduklarında kendilerini daha hazırlıklı hissettiklerini vurgulamaktadır. Hall ve Hord'un (2011) da ileri sürdüğü üzere, hazırbulunuşluk anlık bir durum değil, zaman içinde gelişen bir süreçtir. Öğretmenler, yeni yöntemleri denedikçe, kendi uygulamalarını yansıtarak değerlendirdikçe ve anlamlı geri bildirim aldıkça hazırbulunuşluklarını adım adım inşa etmektedirler.

Sonuç olarak, öğretmen hazırbulunuşluğu, olumlu ve etkili bir öğrenme ortamı oluşturmanın temelini oluşturmaktadır. Açık fikirli, motive, istekli ve yeterli olan öğretmenler, öğrencilerini potansiyellerine ulaşmaları için ilham vererek güçlendirebilirler. Özellikle STEM eğitiminde öğretmen hazırbulunuşluğu, müfredat hedefleri ile öğrencilerin derse katılımı arasında bir köprü görevi görmektedir. İyi hazırlanmış bir öğretmen yalnızca içerik aktarmakla kalmaz, aynı zamanda STEM'in gerektirdiği merak, esneklik ve yaşam boyu öğrenme zihniyetini de öğrencilerine model olarak sunar.

Öğrenci Hazırbulunuşluğu

Öğrencilerin ve öğretmenlerin hazırbulunuşluğu, öğrenme sürecinde kritik öneme sahiptir; çünkü bu iki unsur birbirini karşılıklı olarak etkilemektedir. Schunk'a (2012) göre, hazırbulunuşluk, öğrencilerin farklı gelişim evrelerinde neleri öğrenebileceğini ya da başarabileceğini ifade etmektedir. Ön bilgiler, ilgi alanları, tutumlar ve yetenekler, bir öğrencinin hazırbulunuşluk düzeyini şekillendiren temel faktörlerdir (Çetin, 2016). Arozaq ve diğerlerine (2017) göre öğrenme, bir davranış değişikliği süreci olarak tanımlanmakta; bu değişikliğin süresi ise öğrencinin hazırbulunuşluk düzeyinden etkilenmektedir (Harman ve Çelikler, 2012). Öğrenciler yüksek düzeyde hazırbulunuşluk sergilediklerinde daha başarılı performans göstermekte ve genel öğrenme doyumları artmaktadır. Thorndike'un yasası (Harman ve Çelikler, 2012) bu durumu şu ilkelerle açıklamaktadır:

- Bireyler bir etkinliğe katılmaya hazır olduklarında, katılımdan keyif alırlar.
- Bireyler bir etkinliği gerçekleştirmeye hazır olduklarında ancak bunu yapmalarına izin verilmediğinde, bu durum hayal kırıklığına yol açar.
- Hazır olmayan bireyleri bir etkinliğe katılmaya zorlamak ise öfkeye neden olabilir.

STEM eğitimine yönelik hazırbulunuşluk düzeylerinin değerlendirilmesi, öğretmenlerin hazırlıklarını öğrencilerinin ihtiyaçlarıyla uyumlu hale getirmelerine yardımcı olur. Öğrenci hazırbulunuşluğu yalnızca akademik yeterlilikle sınırlı olmayıp; problem çözme eğilimi, iş birliği becerisi ve belirsizlikle baş etme gibi, sorgulamaya dayalı öğrenme ortamlarının temel bileşenlerini de içermektedir. Bybee'ye (2010) göre, etkili STEM öğretimi, öğrencilerin hem önceki bilgilerini kullanmalarını hem de deneme-yanılmaya istekli olmalarını gerektiren gerçekçi problem çözme görevlerine katılma becerilerine bağlıdır. Ayrıca araştırmalar, öğrencilerin STEM kariyerlerine olan ilgilerinin öz-yeterlilikleri ve erken yaşta edindikleri bütünlüklü STEM deneyimleriyle yakından ilişkili olduğunu göstermektedir (Radloff ve Guzey, 2016). Ancak matematik ya da fen gibi alanlarda temel güven eksikliği yaşayan öğrenciler, disiplinler arası etkinliklere aktif olarak katılma konusunda tereddüt edebilmektedir. Le ve diğerlerinin (2023) belirttiği üzere, öğrenciler STEM'e merak duysalar bile özellikle matematikteki temel bilgi eksiklikleri, katılımlarını sınırlayabilmektedir. Bu nedenle öğretmenler, yalnızca içerik bilgisini değil; aynı zamanda kararlılık, merak ve risk alma eğilimi gibi duygusal ve motivasyonel hazırbulunuşluk göstergelerini de değerlendirmelidir.

Son olarak, hazırbulunuşluk durağan değil, dinamik bir kavram olarak ele alınmalıdır; çünkü sınıf iklimi, akran etkileşimi ve öğretim tasarımı tarafından şekillendirilmektedir. Destekleyici ve duyarlı bir öğrenme ortamı, başlangıçta yeterince hazır olmayan öğrencilerin bile zamanla hazırbulunuşluklarını artırabilir. Hazırbulunuşluk düzeyine göre öğretimi farklılaştıran öğretmenler ise öğrenmeyi aşamalı olarak yapılandırma ve STEM sınıflarında farklı öğrencilerin başarısını desteklemede çok daha avantajlı konumdadır.

NYC STEM Çerçevesi

NYC STEM Eğitimi Çerçevesi, STEM etkinliklerinin uygulanmasını geliştirmek isteyen okullar için yapılandırılmış bir yaklaşım sunan etkili bir araçtır. Bu çerçeve, öğretme ve öğrenme biçimlerini dönüştürmeyi; çok disiplinli ve disiplinlerarası yaklaşımdan, daha zengin bir öğrenme deneyimi sunacak olan disiplinlerötesi yaklaşıma geçişi hedeflemektedir. STEM eğitimi almış öğrenciler; eleştirel ve disiplinlerarası düşünme, sorgulamaya dayalı ve yaşam temelli öğrenme ile disiplinlerötesi öğrenme süreçlerine katılım gibi kritik beceriler geliştirmektedir (Altunel, 2018).

Bu çalışmada, okulların hazırbulunuşluk düzeyini değerlendirmek için sosyoekonomik farklılıklar, sınav odaklı eğitim sistemi ve öğretmen eğitimi gibi birkaç temel ölçüt belirlenmiştir. Araştırmada kullanılan çerçeve, çalışmaya değerli içgörüler sağlayan etkili bir araç işlevi görmüştür. Ancak, bu çerçevenin okulların doğrudan değerlendirilmesi amacıyla tasarlanmadığının; daha çok onların hazırlık ihtiyaçlarını ortaya koymaya yönelik olduğunun altı çizilmelidir. Bu çalışmada 'hazırbulunuşluk', bir okulun STEM eğitimini uygulama kapasitesi anlamına gelmektedir. Çerçeve, okullar içinde STEM vizyonunun oluşturulmasından, ilgili alanlardaki kariyer planlamasına kadar uzanan çeşitli alt kategorileri kapsamaktadır. Dört ana alan ve on iki göstergeden oluşan çerçeve (Tablo 1), hazırbulunuşluk düzeylerini "Başlangıç", "Gelişmekte Olan", "Bütünleşik" ve "Tamamen Bütünleşik" olarak sınıflandırmaktadır. Aşağıda tüm alanlar ve göstergelere ilişkin ayrıntılı bir açıklama sunulmaktadır.

Alan 1: Okul Vizyonu ve Başarıya Yönelik Yapılar

Okulun STEM misyonu ve vizyonu, tüm paydaşlara açık ve etkili bir biçimde iletilmeli; okulun kültürü, program değerlendirme süreçleri ve bütçe kaynakları bu hedefleri destekleyecek şekilde uyumlu olmalıdır. STEM Misyonu ve Vizyonu göstergesi, okul personelinin STEM vizyonunu ne ölçüde benimsediğini ve uygulamalara entegre ettiğini değerlendirmeye yardımcı olur. Bu bağlamdaki bağlılık, STEM'i içeren eğitim planlarında, STEM entegrasyonuna odaklanan toplantılarda ve STEM alanındaki mesleki gelişim fırsatlarında kendini göstermelidir. STEM Odaklı Kültür göstergesi, okul ortamının STEM öğrenimini ne kadar desteklediğini değerlendirir. Yenilikçiliği, risk almayı ve disiplinlerarası iş birliğini teşvik eden olumlu bir okul kültürü, STEM'in tam entegrasyonu için kritik öneme sahiptir. Ayrıca, tüm paydaşların öğrenci merkezli sorgulamayı, mühendislik uygulamalarını, dijital okuryazarlığı ve proje tabanlı öğrenmeyi benimsemesi; yeterli STEM dersleri ve laboratuvar olanaklarına erişimin sağlanması da başarı için temel unsurlar arasında yer almaktadır.

STEM eğitiminin ne ölçüde etkili bir biçimde uygulandığının değerlendirilmesi, STEM Programı Değerlendirme göstergesi kapsamında ele alınmaktadır. STEM'in tam anlamıyla bütünleştirilebilmesi için zengin STEM kaynaklarının bulunması ve aileler, okul yöneticileri ile tüm ilgili paydaşları içeren bir liderlik ekibinin varlığı kritik öneme sahiptir. Bir diğer önemli gösterge olan Bütçe ve Kaynak Yönetimi göstergesi ise okulun STEM bütçesinin yeterliliğini ve bu bütçenin STEM girişimlerine yönelik kaynak tahsisini ele almaktadır. Doğru bütçe kayıtlarının tutulması ve bu kaynakların yönetimini denetleyen özel bir ekibin bulunması gereklidir. Bununla birlikte, teknolojiye ve STEM eğitimi için gerekli diğer kaynaklara sınırlı erişim, entegrasyonun etkili biçimde gerçekleştirilmesini engelleyebilmektedir.

Alan 2: Müfredat, Öğretim ve Değerlendirme

Bu alan, STEM odaklı bir müfredat içinde öğrenci merkezli sorgulamayı, proje tabanlı öğrenmeyi ve mühendislik uygulamalarını destekleyen disiplinlerötesi bir yaklaşımı vurgulamaktadır. Bu kapsamda, öğretim kalitesi, özgün değerlendirmeler ve personel yeterliliği, başarının temel göstergeleri olarak ele alınmaktadır. Akademik Titizlik ve Öğretim Kalitesi göstergesi, eleştirel düşünmeyi, gerçek yaşam problemlerinin çözümünü ve 21. yüzyıl becerilerinin kullanımını teşvik eden, açık biçimde tanımlanmış bir STEM programının gerekliliğini vurgulamaktadır. STEM uygulamalarının müfredat, ders ve ünite düzeyinde entegrasyonu ile öğretim uygulamalarının okulun temel misyon ve vizyonu ile uyumlu biçimde düzenlenmesi, entegrasyon düzeyinin artırılması açısından kritik öneme sahiptir. STEM Odaklı Müfredat göstergesi de yenilikçi ve eleştirel düşünme, mühendislik tasarımı ve bilimsel okuryazarlığı kapsayan güçlü bir STEM eğitimi programının önemini vurgulamaktadır. Sınıf içi ve sınıf dışı ortamlarda STEM fırsatlarının sunulması, öğrencilerin STEM kavramlarını gerçek yaşam bağlamlarında uygulamalarına olanak tanırken; STEM eğitimine yeterli zaman ayrılması da entegrasyonu güçlendiren bir unsur olarak öne çıkmaktadır.

Otantik Değerlendirme göstergesi, başarının değerlendirilmesinde proje, portfolyo ve sunum gibi gerçek yaşamla bağlantılı değerlendirme yöntemlerinin etkili biçimde kullanılmasının önemini vurgulamaktadır. Öğrenme döngülerinin düzenli olarak uygulanması ve biçimlendirici ile düzey belirleyici değerlendirmelerin birlikte kullanılması, öğrencilere öz değerlendirme yapma ve hedefe yönelik geri bildirim alma fırsatları sunarak STEM entegrasyonunu güçlendirmektedir. Personel Yeterliliği göstergesi, öğretmenlerin STEM alanlarındaki mesleki öğrenmelerini geliştirmeye ve

pedagojik yetkinliklerini artırmaya odaklanmaktadır. Ayrıca, STEM paydaşları arasında etkili bir iş birliği planının geliştirilmesi ve STEM'e ilişkin fırsatlar ile programlar hakkında bilgilendirici paylaşımların yapılması da bu alanın başarısı için kritik öneme sahiptir.

Alan 3: Stratejik Ortaklıklar

Bu alan, aileleri, üniversiteleri, sivil toplum kuruluşlarını ve işletmeleri kapsayan STEM ortaklıklarına odaklanmaktadır. STEM Ortaklıkları göstergesi, üniversiteler, aileler, yerel kuruluşlar ve işletmelerin dâhil olduğu planlı iş birliklerinin STEM eğitimindeki etkisini değerlendirmektedir. STEM eğitiminin başarılı bir şekilde entegrasyonu, STEM paydaşları ile eğitimciler arasındaki iş birliğine, ailelerle etkili iletişime ve STEM etkinliklerinin düzenlenmesine dayanmaktadır. Ayrıca, STEM'e benzer ilgi alanlarına sahip diğer okullarla kurulacak iş birlikleri de genel entegrasyon düzeyini daha ileriye taşıyabilmektedir.

Alan 4: Üniversite ve Kariyer Hazırbulunuşluğu

Bu alanın temel amacı, ilkokuldan lise düzeyine kadar uzanan süreçte öğrencileri STEM odaklı bir kariyer yoluna yönlendirmektir. İlkokul Kademesinde STEM Eğitimi İçin Hazırlık Süreci göstergesi, "College Talk" gibi üniversite farkındalığı etkinlikleri kullanılarak öğrencilerde STEM kariyerlerine yönelik erken farkındalık oluşturulmasının önemini vurgulamaktadır. Tam entegrasyonun sağlanabilmesi için okul içinde ve dışında sunulan fırsatlara ilişkin kanıtların ortaya konulması, ayrıca öğrencilere, velilere ve öğretmenlere STEM kariyerleri konusunda rehberlik edilmesi büyük önem taşımaktadır.

Ortaokul ve lise öğrencileri için STEM Üniversite ve Kariyer Fırsatlarına Erişim göstergesi, bir önceki göstergeden farklı olarak bu yaş grubundaki öğrencilerin STEM kariyer olanaklarına odaklanmaktadır. Öğrencilere ve ailelerine öz disiplin, ödev sorumluluğu ve not ortalaması gibi kariyer başarısı açısından kritik faktörler hakkında rehberlik sunulması, kariyer hazırbulunuşluğunu geliştirmek ve entegrasyon düzeyini artırmak açısından gereklidir. Benzer biçimde, Okul Öncesinden 12. Sınıfa Kadar STEM Girişimleri İçin Öğrenci Katılımı ve Destek Planlaması göstergesi, okulların öğrenciler ve aileler için gelecekteki STEM kariyerleri ve eğitim yollarına yönelik bilinçli destek sağlamaları gerektiğini vurgulamaktadır. Bu yaklaşım, tüm sınıf düzeylerinde öğrencilerin sürece etkin biçimde katılımını teşvik eden proaktif bir etkileşim anlayışının önemine dikkat çekmektedir.

Tablo 1. STEM Çerçevesinin Alanları ve Göstergeleri

Alanlar	Göstergeler
Alan 1	Okul Vizyonu ve Başarıya Yönelik Yapılar
	*STEM Misyonu ve Vizyonu
	*STEM Odaklı Okul Kültürü
	*STEM Programı Değerlendirmesi
	*Bütçe ve Kaynak Yönetimi
Alan 2	Müfredat, Öğretim ve Değerlendirme
	*Akademik Titizlik ve Öğretim Kalitesi
	*STEM Odaklı Müfredat
	* Otantik Değerlendirmeler
	* Personel Yeterliliği
Alan 3	Stratejik Ortaklıklar
Alan 4	Üniversite ve Kariyer Hazırbulunuşluğu
	* STEM İş Birlikleri
	* Ortaokul ve Lise Öğrencileri İçin STEM Üniversite ve Kariyer Fırsatlarına Erişim
	* Okul Öncesinden 12. Sınıfa Kadar STEM Girişimleri İçin Öğrenci Destek ve Katılım Planlaması

Yöntem

Araştırma Deseni

Bu nitel araştırmada araçsal durum çalışması deseni uygun görülmüştür. Bu yöntem, araştırma sorusuyla ilişkisi bakımından seçilen belirli bir durumu derinlemesine inceleyerek, değerli içgörüler elde etmeye, kuramsal kavramları test etmeye veya örneklendirmek amacıyla kullanılmasına olanak tanır. Dolayısıyla, araçsal durum çalışması, doğrudan durumun kendisine değil, belirli bir probleme odaklanmakta; söz konusu durumu, ilgili konunun daha derinlemesine anlaşılmasını sağlayan bir araç olarak kullanılmaktadır (Stake, 1995).

Bu araştırmada odak noktası, liselerin STEM eğitimine yönelik hazırbulunuşluk düzeyleridir. Farklı okul türlerinin yer alması, birden fazla durumun incelenmesini gerektirmektedir. Bu nedenle, çoklu durum çalışması yaklaşımı seçilmiştir. Baxter ve Jack'e (2008) göre, bu yaklaşım, durumlar arasındaki benzerlikleri ve farklılıkları incelemede etkili bir yöntemdir. Ayrıca, çoklu durum çalışmalarından elde edilen bulgular genellikle daha sağlam ve güvenilir kabul edilmektedir (Baxter ve Jack, 2008). Çoklu durum araştırmalarının yürütülmesi, araştırma konularının daha derinlemesine incelenmesine ve kuramsal gelişime katkı sağlamaktadır (Eisenhardt ve Graebner, 2007).

Örneklem

Bu araştırmanın çalışma grubunu Ankara'daki liseler oluşturmaktadır. Araştırmanın odak noktası ise bu okulların STEM eğitimine yönelik hazırbulunuşluk düzeyleridir. Bu amaç doğrultusunda dört farklı okul seçilmiştir: bir fen lisesi, bir özel lise, bir meslek lisesi ve bir devlet lisesi. Okulların seçimi, erişim kolaylığı ve araştırmanın amacına uygunluk gibi ölçütler göz önünde bulundurularak yapılmıştır. Araştırmacılar, iletişimi ve erişimi kolaylaştırmak amacıyla, daha önce akademik veya mesleki ilişki kurduğu Ankara'daki çeşitli okullarla iletişime geçmişlerdir. Bazı okullar, idari iş yükü veya takvim uyumsuzluğu gibi nedenlerle çalışmaya katılmayı reddetse de nihai örneklem olumlu geri dönüş yapan ve araştırmaya katılmaya istekli olan okullardan oluşmuştur. Dört farklı okul türünün dâhil edilmesi bilinçli bir tercihtir ve bu tercih, kurumsal kaynaklar, müfredat yönelimi ve öğrenci profili açısından farklı STEM hazırbulunuşluk düzeylerini yansıtmayı amaçlamaktadır. Ulaşım kolaylığı, okul türleri arasındaki çeşitlilik ve kilit personelin (örneğin, 'fen bilimleri öğretmenleri' ve 'müdür yardımcıları') erişilebilirliği gibi pratik etkenler de okul seçiminde etkili olmuştur.

Ayrıca araştırma, her okul türünden bir örnek seçilerek yürütülen çoklu durum çalışması desenine dayanmaktadır. Bu yaklaşım, durumlar arasında çeşitlilik sağlarken, araştırmanın kapsamını ayrıntılı inceleme açısından uygulanabilir düzeyde tutmuştur. Baxter ve Jack'in (2008) belirttiği üzere, çoklu durum çalışması araştırmacıya hem her bir durumu kendi bağlamında hem de durumlar arasında karşılaştırmalı olarak analiz yapma olanağı sunar. Bu nedenle, her okul türünden bir örnek seçilmesinin, çeşitliliği sağlamada ve anlamlı karşılaştırmalar yapılmasına imkân tanmada yeterli olacağı düşünülmüş, aynı zamanda derinlemesine analiz için yönetilebilir bir örneklem büyüklüğü korunmuştur.

Özel lise, ulusal müfredata ek olarak uluslararası bir müfredat sunmasıyla diğer okullardan ayrılmaktadır. Bu okul, yabancı öğrenciler ve öğretmenlerden oluşan çeşitli bir öğrenci profiline sahip olup, iyi donanımlı laboratuvarlarla desteklenmiştir. Coğrafya gibi tematik dersliklerin sıkça kullanıldığı gözlemlenmiştir. Okulda tam donanımlı üç fen laboratuvarı bulunmasına rağmen, bilgisayar laboratuvarı mevcut değildir.

Fen lisesi, Millî Eğitim Bakanlığı'nun lise giriş sınavı sonuçlarına göre gösterdiği başarı temelinde seçilmiş olup hem şehirde hem de ülkede önde gelen liselerden biri olarak kabul edilmektedir. Yapısal açıdan özel lise ile benzerlik gösterse de laboratuvarları ve ekipmanları daha eski olduğu tespit edilmiştir. Okulda iki fizik laboratuvarı, iki kimya laboratuvarı ve iki biyoloji laboratuvarı bulunmakta olup, bu laboratuvarlar öğrencilerin proje ve deney çalışmalarını yürütmeleri için yeterli altyapıyı sağlamaktadır. Okul içerisinde her biri akıllı tahta ve internet bağlantısı ile donatılmış 16 derslik yer almaktadır. Dikkat çekici bir şekilde, bu okul seçilen diğer okullardan farklı olarak aktif biçimde 3D yazıcılar kullanılmaktadır. Ayrıca, ders içi ve ders dışı etkinliklerde kullanılmak üzere altı atölye sınıfı da mevcuttur.

Meslek liseleri, öğrencileri teknik alanlarda yetiştirerek ekonomik kalkınma için gerekli iş gücünü sağlamayı amaçlamaktadır. Bu çalışmada yer alan meslek lisesi geniş bir fiziki alana sahip olup, çok sayıda laboratuvar ve atölye sınıfı barındırmaktadır. Toplamda 12 laboratuvar ve atölye sınıfı bulunmaktadır ve bu laboratuvarlardaki kaynaklar aktif olarak kullanılmaktadır. Ulusal üniversite giriş sınavlarında başarı düzeyi görece düşük olan ve farklı okul türlerini tercih eden öğrenciler ise devlet liselerine devam etmektedir. Bu tür okullarda müfredat standart yapıdadır. İncelenen devlet lisesinde sınıflar akıllı tahtalarla donatılmış olsa da oldukça kalabalık olduğu ve laboratuvarlar kullanılmadığı bilinmektedir. Eğitim süreci bütünüyle üniversite giriş sınavına hazırlık odaklı yürütülmektedir.

Bu araştırmanın hedef grubundaki katılımcıların kolay ulaşılabilir, coğrafi olarak yakın ve araştırmaya katılmaya istekli olmaları nedeniyle, kullanılan örnekleme yöntemi kolay ulaşılabilir örnekleme olarak tanımlanabilir (Dörnyei, 2007). Bununla birlikte, çalışmada amaçlı örnekleme yöntemi de kullanılmıştır. Bu yaklaşım, 'doygunluk' kavramına dayanmaktadır (Miles ve Huberman, 1994); yani araştırmacı, yeni bilgi elde edilmediği noktaya kadar görüşmelere devam etmektedir. Bu nedenle araştırmanın başlangıcında örnekleme büyüklüğü önceden belirlenmemiştir. Sonuç olarak, her okuldan en az bir müdür yardımcısı veya okul müdürü ile iki öğretmen katılım göstermiştir. Toplamda dokuz fen veya matematik öğretmeni ile dört müdür yardımcısı ya da okul müdürü araştırmaya dâhil olmuştur. Katılımcı seçimi homojen biçimde yapılmış ve tüm görüşmeler gönüllülük esasına dayalı olarak gerçekleştirilmiştir.

Veri Toplama ve Analizi

Bu çalışmada, görüşme sorularının oluşturulmasına yardımcı olmak amacıyla New York Şehri Eğitim Departmanı'nın STEM Eğitimi Çerçevesi Ölçütleri kullanılmıştır. Çerçeve, her biri belirli göstergeler ve bunlara karşılık gelen ölçütlerden oluşan dört alandan oluşmaktadır. Bu göstergeler, soruların seçilmesinde yol gösterici olmuş ve okulların hazırbulunuşluk düzeyleri "başlangıç", "gelişmekte olan", "bütünleşik" veya "tamamen bütünleşik" olarak sınıflandırılmıştır. Anlamlı ve ilgili veriler toplayabilmek amacıyla, katılımcılarla gönüllülük esasına dayalı olarak yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Görüşmeler için belirli bir süre sınırı konmamış, ancak ortalama yirmi dakika sürmüştür. Görüşme soruları, çerçeveye uyumlu olacak şekilde titizlikle hazırlanmış ve bu sayede katılımcılardan elde edilen verilerin araştırma amacına yüksek düzeyde hizmet etmesi sağlanmıştır.

Görüşme sorularının geçerlik ve güvenilirliğini sağlamak amacıyla, geliştirme sürecinde uzman görüşüne başvurulmuştur. Bu kapsamda, iki STEM eğitimi uzmanı ve bir nitel araştırma uzmanı ile görüşmeler yapılarak soruların açıklık, uygunluk ve NYC STEM Eğitimi Çerçevesi ile uyum açısından değerlendirilmesi sağlanmıştır. Ayrıca, soruların anlaşılabilirliğini ve akışını test etmek amacıyla, araştırmacının görev yaptığı okulda bir pilot uygulama gerçekleştirilmiştir. Pilot çalışmadan ve uzman geri bildirimlerinden elde edilen bulgular doğrultusunda, ifadelerde ve soru sıralamasında küçük düzenlemeler yapılmıştır. Görüşme formunun son hâli, araştırma danışmanı tarafından onaylanmış ve bu süreç, veri toplama aracının kapsam ve görünüş geçerliğine katkı sağlamıştır.

Araştırmanın analiz aşamasında, tüm görüşme ses kayıtları verilerin doğruluğunu ve derinliğini sağlamak amacıyla kelimesi kelimesine yazıya aktarılmıştır. Bu süreç, her katılımcı okuldan iki fen/matematik öğretmeni ile bir yöneticiden elde edilen ayrıntılı ifadeleri kapsamaktadır. Analiz süreci, araştırmacılar tarafından görüşmeler öncesinde, sırasında ve sonrasında tutulan notlarla desteklenmiştir. Bu notlar, kodların bütünleştirilmesini ve verilere ilişkin anlamlı yorumların geliştirilmesini kolaylaştırmış olup, nitel araştırmanın önemli avantajlarından birini temsil etmektedir (Denzin ve Lincoln, 2011). Çözümleme sonrasında, araştırmacılar görüşme dökümlerini inceleyerek ilgili bölümleri vurguladıkları bir ön kodlama aşaması gerçekleştirmiştir. Görüşme soruları NYC STEM Eğitimi Çerçevesi'ne göre yapılandırılmış olup hem uzmanlardan hem de uygulayıcılardan elde edilen yanıtlar sürekli karşılaştırmalı yöntem kullanılarak analiz edilmiştir. Bu yöntem, toplanan veriler ile ortaya çıkan kategoriler arasında sürekli karşılaştırma yapılmasına olanak tanıyarak, bu çalışmanın amaçları için son derece uygun bir analiz yaklaşımı sunmuştur (Creswell ve Poth, 2016)."

Analiz süreci, açık kodlama aşamasıyla başlamış ve bu aşamada görüşme verilerindeki anahtar kelimeler, ifadeler ve cümleler incelenmiştir. Kolb'un (2012) önerisine uygun olarak, araştırmacılar veriler üzerinde "Ne anlaşıldı? Ne anlaşılmadı?" sorularını sorarak karşılaştırmalar yapmıştır. Analizin ikinci aşamasında ise veriler, kategoriler arasındaki bağlantılar kurularak yeniden düzenlenmiş ve kodlar, ana temalarla uyumlu hâle getirilmiştir. Bu analiz sonucunda, uygulayıcıların bakış açısından okulların hazırbulunuşluk düzeylerine ilişkin çeşitli temalar ortaya çıkmıştır."

Analizin ilerleyen aşamalarında, her bir alan (domain) altında ana başlıklar belirlenmiş ve toplamda 25 başlığa ulaşılmıştır. Her bir başlık, 1'den 4'e kadar puanlanan dört farklı gösterge içermektedir. Birinci alan (Domain 1) için üç ana başlık tanımlanmış ve her biriyle ilişkili dört gösterge belirlenmiştir. Her okul, görüşme sorularından elde edilen bulgular doğrultusunda ilgili göstergeler altında sınıflandırılmıştır. Bu bölümde, katılımcıların sıklıkla kullandığı kelimeleri belirlemek ve bu kelimelerin kullanım sıklığını değerlendirmek amacıyla özetleyici bir yaklaşım benimsenmiştir (Hsieh ve Shannon, 2005). Sıklıkla tekrarlanan kelimelerin sayısal olarak belirlenmesi, her ne kadar nicel bir analiz izlenimi yaratsa da (Kondracki vd., 2002), araştırmacının temel odağı içerik yorumuna dayandığından, çalışma nitel bir araştırma niteliği taşımaktadır (Hsieh ve Shannon, 2005).

Bu araştırmada kullanılan 4 puanlık değerlendirme sistemi (1 = Başlangıç, 2 = Gelişmekte Olan, 3 = Bütünleşik, 4 = Tam Bütünleşik), okul hazırbulunuşluğunu her alt alan için dört düzeyde sınıflandıran NYC STEM Çerçevesi'nden doğrudan uyarlanmıştır. Çerçevedeki her alt alan, bu hazırbulunuşluk düzeylerinden biriyle uyumlu gözlenebilir göstergeler içermektedir. Veri analizi sürecinde, katılımcı yanıtları içerik analizi ve göstergeyle ilişkili ifadelerin sıklığına göre incelenmiş ve ilgili göstergelerle eşleştirilmiştir. Katılımcı yanıtları açık biçimde belirli bir düzeyin özelliklerini yansıttığında, buna göre kodlama yapılmıştır. Örneğin, bir okulun herhangi bir STEM misyonu veya uygulaması yoksa '1 = Başlangıç'; STEM etkinlikleri yalnızca ara sıra ve parçalı biçimde yürütülüyorsa '2 = Gelişmekte Olan'; STEM uygulamaları düzenli ve yapılandırılmış biçimde gerçekleştiriliyorsa '3 = Bütünleşik'; STEM yaklaşımı müfredatın ve okul kültürünün geneline yerleşmişse '4 = Tamamen Bütünleşik' olarak kodlanmıştır. Bu süreç, dört seçilen okulun tüm alanları için tutarlı biçimde uygulanmıştır. Puanlama aşamasının sonunda, her okulun toplam hazırbulunuşluk puanı (minimum 25, maksimum 100) hesaplanarak okulun STEM hazırbulunuşluk düzeyi belirlenmiştir. Bu yapıya göre, 25-43 arası puan alan okullar Başlangıç, 44-62 arası puan alanlar Gelişmekte Olan, 63-81 arası puan alanlar Bütünleşik, 82-100 arası puan alanlar ise Tamamen Bütünleşik olarak sınıflandırılmıştır. Bu aralıklar, olası puan aralığında eşit dağılımı yansıtacak şekilde tasarlanmış ve NYC STEM ölçütleri tarafından belirlenen dört basamaklı çerçeveye kavramsal olarak uyumlu hale getirilmiştir.

Analizin güvenilirliğini sağlamak amacıyla, kodlama süreci ana araştırmacı ile iki alan uzmanı tarafından birlikte yürütülmüştür. Her bir kodlayıcı, yazıya aktarılmış verileri birbirinden bağımsız olarak incelemiş ve puanlamıştır. Daha sonra kodlayıcılar arasındaki puanlar karşılaştırılarak tutarlılık düzeyi değerlendirilmiştir. Puanlamadaki farklılıklar, karşılıklı tartışma yoluyla uzlaşıya varılarak giderilmiştir. Bu üçlü kodlama yaklaşımı, tüm alanlarda nihai puanlamanın güvenilirliğini ve tutarlılığını artırmış, ayrıca araştırmacının yönetsel sağlamlığını desteklemiştir.

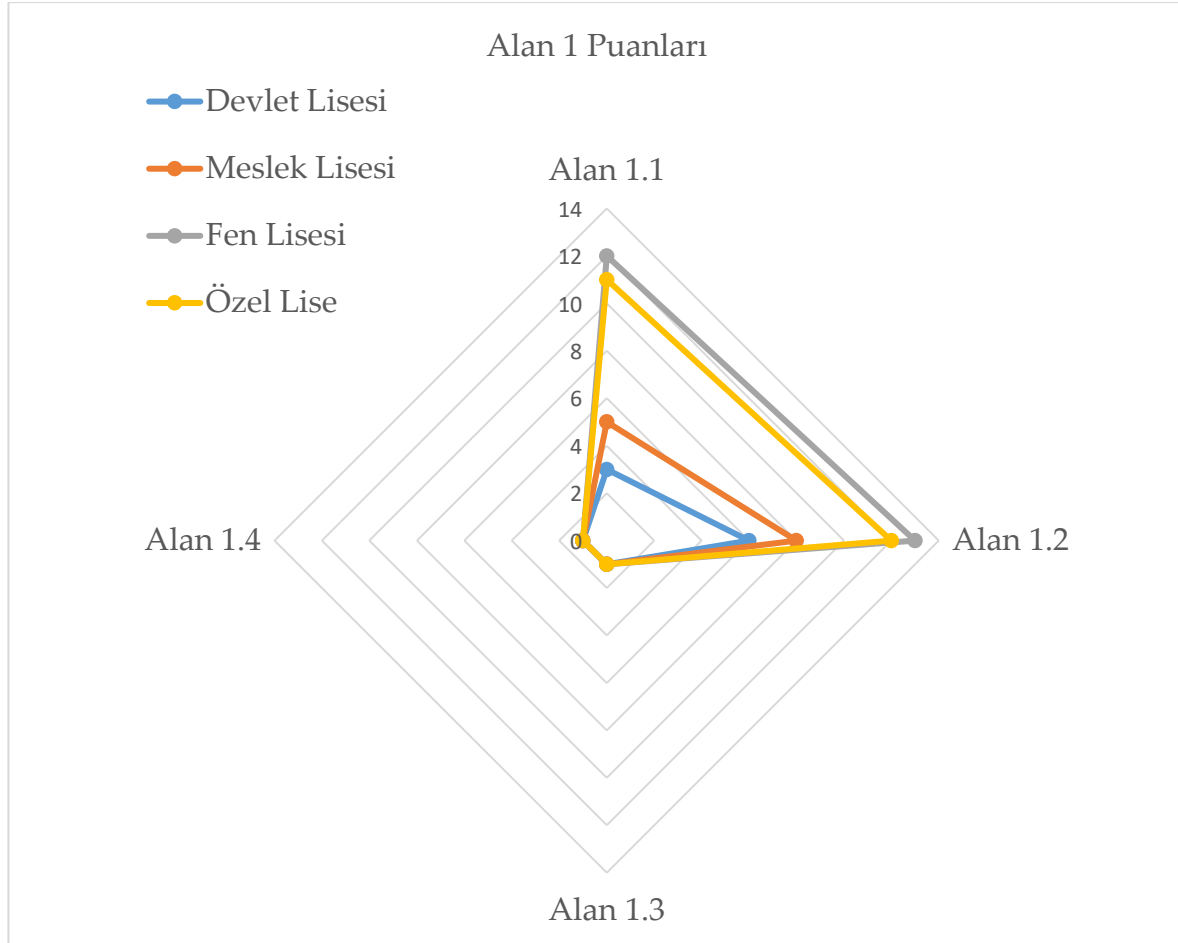
Bulgular

Alan Puanları

Aşağıda yer alan şekillerde, okulların STEM vizyonu, öğretim uygulamaları, okul yapıları ve kariyer hazırlığına ilişkin her bir alanda elde ettikleri puanlar sunulmaktadır. Alan 1, okulların STEM vizyonuna ve başarı için gerekli yapılara odaklanmaktadır. Bu alan, her bir okulun STEM vizyonunu ne ölçüde tanımladığını ve bu vizyonu gerçekleştirmek için hangi destekleyici yapıların mevcut olduğunu değerlendiren dört alt alandan oluşmaktadır. Alan 1.1, STEM'in amaç ve vizyonuna ilişkin üç alt kategoriden oluşmaktadır. Katılımcılar bu alanda, her kategori için minimum 1 ve maksimum 4 puan üzerinden değerlendirildiğinden, toplamda 4 ila 12 puan arasında sonuçlar almaktadır. Alan 1.2, STEM odaklı okul kültürünü incelemiş ve dört kategoriden oluşmuştur; bu alandaki katılımcı puanları 4 ila 16 arasında değişmiştir. Alan 1.3, STEM program değerlendirmesine; Alan 1.4 ise STEM bütçesine

odaklanmıştır. Bu iki alanın en yüksek puanı 8, en düşük puanı ise 4 olarak belirlenmiştir. Buna göre, bu alanın (Alan 1) toplam puanının en yüksek değeri 36/100 olarak hesaplanmıştır (Şekil 1). Alan 2, dört alt alan içermekte olup, esas olarak STEM müfredatı, öğretim ve değerlendirme konularına odaklanmıştır. Önceki alanlarda kullanılan aynı yöntemle yapılan analizler sonucunda, bu alanın en yüksek puanı 44/100 olarak belirlenmiştir (Şekil 2). Aynı süreç Alan 3 ve Alan 4 için de uygulanmış; bu alanlarda sırasıyla en yüksek 8/100 ve 12/100 puan elde edilmiştir (Şekil 3).

Alan 1 Bulguları: Okul Vizyonu ve Başarıya Yönelik Yapılar



Şekil 1. Alan Puanları

1.1 (STEM Misyon ve Vizyonu): Katılımcılardan elde edilen veriler, devlet lisesinde görev yapan hiçbir katılımcının STEM kavramına aşina olmadığını veya bu alana herhangi bir ilgi göstermediğini ortaya koymuştur. Meslek lisesinde ise yalnızca birkaç katılımcı bu terimi daha önce duymuş, ancak anlamı konusunda net bir fikir sahibi olmadıklarını belirtmiştir. Kavramı bilenler arasında ise sadece az sayıda kişi STEM eğitime ilgi göstermiştir. Bazı katılımcılar STEM'in çeşitli kurumlar tarafından oluşturulmuş bir organizasyonu ifade ettiğini düşünürken, bazıları bunun fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarının kısaltması olduğunu ya da bu alanlarla ilişkili bir kavramı temsil ettiğini ifade etmiştir.

Buna karşılık, fen lisesi ve özel lise katılımcılarının tamamı STEM eğitimi kavramına aşina olduklarını ve bu alana ilgi duyduklarını belirtmiştir. Özel lisedeki katılımcılar STEM'i "disiplinler arası bir yaklaşım" olarak tanımlamıştır. Buna bağlı olarak, devlet lisesi ve meslek lisesi henüz herhangi bir STEM misyonu veya vizyonu oluşturmazken, fen lisesi bu misyon ve vizyonu hâlihazırda tanımlamış, özel lise ise bunları uygulama aşamasına gelmiştir.

Bulgular, katılımcıların genel olarak STEM ve STEM eğitimi tanımları konusunda kafa karışıklığı yaşadıklarını göstermektedir. Özel lisede görev yapan öğretmenler, eleştirel düşünme, öz değerlendirme ve disiplinler arası bağlantıları teşvik eden Uluslararası Bakalorya (IB) Programı içinde yer almaları sayesinde STEM kavramına ilişkin kapsamlı bir anlayışa sahiptir. Benzer şekilde, fen lisesi katılımcıları da araştırma üniversiteleriyle yürüttükleri iş birlikleri sayesinde STEM'i güçlü bir biçimde kavradıklarını ortaya koymuştur. Bu bağlamda, söz konusu okulların açık ve net bir STEM misyonu ve vizyonu oluşturmaları büyük önem taşımaktadır.

Buna karşılık, diğer okullardaki katılımcılar üniversite giriş sınavlarına odaklanılması ve öğrencilerin akademik başarı düzeyine ilişkin kaygılar nedeniyle STEM'e oldukça sınırlı bir ilgi göstermektedir. Düşük akademik başarı düzeyi, kaliteli fen, teknoloji, mühendislik ve matematik eğitiminin verilmesinin önünde bir engel olarak görülmektedir. Ancak bu durum, bir sınırlayıcı etken olarak görülmemelidir; çünkü STEM etkinlikleri, her eğitim düzeyine uygun biçimde uyarlanabilir ve eğitimin her aşamasında uygulanabilir (ABD Eğitim Bakanlığı, 2015). Dolayısıyla, STEM şu anda bu okullar için bir öncelik olmasa da gelecekte bu durumun değişip değişmeyeceği belirsizdir.

Alan 1.2 (STEM Odaklı Okul Kültürü): STEM odaklı okul kültürü alanı incelendiğinde, devlet lisesi ve meslek lisesinin yalnızca sınırlı sayıda STEM ile ilişkili ders ve disiplinler arası öğretim fırsatı sunduğu görülmektedir. Bu okullarda laboratuvarlar bulunmakla birlikte, STEM etkinliklerine yönelik özel olarak tasarlanmış dersler ve fiziksel alanlar mevcut değildir. Devlet lisesindeki katılımcılar, sınıfların kalabalık olmasının STEM eğitiminin etkili bir biçimde uygulanmasını engellediğini belirtmiştir.

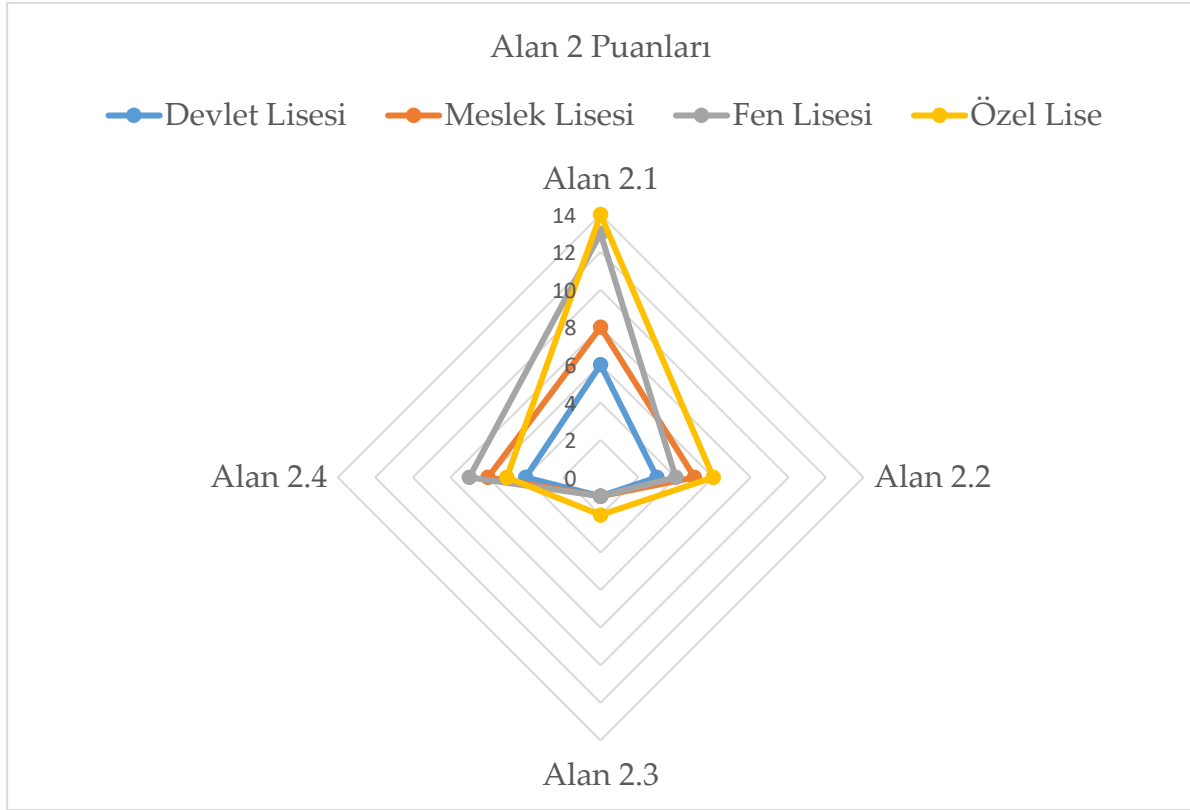
Buna karşılık, özel lise ve fen lisesi, STEM entegrasyonu açısından daha uygun bir ortam sunmaktadır. Bu kurumlarda STEM odaklı çalışmaların sayısı daha fazladır; ayrıca disiplinler arası derslerin yürütülmesine olanak sağlayan özel STEM sınıfları ve laboratuvarlar bulunmaktadır. Bununla birlikte, fen lisesi ve özel lise, STEM eğitimi için destekleyici bir atmosferin oluşmasına katkı sağlayabilecek daha fazla sayıda öğretmene sahip olsalar da, bu sayı STEM girişimlerinin potansiyelini tam anlamıyla hayata geçirmek için hâlâ yetersizdir. Genel olarak bulgular, bu okullar arasında STEM eğitimi açısından hazırbulunuşluk ve okul kültürü bakımından belirgin bir fark bulunduğunu göstermektedir; kaynaklar ve destek açısından fen lisesi ile özel lise önde görünmektedir.

Her ne kadar okullar hâlihazırda tam anlamıyla STEM odaklı bir kültüre sahip olmasalar da bazıları bu yönde adım atma isteği göstermektedir. Fen lisesi ve özel lisedeki bazı öğrenci kulüpleri STEM'e odaklanmakta, ancak bu girişimler henüz okul genelinde bir politika hâline gelmemiştir. IB programının STEM projelerini kapsamaması nedeniyle, özel okula devam etmenin bu açıdan avantaj sağladığı söylenebilir. Bulgulardan çıkarılabilecek olumlu bir nokta ise, tüm okullardaki katılımcıların artık müfredata teknolojiyi entegre etmenin tek başına STEM anlamına gelmediğini fark etmeleridir. Bu noktada, STEM odaklı bir kültürün geliştirilmesi öncelikle farkındalık gerektirmektedir. Derslerinde teknolojiyi kullanan ya da fen deneylerine yer veren öğretmenler, aslında STEM yaptıklarını düşünseler de gerçekte bu yaklaşımı tam olarak uygulamamaktadır. STEM odaklı bir kültürün geliştirilmesinde bir diğer kritik unsur ise, uygun koşulların oluşturulması ve okul yöneticileri ile öğretmenlerin bu sürece dâhil edilmesidir; ancak bazı okullar açısından bu sürecin hâlâ belirli güçlükler içerdiği görülmektedir. Örneğin, devlet lisesindeki öğretmenler STEM etkinliklerine katılım konusunda motive değildir. Bu durum, sınav odaklı Türk eğitim sistemiyle veya bireysel katılımcı özellikleriyle ilişkili olabilir, ancak bu konu başka bir araştırmanın kapsamına girmektedir. Bu bulgular, okulların STEM kültürünü geliştirebilmeleri için hâlâ zamana ve motivasyona ihtiyaç duyduklarını göstermektedir.

Alan 1.3-1.4 (STEM Programının Değerlendirilmesi – Bütçe ve Kaynak Yönetimi): Bu alanlardan elde edilen verilere göre, okullarda STEM eğitiminin değerlendirilme sürecine ilişkin herhangi bir kanıt bulunmamıştır. Ayrıca, STEM eğitimi için herhangi bir bütçe ayrılmadığı da rapor edilmiştir. Bu nedenle, tüm okullar bu alanlardan 4'lük ölçekte 1 puanla değerlendirilmiştir. Katılımcıların yanıtları, okullarda STEM eğitiminin sunulmadığını ve dolayısıyla STEM'e özgü bir bütçe kavramının da mevcut olmadığını göstermektedir. Bu okullar, STEM eğitimi için kaynak ayırmayı bir kenara bırakalım, acil mali ihtiyaçlarını bile karşılamakta zorlanmaktadır. Dolayısıyla STEM'e yönelik bir değerlendirme süreci de gündemde değildir. Öncelikli olarak, proje giderleri ve laboratuvar

malzemeleri gibi günlük harcamalarını karşılamak zorundadırlar; STEM yatırımı ancak bu ihtiyaçlardan sonra gündeme gelebilmektedir. Görüşülen okulların neredeyse tamamı, uygun bir bütçeye sahip olmadıklarını ifade etmiştir. Zorunlu durumlarda ise kaynaklar genellikle bağışlar ve veli desteği yoluyla sağlanmaktadır.

Alan 2 Bulguları: (Müfredat, Öğretim ve Değerlendirme)



Şekil 2. Alan 2 Puanları

Alan 2.1 (Akademik Titizlik ve Öğretim Kalitesi): Akademik Titizlik ve Öğretim Kalitesi alanlarından elde edilen bulgulara göre, bu bölüm dört alt alanı kapsamaktadır. Fen lisesi ve özel lise, öğretim süreçlerinde öğrenci merkezli yaklaşımlar ile sorgulamaya dayalı yöntemleri sistematik biçimde uygulamaktadır. Buna karşılık, bu tür uygulamaların diğer okullarda oldukça sınırlı düzeyde gerçekleştirildiği görülmektedir. Düz lisede ise STEM odaklı etkinliklere neredeyse hiç yer verilmemekte, kullanılan öğretim stratejilerinin STEM yaklaşımıyla tam olarak örtüşmediği görülmektedir. Genel olarak, hiçbir okulda STEM yöntemlerinin bütüncül biçimde uygulanmadığı ve mevcut öğretim stratejilerinin STEM müfredatıyla tam bir tutarlılık göstermediği sonucuna ulaşılmıştır.

Elde edilen bulgular, sorgulamaya dayalı öğrenmenin, STEM'in sınıf içi öğretime entegrasyonunun ve STEM uygulamalarının kullanımının, büyük ölçüde öğretmenlerin bireysel inisiyatifine bağlı olduğunu göstermektedir. Bu durum özellikle özel liselerde belirgin biçimde görülmektedir, çünkü bu okullardaki öğretmenler daha planlı ve yapılandırılmış bir öğretim yaklaşımı benimsemektedir. Bunun nedeni, IB programının yapısından kaynaklanmaktadır. IB programı, öğretmenlerden sorgulamaya dayalı yöntemleri ve öğrenci merkezli pedagojileri resmî olarak uygulamalarını beklemekte; bu da öğretim sürecine ek sorumluluklar getirmektedir. Benzer şekilde, fen lisesindeki öğretmenler de derslerine STEM'i entegre etme konusunda istekli olduklarını ifade etmişlerdir. Ancak, üniversite giriş sınavı bu süreçte önemli bir engel olarak öne çıkmaktadır; öğrenciler 10. sınıftan itibaren sınava hazırlığa odaklanmakta ve yeni konuları keşfetmeye daha az zaman ayırmaktadır. Buna karşılık, düz liselerdeki öğretmenler STEM eğitimi uygulamaya karşı oldukça düşük bir ilgi göstermektedir.

Görüşmeler, bazı öğretmenlerin sorgulamaya dayalı öğrenme yöntemine aşına olmadıklarını ortaya koymuş; bu durum, ülkede STEM eğitiminden ziyade öğretmen eğitiminin öncelikli bir ihtiyaç olduğunu göstermiştir. Vermunt'un (2014) da belirttiği üzere, öğrenci öğrenme süreçleri ile öğretmen öğrenme süreçleri birbirine bağlıdır; öğretmen öğrenmesinin niteliği, doğrudan öğrenci öğrenmesinin niteliğini etkilemektedir. Bu nedenle, öğretmenlerin yeni beceriler edinmesini sağlayan bu öğrenme sürecinin sürekli olduğunun farkında olunması büyük önem taşımaktadır (Solheim vd., 2018).

Alan 2.2 (STEM Odaklı Müfredat): Bu alan, derslerde STEM temelli öğretim uygulamalarının ne ölçüde yer aldığı, STEM içerikli bir müfredatın varlığı ve öğrencilerin STEM kavramlarını uygulama fırsatlarını incelemektedir. Düz lisede, STEM temelli öğretim etkinliklerine hiçbir şekilde yer verilmezken; diğer okullarda bu tür uygulamaların oldukça sınırlı düzeyde gerçekleştirildiği görülmektedir. Ayrıca, hiçbir okulda STEM'e özgü bir içerik ya da yapılandırılmış bir öğretim programı bulunmamaktadır. Özel lise müfredatında STEM yalnızca belirli derslerde ve kısmen yer almaktadır. Bulgular, katılımcı okulların genel olarak öğrencilere düzenli STEM etkinlikleri sunmadığını; yalnızca meslek liselerinde ve özel lisede zaman zaman bu tür uygulamaların gerçekleştirildiğini ortaya koymaktadır. Meslek lisesindeki öğretmenler, öğrencilerin düzenli olarak yeni teknolojilerin kullanıldığı üretim tesislerine ve fabrikalara saha gezileri düzenlediklerini belirtmiştir. Bu gezilerin, öğrencilerin STEM alanlarının gerçek yaşam uygulamalarını gözlemlemelerine katkı sağladığı düşünülse de öğretim programında bu gezileri STEM eğitimiyle ilişkilendiren açık ve ölçülebilir hedeflerin yer almadığı görülmüştür.

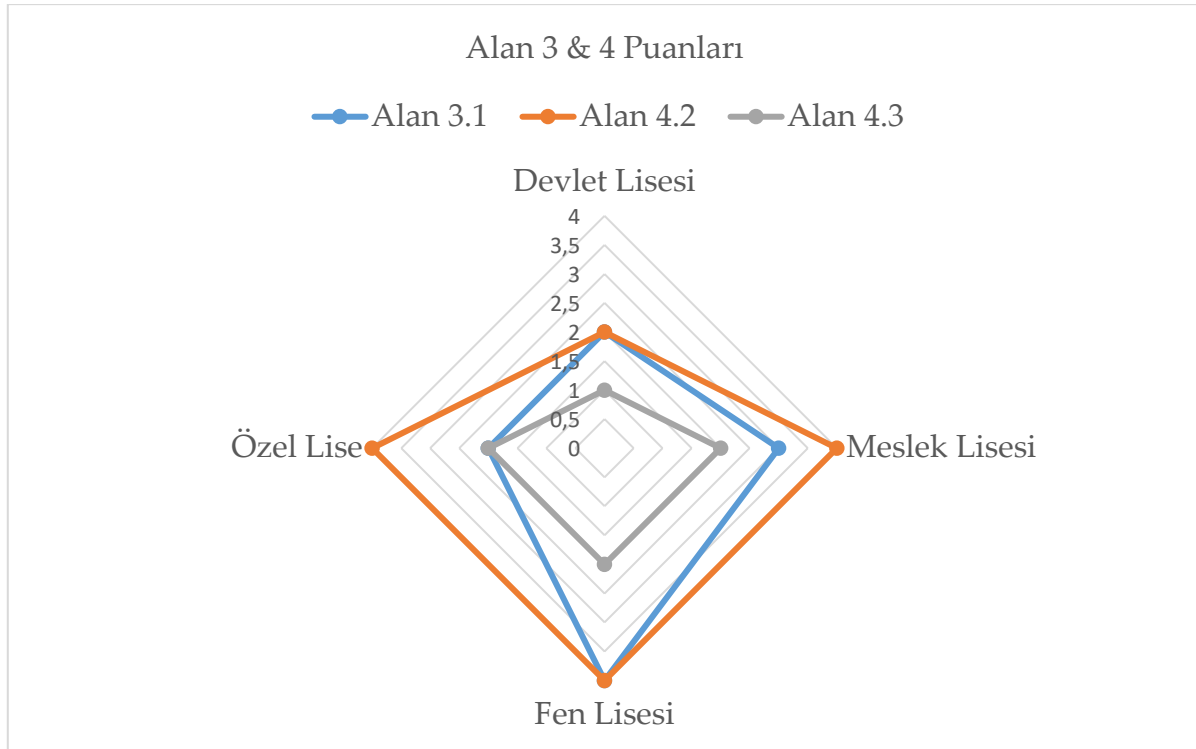
Alan 2.3 (Otantik Değerlendirme): Katılımcılardan elde edilen bilgilere göre, özel lise dışında hiçbir kurumda otantik değerlendirme yöntemleri kullanılmamaktadır. Bu nedenle özel lise bu alandan 4 üzerinden 2 puan, diğer okullar ise 4 üzerinden 1 puan almıştır. Otantik değerlendirme, öğrencilerin temel bilgi ve becerilerini gerçek dünyadaki durumlara uygulamalarına olanak tanıyan ve geleneksel değerlendirme yöntemlerinden ayrılan bir yaklaşımdır (Mueller, 2008). Okulların hâlâ çoktan seçmeli testler, boşluk doldurma, doğru-yanlış ve eşleştirme soruları gibi geleneksel ölçme tekniklerini kullanmaya devam ettikleri görülmektedir. Yine de bu noktada IB programının otantik değerlendirmeyi destekleyen politikalara sahip tek sistem olduğu; ancak bu politikaların uygulamada yeterince etkili biçimde yürütülmediği belirtilmelidir.

Alan 2.4 (Personel Yeterliliği): Bu alanda yapılan analizler, okulların tamamında öğretmenlerin STEM derslerini yürütmek için gerekli deneyim veya pedagojik bilgiye sahip olmadığını ortaya koymuştur. Ayrıca, bazı okullarda öğretmen iş birliği oldukça sınırlı düzeyde gerçekleşirken, özel lise ve düz lise öğretmenlerinin STEM ile ilgili konularda hiçbir ortak çalışma yürütmedikleri belirlenmiştir. Fen lisesi ise öğretmenlerine plansız da olsa STEM konularında en çok destek sağlayan okul olmuştur; buna karşılık, düz lise öğretmenlerine bu konuda hiçbir destek sunmamaktadır.

Katılımcı verilerine göre öğretmenler, STEM eğitimi konusunda yeterli akademik bilgiye sahip olmadıklarını ifade etmiştir. Meslek lisesi öğretmenleri, STEM derslerini öğretmeye açık olduklarını belirtmiştir. Bununla birlikte, yöneticilerin bu konuda sağladığı desteğin tek başına yeterli olmadığı, ayrıca okulların fiziksel ortamlarının da STEM eğitime uygun şekilde dönüştürülmesi gerektiği vurgulanmıştır. Ancak, öğretmenlerin ya da yöneticilerin kendilerini bu alanda geliştirmelerine yönelik herhangi bir zorunluluk bulunmamaktadır. Ayrıca, sınıf ortamında STEM bilgi ve uygulamalarının sistemli bir biçimde paylaşılması da söz konusu değildir. Katılımcılar, bu akışı kendi bireysel çabaları ve motivasyonlarıyla sürdürmektedir.

Alan 3 Bulguları (Stratejik Ortaklıklar)

Katılımcılardan elde edilen bilgilere göre, meslek lisesi ve fen lisesi dışındaki okulların üniversiteler veya şirketlerle stratejik STEM iş birlikleri bulunmamaktadır. Ayrıca, ailelerle yürütülen STEM girişimleri oldukça sınırlı kalmakta, diğer okullarla yapılan ortak çalışmalar ise oldukça seyrek görülmektedir. Düz lisedeki katılımcılar, velilerin temel kaygısının çocuklarının geleceğinden ziyade sınavlarda başarılı olmaları olduğunu belirtmiştir. Bu durum, ailelerin taleplerinin sınırlı olmasından kaynaklanmakta ve okulda STEM'e yönelik bir yönelim oluşmamasına neden olmaktadır. Oysa, aileler, üniversiteler ve diğer eğitim kurumlarıyla kurulacak iş birlikleri, STEM eğitiminin gelişimi ve sürdürülebilirliği açısından kritik bir öneme sahiptir.



Şekil 3. Alan 3&4 Puanları

Alan 4 Bulguları (Üniversite ve Kariyer Hazırbulunuşluğu)

Öğrencilere Yönelik STEM Kariyer Farkındalığı ve Erişim Planlaması göstergesine ilişkin bulgular, düz lisede STEM kariyerlerine yönelik herhangi bir kaynağın bulunmadığını; diğer üç okulda ise öğrencilerin STEM alanlarındaki kariyer olanaklarını tanımalarına yönelik fırsatların oldukça sınırlı olduğunu göstermektedir. Bu fırsatların azlığına ek olarak, STEM alanlarındaki olanaklardan haberdar olan öğrenci sayısı da oldukça düşüktür; hatta düz lisede hiçbir öğrenci bu konuda bilgi sahibi değildir. Diğer okullarda da öğrencilerin STEM alanlarında geleceğe yönelik planlama desteği almadıkları görülmektedir. Ülkemizdeki eğitim sisteminin temel amacının üniversite sınavına hazırlık olması nedeniyle hem aileler hem de öğrenciler yalnızca sınav başarısına odaklanmaktadır. Bu nedenle, okullarda STEM kariyer planlamasına yönelik çalışmaların ya hiç bulunmaması ya da son derece sınırlı kalması şartıdır.

Analizin son aşamasında, katılımcıların yanıtlarından öne çıkan ifadeler belirlenmiştir. Bu önemli ifadelerden anlam öğeleri oluşturulmuş ve bu öğeler daha geniş temalar altında düzenlenmiştir. Çalışmadan elde edilen temalar arasında; STEM hakkında bilgi ve farkındalık eksikliği, STEM entegrasyonuna sahip bir öğretim programına duyulan gereksinim, üniversite sınavı kaygısının STEM eğitimi için bir engel oluşturması ve STEM girişimlerini destekleyecek bütçe ile kaynak ihtiyacı yer almaktadır.

Tema 1: STEM Hakkında Bilgi ve Farkındalık İhtiyacı

Görüşme bulgularına göre, katılımcıların önemli bir kısmının STEM hakkında sınırlı bilgiye sahip olduğu, bazılarının ise eksik ya da hatalı bilgilere dayandığı görülmektedir. Dolayısıyla katılımcılar arasında genel STEM farkındalığı oldukça düşüktür. Bazı katılımcılar STEM'i yalnızca bir kavram olarak tanımlarken, diğerleri onu bir süreç, bir kaynak ya da yeni bir kavram olarak görmektedir. Bu nedenle, eğitim kurumlarının STEM odaklı öğretimi etkili biçimde yürütebilmeleri için STEM'in kapsamlı ve doğru biçimde tanımlanması büyük önem taşımaktadır.

Aşağıda, STEM'in tanımına ilişkin farklı bakış açılarını yansıtan bazı katılımcı ifadeleri yer almaktadır:

"STEM'i duydum, ama STEM eğitimini duymadım." (Ö)

"STEM, birçok kuruluşun yaptığı bir şeydir." (Ö)

"STEM, fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarında bir öğrenme yöntemidir." (Y)

"STEM, matematik, fizik, kimya, biyoloji ve teknolojiye yatkın olmak demektir." (Ö)

"STEM, tüm bilimlerin bir arada olduğu bir sistemdir." (Ö)

Tema 2: STEM Entegrasyonuna Sahip Bir Öğretim Programına Duyulan Gerekse

Görüşmeler sırasında öne çıkan temalardan biri, STEM'in öğretim programlarına dâhil edilmesinin gerekliliğidir. STEM uygulamalarının programa entegre edilmesiyle, öğretmenlerin bu uygulamaları etkili biçimde hayata geçirebilmeleri için yeterli zamana sahip olacakları ifade edilmiştir. Ayrıca, STEM'in müfredata dâhil edilmesiyle birlikte değerlendirme süreçlerine ve okullarda ölçme-değerlendirme birimlerinin oluşturulmasına yönelik bir ihtiyaç da ortaya çıkacaktır. Bu durum, öğrencilerin ve velilerin STEM'i daha ciddiye almalarını teşvik edecek; dolayısıyla konuya yönelik ilginin artmasına katkı sağlayacaktır.

Aşağıda, STEM entegrasyonuna sahip bir öğretim programının gerekliliğini vurgulayan bazı katılımcı ifadeleri yer almaktadır:

"Öğretmenler olarak belirli bir müfredatı takip etmek zorundayız. Bu nedenle Millî Eğitim Bakanlığı STEM için hazırlanacak ve planlanacak bir müfredatı STEM'e entegre etmelidir." (Ö)

"Eğitim sistemimizin doğrudan STEM ile ilgili bir şey yapmaya uygun olduğunu düşünmüyorum." (Ö)

"Burada öğrencileri STEM uygulamalarına teşvik etmeye zaman yetmiyor." (Ö)

"Ünite ve ders planlarının STEM'i içerebilmesi için STEM'e yönelik bir müfredat hazırlanmalıdır." (Y)

"Mevcut müfredat STEM'e uygun değil çünkü öğrencileri ezberlemeye teşvik eden bir yaklaşımı var." (Ö)

Tema 3: Üniversite Sınavı Kaygısının STEM Uygulamaları Üzerindeki Engelleme Rolü

Katılımcılara göre, STEM eğitiminin önündeki en önemli engellerden biri üniversite giriş sınavıdır. Özellikle 11. ve 12. sınıf öğrencileri bu sınava yoğun biçimde odaklandıklarından, diğer etkinliklere zaman ayıramamaktadır. Ayrıca, veliler ve öğrenciler tarafından STEM eğitiminin önceliklendirilmesine yönelik bir beklenti ya da baskı da bulunmamaktadır. Bununla birlikte, katılımcılar STEM'i yenilikçi ve ilgi çekici bir alan olarak görmekte; bu düşünce, katılımcıların büyük çoğunluğu tarafından paylaşılmaktadır.

Aşağıda bu temaya ilişkin bazı katılımcı ifadeleri yer almaktadır:

"10. sınıftan sonra öğrencilerimiz sadece üniversite giriş sınavına hazırlanıyor. STEM ile ilgilenmiyorlar çünkü sınavda STEM ile ilgili hiçbir şey sorulmuyor." (Ö)

"STEM eğitiminde başarılı olabilmek için sınav sisteminin değiştirilmesi gerekir. Öğretmenler ve öğrenciler motive edilmeli ve STEM ile ilgili hedefler ortaya konmalıdır." (Y)

"Tüm öğrencilerin hayatı sınavlara dayanıyor. Tek istedikleri üniversiteye gitmek." (Ö)

"Öğrencinin amacı üniversite giriş sınavında başarılı olmak olduğundan dersler bilgi yüklemesi olarak veriliyor." (Ö)

"Velilerin tek istediği, çocuklarının yüksek not alıp üniversite giriş sınavını geçmesidir." (Y)

Tema 4: STEM İçin Bütçe ve Kaynak İhtiyacı

Yapılan görüşmelerde tekrar eden bir diğer tema, STEM eğitimine özel bir bütçenin ayrılmasının gerekliliğidir. Katılımcılar, okulların fiziksel olanaklarının yeterli olabileceğini; ancak STEM programlarının uygulanabilirliğinin, gerekli kaynakların sağlanmasına bağlı olduğunu vurgulamışlardır. Bu kaynaklara erişim ise ancak STEM'e özel bir bütçe oluşturulmasıyla mümkün olacaktır.

Aşağıda, bu temaya ilişkin katılımcıların bazı ifadeleri yer almaktadır:

“Okulun STEM için uygun kaynakları yok. Öğrencinin akademik seviyesine uygun hiçbir kaynak mevcut değil.” (Ö)

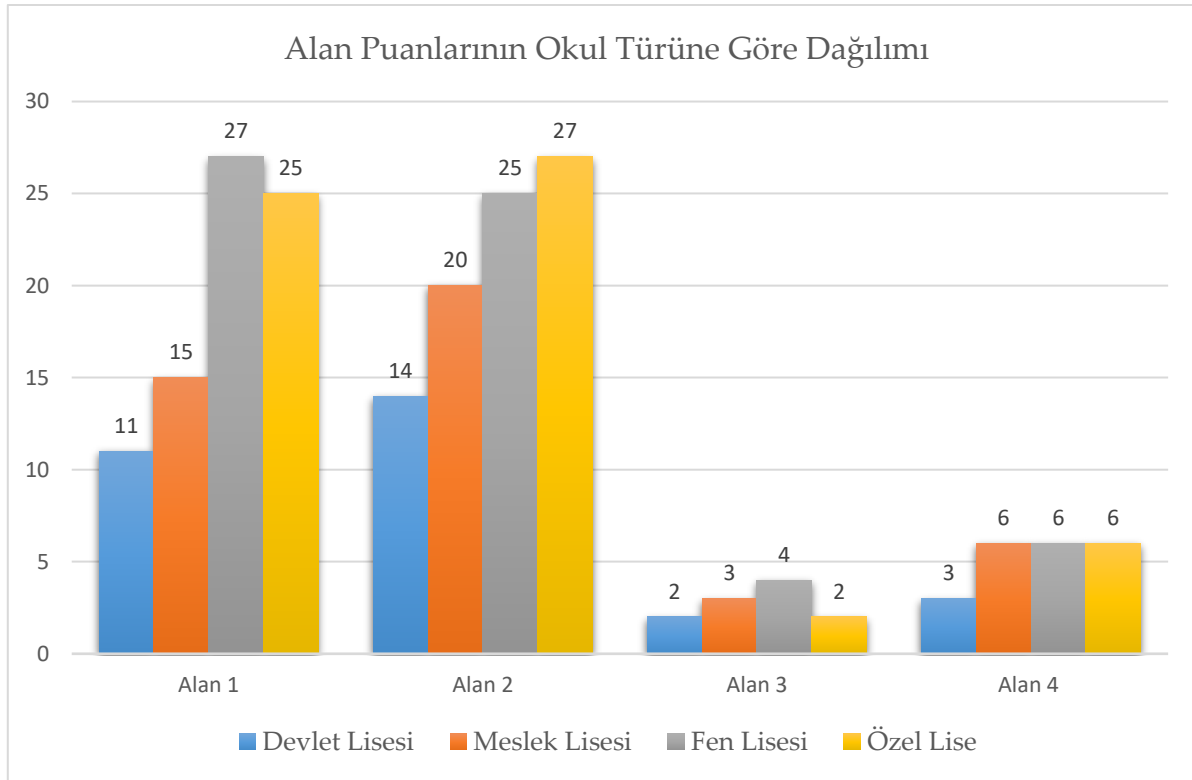
“Okulda matematik için kullanabileceğimiz materyaller yok.” (Ö)

“Ekipman eksikliğimiz var. Gerekli olduğunda bütçeyi okuldan değil bazı vakıflardan bulabiliyoruz. Öğretmenler bazen kaynak almak için kendi ceplerinden ödeme yapıyor.” (A)

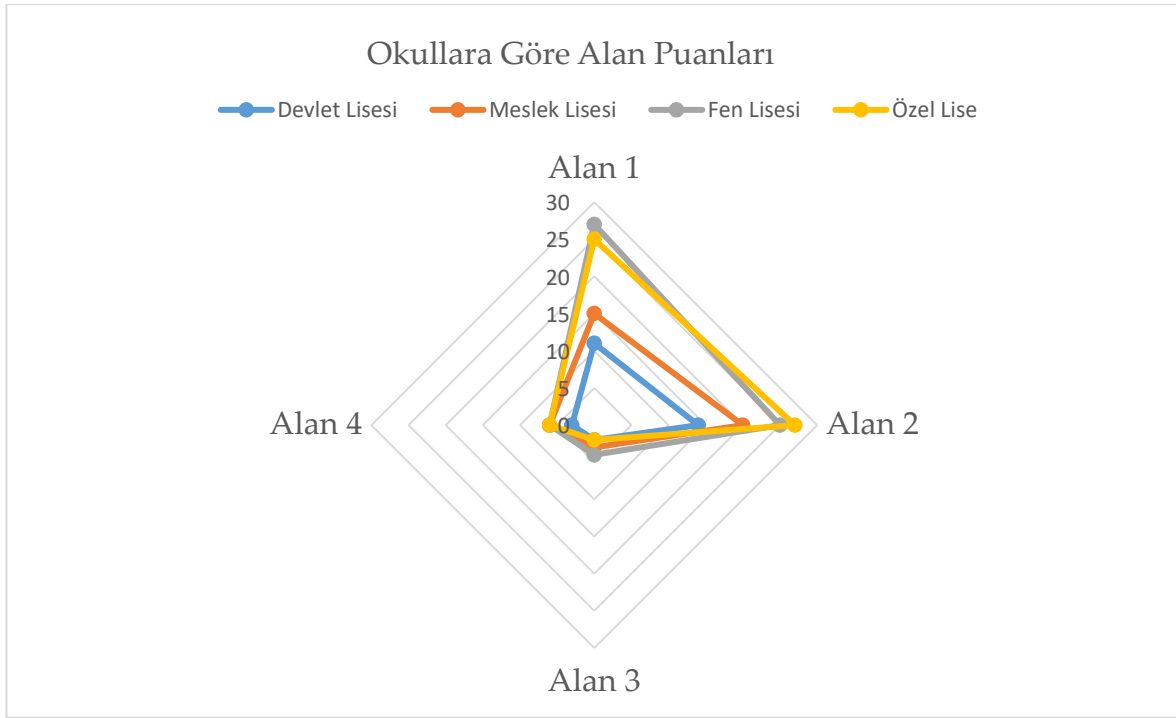
“Doğrudan STEM eğitimi için bütçe yok. Projeler ve deneyler için bütçe var, ancak öğrencilerin ihtiyaçlarını karşılamaya yetmiyor.” (A)

Puanların Özeti

Düz lisenin hazırbulunuşluk düzeyi, toplam 30 puanla “gelişmekte olan” kategorisinde yer almakta; ancak bu değer, aslında “başlangıç” düzeyinin alt sınırına daha yakındır. Buna karşılık, meslek lisesi de “gelişmekte olan” kategorisinde bulunmakta ve 44 puanla “bütünleşik” düzeyin eşiğine oldukça yakın bir konumda yer almaktadır. Fen lisesi ile özel lise ise benzer puanlarla “bütünleşik” düzeyde değerlendirilmiştir. Okulların genel puanları Şekil 4 ve Şekil 5'te gösterilmiştir.



Şekil 4. Okul Türlerine Göre Alan Puanları



Şekil 5. Bulguların Özeti

Tartışma

Bu çalışma, Ankara'daki dört farklı lise türünde STEM eğitime yönelik hazırbulunuşluk düzeyini incelemiş ve kültürel, pedagojik ve yapısal kapasite açısından önemli kurumsal farklılıklar ortaya koymuştur. Bazı okullar umut verici özellikler sergilese de hiçbir okul *tamamen bütünleşik* düzeye ulaşamamış; tümü, sistemsel engelleri ve yerel koşullardan kaynaklanan sınırlılıkları yansıtan özgün zorluklarla karşılaşmıştır. Elde edilen bulgular, STEM'e yönelik hazırbulunuşluğun tek boyutlu bir yapı olmadığını, aksine kurumsal kültür, öğretmen yeterliliği ve eğitim politikaları tarafından şekillenen çok boyutlu bir olgu olduğunu ortaya koymaktadır. Bu nedenle, STEM hazırbulunuşluğunu artırmaya yönelik girişimlerin hem okul türleri arasındaki yapısal eşitsizlikleri gidermeye hem de her okulun kendi koşullarından doğan özgün gereksinimleri karşılamaya odaklanması gerekmektedir.

Düz lisede ve meslek lisesinde sınıf ve laboratuvarlar dâhil olmak üzere fiziksel altyapı genel olarak yeterli görünse de, okulun STEM entegrasyonuna yönelik genel hazırbulunuşluğu maddi kısıtlar, düşük öğrenci ve veli ilgisi, sınav odaklı öğretim anlayışı ve öğretmen motivasyonu eksikliği nedeniyle ciddi biçimde sınırlanmaktadır. Bu bulgular, Marginson ve diğerlerinin (2013) çalışmalarını desteklemektedir; söz konusu araştırmacılar, başarılı bir STEM uygulamasının yalnızca uygun fiziksel olanaklara değil, aynı zamanda güçlü bir kurumsal liderliğe, pedagojik vizyona ve paydaş katılımına da bağlı olduğunu vurgulamaktadır. Ayrıca, Türk eğitim sisteminin sınav merkezli yapısı, yüksek başarı beklentisine sahip ve yoğun baskı altında işleyen pek çok akademik ortamda gözlemlenen daha geniş bir soruna işaret etmektedir. Le ve diğerleri (2021), ölçme-değerlendirme odaklı kültürlerin yaratıcı, uygulamaya dayalı öğrenme fırsatlarını azalttığını ve hem öğretmenler hem de öğrenciler açısından STEM'e katılımı caydırıcı hâle getirdiğini belirtmektedir. Bu durum, paydaşların STEM'i önemli ta da değerli bir alan olarak görmemesi hâlinde daha da derinleşmektedir. Baharin ve diğerleri (2018) de STEM'in uzun vadeli faydalarına ilişkin düşük toplumsal farkındalığın, motivasyon ve katılım düzeyini azalttığını ortaya koymuştur. Bu bulgular, fiziksel altyapının yanı sıra kültürel bakış açısı ve öğretim koşullarının da STEM'e yönelik hazırbulunuşluğu belirlemede kritik öneme sahip olduğunu açıkça göstermektedir.

Uluslararası Bakalorya (IB) programını uygulayan özel lise, STEM uygulamalarına yönelik daha yüksek bir hazırbulunuşluk düzeyi sergilemiştir. Öğretmenlerin disiplinler arası yöntemlere aşina oldukları görülmüş ve öğretim programında STEM ile uyumlu hedeflere halihazırda yer verilmiştir. Ancak, IB programına kayıtlı öğrenci ve öğretmen sayısının sınırlı olması ile üniversite giriş sınavının yaygın baskısı, okulun STEM yaklaşımıyla tam uyum sağlamasını engellemektedir. Stella (2020) da benzer şekilde, pedagojik olarak yenilikçi ortamlarda dahi yüksek riskli sınav sistemlerinin, öğretim programı hedefleri ile sınıf içi öncelikler arasında uyumsuzluklar yarattığını vurgulamaktadır. Bu durum, öğrencilerin ve öğretmenlerin sorgulamaya dayalı öğrenmeyi ikinci plana itip sınav hazırlığını öne çıkarmasına neden olmakta; böylece aslında iyi tasarlanmış STEM müfredatının etkisini zayıflatmaktadır.

Fen lisesi, IB gibi uluslararası bir müfredat uygulamamasına rağmen, STEM hazırbulunuşluğu açısından en yüksek puanı alarak güçlü bir kurumsal vizyon ve yapısal kapasiteye sahip olduğunu göstermiştir. Ancak, katılımcılar arasında en sık dile getirilen engel sınav baskısı olmuştur. Bu durum, Ghaleb'in (2024) yüksek başarı gösteren ortaöğretim kurumlarına ilişkin analizleriyle örtüşmektedir. Ghaleb, üniversite giriş sınavlarının baskın rolünün öğretim programını daralttığını, disiplinler arası çalışmaları sınırladığını ve özgün STEM öğrenimini olumsuz etkileyen bir kaygı ortamı yarattığını belirtmiştir. Bu okulda öğretmen motivasyonu diğerlerine kıyasla daha yüksek olsa da sınav hazırlığı ile keşfetmeye dayalı öğrenme arasında denge kurmayı sağlayacak sistemsel desteğin eksikliği, önemli bir sınırlayıcı etken olarak öne çıkmaktadır.

Dört okul genelinde, 100 üzerinden 49 olan ortalama hazırbulunuşluk puanı, kullanılan rubriğe göre okulların "gelişmekte olan" düzeyinde yer aldığını göstermektedir. Fen lisesi ve özel lise her ne kadar yüksek potansiyel sergilese de ulusal sınav sistemi, öğretmenlerin mesleki gelişim olanaklarının sınırlılığı, yetersiz kurumlar arası iş birlikleri ve sınırlı paydaş katılımı gibi sistemsel sorunlar, STEM'in tam anlamıyla bütünleşmesini engellemeye devam etmektedir. Bu sonuçlar, Schweingruber ve diğerleri (2014) ile English (2016) tarafından ulaşılan bulgularla örtüşmektedir. Söz konusu araştırmacılar, STEM hazırbulunuşluğunun yalnızca kaynaklarla açıklanamayacağını; bunun kültürel değerler, mesleki gelişim sistemleri ve eğitim politikalarıyla uyum gibi unsurları içeren dinamik bir yapı olarak değerlendirilmesi gerektiğini savunmaktadır.

Bu bulgular, hazırbulunuşluğu kurumsal kültür, öğretmen yeterliği ve sistemsel politikalar tarafından şekillenen çok boyutlu bir yapı olarak ele alan çalışmanın kuramsal çerçevesiyle de uyumludur. Türkiye'de yapılan önceki araştırmalar da benzer zorluklara dikkat çekmiştir. Asiroglu ve Akran (2018), öğretmenlerin STEM entegrasyonunda kendilerini kısmen yeterli hissetmelerine karşın, mühendislik uygulamaları, teknoloji destekli öğretim ve yenilikçi değerlendirme alanlarında hazırbulunuşluk eksikliği yaşadıklarını rapor etmiştir. Benzer şekilde, Dönmez ve Gülen (2023) de fen müfredatlarının sık sık güncellenmesine rağmen öğretmen yetiştirme programlarının bu değişim hızına ayak uyduramadığını, dolayısıyla müfredat beklentileriyle sınıf içi uygulamalar arasında süregelen bir uyumsuzluk bulunduğunu vurgulamıştır. Politika düzeyinde ise bu sonuçlar, öğretmenlerin mesleki gelişimine yönelik sistemsel yatırımların artırılması, Millî Eğitim Bakanlığı ile Yükseköğretim Kurulu (YÖK) arasında daha güçlü bir koordinasyon sağlanması ve sınav odaklı değerlendirme sisteminin baskın etkisini azaltacak reformlara ihtiyaç olduğunu göstermektedir. Bu çalışmanın bir sınırlılığı, yalnızca Ankara'daki dört okulu kapsamaması nedeniyle bulguların genellenebilirliğinin sınırlı olmasıdır. Bununla birlikte, çoklu durum çalışması deseni, farklı okul türlerinde STEM hazırbulunuşluğunu şekillendiren sistemsel ve kurumsal dinamiklere ilişkin değerli içgörüler sunmaktadır.

Sonuç

Bu çalışma, Ankara'daki dört farklı lise türünün STEM eğitimini uygulamaya yönelik hazırbulunuşluk düzeylerini değerlendirmeyi amaçlamıştır. Araştırma, New York Şehri Eğitim Departmanı (NYCDOE, 2015) tarafından geliştirilen ve bilim, teknoloji, mühendislik ve matematiğe bütüncül ve disiplinler arası bir bakış açısı getiren STEM Çerçevesi doğrultusunda yürütülmüştür. Küresel eğilimlerle paralel olarak, Türkiye'de de yenilikçilik, problem çözme ve teknolojik uyum becerilerini geliştirebilecek bireylerin yetiştirilmesi gerekliliğine ilişkin farkındalık artmaktadır. Bu yetkinliklerin ortaöğretim düzeyinde geliştirilmesi, öğrencilerin hızla değişen dünya koşullarına uyum sağlamaları ve ülkenin ekonomik rekabet gücünü koruyabilmesi açısından kritik öneme sahiptir.

Çalışmadan elde edilen bulgular, dört farklı okul türü arasında hazırbulunuşluk düzeylerinde belirgin farklılıklar bulunduğunu ortaya koymuştur. Düz liseler ve meslek liseleri, başta yetersiz kaynaklar, sınırlı paydaş farkındalığı, düşük akademik motivasyon ve sınav odaklı eğitim anlayışının baskınlığı nedeniyle daha düşük düzeyde bir hazırbulunuşluk sergilemiştir. Bu okullardaki öğretmenler, genellikle zaman yetersizliği ve STEM'in ulusal müfredata entegre edilmesindeki zorluklar nedeniyle STEM uygulamalarına sınırlı biçimde katıldıklarını belirtmişlerdir. Buna karşılık, özel lise ve fen lisesi daha yüksek bir hazırbulunuşluk düzeyi ortaya koymuştur. Bu farklılık, Uluslararası Bakalorya (IB) gibi yapılandırılmış programların varlığı ve bu kurumların güçlü kurumsal vizyonlarıyla ilişkilendirilebilir. Ancak, bu okullarda dahi sınav baskısı ve STEM'e özel bir müfredatın bulunmaması gibi etkenler, tam entegrasyonun önünde önemli engeller olarak varlığını sürdürmektedir.

Çalışmanın temel sonucu, STEM eğitime yönelik hazırbulunuşluğun yalnızca fiziksel altyapı ile sağlanamayacağıdır. Gerçek bir hazırbulunuşluk, pedagojik, kültürel ve sistemsel unsurların bütüncül biçimde etkileşim halinde olmasını gerektirir. Öğretmen yeterliği ve eğitimi, müfredatın açık biçimde uyumlaştırılması, yönetsel destek ve okul paydaşları arasındaki iş birliği, bu sürecin başarıya ulaşmasında kritik bir rol oynamaktadır. Bununla birlikte, yaygın sınav odaklı kültür, STEM eğitiminin temelini oluşturan yaratıcılığı, sorgulamaya dayalı öğrenmeyi ve proje temelli uygulamaları engellemeye devam etmektedir. Anlamlı bir ilerleme sağlanabilmesi için, eğitim sisteminin genelinde hem düşünce biçiminde hem de uygulamalarda köklü bir dönüşümün gerçekleşmesi gerekmektedir.

STEM entegrasyonunu güçlendirmek için, okulların bu yaklaşımı artık yalnızca tamamlayıcı bir program ya da dönemsel bir zenginleştirme etkinliği olarak görmemeleri gerekmektedir. Bunun yerine STEM, disiplinler arası öğrenmeyi destekleyen, müfredatın merkezinde yer alan bir bileşen olarak ele alınmalıdır. Bu dönüşümün gerçekleşebilmesi için, müfredat reformu, öğretmenlerin mesleki gelişimine yönelik yatırımlar, kaynakların daha etkin dağıtımı ve aileler ile yerel toplulukların sürece dâhil edilmesi gibi somut adımlar atılmalıdır. Ayrıca, tüm paydaşlarda STEM'in öğrencilerin geleceği ve ülkenin kalkınması açısından taşıdığı uzun vadeli değere yönelik farkındalığın artırılması büyük önem taşımaktadır. Sonuç olarak, birlikte hareket eden, bütünleşik ve iş birliğine dayalı bir yaklaşım, STEM'in okullarda başarıyla uygulanma olasılığını önemli ölçüde artıracaktır.

Özetle, Ankara'daki liselerin mevcut ortalama hazırbulunuşluk düzeyi "gelişmekte olan" kategorisinde yer almakla birlikte, sistemsel engellerin giderilmesi durumunda önemli bir gelişme potansiyeli bulunmaktadır. Bu araştırmadan elde edilen bulgular, gelecekte yapılacak planlama, politika geliştirme ve okul düzeyindeki reform çalışmaları için değerli bir temel sunmaktadır. Koordineli bir yaklaşım ve uzun vadeli gelişime yönelik kararlı bir tutumla, Türkiye'deki liseler STEM eğitimi alanında anlamlı bir ilerleme kaydedebilir. Bu sayede okullar, öğrencileri yalnızca 21. yüzyılın mesleklerine daha iyi hazırlamakla kalmayacak; aynı zamanda ülkenin yenilik kapasitesine ve küresel düzeydeki konumuna da katkı sağlayacaktır.

Öneriler

Bu araştırma, liselerin STEM eğitime yönelik hazırbulunuşluk düzeylerini değerlendirmeyi amaçlamış olup; gelecekte yapılacak çalışmaların kapsamı okul öncesi, ilkokul, ortaokul ve üniversite kademelerini de içerecek biçimde genişletilebilir. Bu çalışmanın değerlendirmesi öğretmenler ve yöneticilerle yapılan görüşmelere dayandırılmıştır; ilerleyen araştırmalarda öğrenciler ve velilerle yapılacak görüşmelerin de dâhil edilmesi, elde edilecek bulguların kapsam ve derinliğini artırabilir. Ayrıca, bu çalışmadan elde edilen bulgular gelecekte hazırlanacak STEM raporları için değerli bir kaynak niteliği taşımakta olup; güncellenmiş STEM çerçevesinin sonraki araştırmalarda uygulanması önerilmektedir.

Çalışma, liselerin STEM'e yönelik hazırbulunuşluk düzeylerine ilişkin kapsamlı bir genel görünüm sunmuştur. Gelecekteki çalışmalar, öğretmenlerin yaş, cinsiyet gibi demografik özellikleri ile ailelerin sosyoekonomik durumlarının da hazırbulunuşluk üzerindeki etkilerini inceleyebilir. Bununla birlikte, mevcut bulgular Ankara'daki liselerin STEM eğitimi açısından yeterli donanıma sahip olmadığını ortaya koymaktadır. Öğretmenlerin geri bildirimleri, müfredat geliştiricilerin lise düzeyine uygun; algoritma geliştirme, makine inşası veya model tasarımı gibi somut hedefler içeren bütünleşik bir STEM müfredatı hazırlamaları gerektiğine işaret etmektedir.

STEM uygulamalarının etkililiğini değerlendirmek amacıyla, bu programları yürüten okulların yetkili kurumlar tarafından düzenli olarak izlenip değerlendirilmesi önerilmektedir. Ayrıca, okulların ekonomik ve kolay erişilebilir ders materyallerine ulaşabilmesini sağlamak için, bu tür kaynakların geliştirilip tüm okulların kullanımına sunulması yararlı olacaktır. Bunun yanı sıra, aileleri STEM eğitimi konusunda bilinçlendirmek ve ilgi düzeylerini artırmak amacıyla bilgilendirici seminerler düzenlenmesi de önerilmektedir.

Kaynakça

- Altunel, M. (2018). STEM eğitimi ve Türkiye: Fırsatlar ve riskler. *Seta Perspektif*, 207(1), 1-7.
- Anıl, D., Özkan, Ö. Y., & Demir, E. (2015). *PISA 2012 araştırması ulusal nihai rapor*. Millî Eğitim Bakanlığı. https://corumodm.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2018_11/03154501_pisa2012-ulusal-nihai-raporu.pdf
- Arozaq, M., Aman, A., & Sunarhadi, M. (2017). Implementation of reading guide strategy in global climate change material for enhancement of student learning outcome. *International Journal of Active Learning*, 2(2), 82-89.
- Arslan, S. Y., & Arastaman, G. (2021). Dünyada STEM politikaları: Türkiye için çıkarımlar ve öneriler. *Neşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi SBE Dergisi*, 11(2), 894-910. <https://doi.org/10.30783/nevsosbilen.903115>
- Asiroglu, S., & Akran, S. K. (2018). The readiness level of teachers in science, technology, engineering and mathematics education. *Universal Journal of Educational Research*, 6(11), 2461-2470. <https://doi.org/10.13189/ujer.2018.061109>
- Australian Academy of Science. (2006). *Mathematics and statistics: Critical skills for Australia's future*. <https://review.ms.unimelb.edu.au/FullReport2006.pdf>
- Baharin, N., Kamarudin, N., & Manaf, U. K. A. (2018). Integrating STEM education approach in enhancing higher order thinking skills. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 8(7), 810-821. <https://doi.org/10.6007/IJARBS/v8-i7/4421>
- Balka, D. (2011). Standards of mathematical practice and STEM. In *Math–science connector* (pp. 6-8). School Science and Mathematics Association.
- Baxter, P., & Jack, S. (2008). Qualitative case study methodology: Study design and implementation for novice researchers. *The qualitative report*, 13(4), 544-559.
- Bush, S. B., Edelen, D., Roberts, T., Maiorca, C., Ivy, J. T., Cook, K. L., Tripp, L. O., Burton, M., Alameh, S., Jackson, C., Mohr-Schroeder, M. J., Schroeder, D. C., McCurdy, R. P., & Cox Jr, R. (2024). Humanistic STE(A)M instruction through empathy: Leveraging design thinking to improve society. *Pedagogies: An International Journal*, 19(1), 60-79. <https://doi.org/10.1080/1554480X.2022.2147937>
- Breiner, J. M., Harkness, S. S., Johnson, C. C., & Koehler, C. M. (2012). What is STEM? A discussion about conceptions of STEM in education and partnerships. *School Science and Mathematics*, 112(1), 3-11. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2011.00109.x>
- Bybee, R. W. (2010). What is STEM education?. *Science*, 329(5995), 996. <https://doi.org/10.1126/science.1194998>
- Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. National Science Teaching Association Press.
- Chachashvili-Bolotin, S., Milner-Bolotin, M., & Lissitsa, S. (2016). Examination of factors predicting secondary students' interest in tertiary STEM education. *International Journal of Science Education*, 38(3), 366-390. <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1143137>
- Crane, B. D. (2017). Teacher openness and prosocial motivation: Creating an environment where questions lead to engaged students. *Management Teaching Review*, 2(1), 7-16. <https://doi.org/10.1177/2379298116673838>
- Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2016). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches*. SAGE.
- Cunningham, C. M., & Lachapelle, C. P. (2014). Designing engineering experiences to engage all students. In S. Purzer, J. Strobel, & M. Cardella (Eds.), *Engineering in pre-college settings: Synthesizing research, policy, and practices* (pp. 117-142). Purdue University Press. <https://doi.org/10.2307/j.ctt6wq7bh.10>

- Çakır, R., & Ozan, C. E. (2018). FeTeMM etkinliklerinin 7. sınıf öğrencilerinin akademik başarıları, yansıtıcı düşünme becerileri ve motivasyonlarına etkisi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 38(3), 1077-1100. <https://doi.org/10.17152/gefad.346067>
- Çetin, F. (2016). The relationship between the classroom management competence of teachers and their attitudes towards the profession of teaching and job satisfaction. *Electronic Turkish Studies*, 11(3), 791-808. <https://doi.org/10.7827/TurkishStudies.9285>
- Darling-Hammond, L. (2020). Accountability in teacher education. *Action in Teacher Education*, 42(1), 60-71. <https://doi.org/10.1080/01626620.2019.1704464>
- Denzin, N. K., & Lincoln, Y. S. (2011). *The SAGE handbook of qualitative research*. SAGE.
- Dönmez, İ., & Gülen, S. (2023). Science curricula and science teachers training in Turkey: Past, present and future. *Necatibey Faculty of Education Electronic Journal of Science and Mathematics Education*, 17(2), 929-962. <https://doi.org/10.17522/balikesirnef.1371492>
- Dörnyei, Z. (2007). *Research methods in applied linguistics*. Oxford University Press.
- Eisenhardt, K. M., & Graebner, M. E. (2007). Theory building from cases: Opportunities and challenges. *Academy of Management Journal*, 50(1), 25-32. <https://doi.org/10.5465/amj.2007.24160888>
- English, L. D. (2016). STEM education K-12: Perspectives on integration. *International Journal of STEM Education*, 3(1), 3. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0036-1>
- Farina, C., Weinberg, P., Commitante, A., & Curtis-Bey, L. (2016). *NYC STEM education framework*. New York City Department of Education.
- Fensham, P. J. (2008). *Science education policy-making: Eleven emerging issues*. UNESCO.
- Ghaleb, B. D. S. (2024). Effect of exam-focused and teacher-centered education systems on students' cognitive and psychological competencies. *International Journal of Multidisciplinary Approach Research and Science*, 2(2), 611-631. <https://doi.org/10.59653/ijmars.v2i02.648>
- Ginott, H. (1976). *Teacher and child: A book for parents and teachers*. Macmillan.
- Gonzalez, H. B., & Kuenzi, J. J. (2012, August). *Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education: A primer* (CRS Report No. R42470). Congressional Research Service, Library of Congress.
- Hall, G. E., & Hord, S. M. (2011). *Implementing change: Patterns, principles, and potholes* (3rd ed.). Pearson.
- Harman, G., & Çelikler, D. (2012). Eğitimde hazır bulunuşluğun önemi üzerine bir derleme çalışması. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 1(3), 147-156.
- Hernandez, P. R., Bodin, R., Elliott, J. W., Ibrahim, B., Rambo-Hernandez, K. E., Chen, T. W., & de Miranda, M. A. (2014). Connecting the STEM dots: Measuring the effect of an integrated engineering design intervention. *International Journal of Technology and Design Education*, 24(1), 107-120. <https://doi.org/10.1007/s10798-013-9241-0>
- Hersey, P., & Blanchard, K. H. (1988). *Management of organizational behavior: Utilizing human resources* (5th ed.). Prentice Hall.
- Hsieh, H. F., & Shannon, S. E. (2005). Three approaches to qualitative content analysis. *Qualitative Health Research*, 15(9), 1277-1288. <https://doi.org/10.1177/1049732305276687>
- Kolb, S. M. (2012). Grounded theory and the constant comparative method: Valid research strategies for educators. *Journal of Emerging Trends in Educational Research and Policy Studies*, 3(1), 83-86.
- Kondracki, N. L., Wellman, N. S., & Amundson, D. R. (2002). Content analysis: Review of methods and their applications in nutrition education. *Journal of Nutrition Education and Behavior*, 34(4), 224-230. [https://doi.org/10.1016/S1499-4046\(06\)60097-3](https://doi.org/10.1016/S1499-4046(06)60097-3)
- Le, H. C., Nguyen, V. H., & Nguyen, T. L. (2023). Integrated STEM approaches and associated outcomes of K-12 student learning: A systematic review. *Education Sciences*, 13(3), 297. <https://doi.org/10.3390/educsci13030297>
- Le, L. T. B., Tran, T. T., & Tran, N. H. (2021). Challenges to STEM education in Vietnamese high school contexts. *Heliyon*, 7(12), e08649. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e08649>

- Lynch, D., & Smith, R. (2016). Readiness for school reform. *International Journal of Innovation, Creativity and Change*, 2(3), 1-12.
- Marginson, S., Tytler, R., Freeman, B., & Roberts, K. (2013). *STEM: Country comparisons*. Australian Council of Learned Academies.
- Margot, K. C., & Kettler, T. (2019). Teachers' perception of STEM integration and education: A systematic literature review. *International Journal of STEM Education*, 6(1), 1-16. <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0151-2>
- McDonald, C. (2016). STEM education: A review of the contribution of the disciplines of science, technology, engineering and mathematics. *Science Education International*, 27(4), 530-569.
- Merriam-Webster. (1999). *Merriam-Webster's collegiate dictionary* (10th ed.).
- Miles, M. B., & Huberman, M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook*. Thousand Oaks.
- Millî Eğitim Bakanlığı. (2016a). *PISA 2015 Türkiye ulusal raporu*. Millî Eğitim Bakanlığı Ölçme, Değerlendirme ve Sınav Hizmetleri Genel Müdürlüğü. https://odsgm.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2023_10/09155512_PISA_2015.pdf
- Millî Eğitim Bakanlığı. (2016b). *STEM education report*. https://yegitek.meb.gov.tr/STEM_Education_Report.pdf
- Millî Eğitim Bakanlığı. (2024). *PISA 2022 Türkiye ulusal raporu*. Millî Eğitim Bakanlığı Ölçme, Değerlendirme ve Sınav Hizmetleri Genel Müdürlüğü. https://pisa.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2024_03/21120745_26152640_pisa2022_rapor.pdf
- Moore, T. J., Tank, K. M., Glancy, A. W., & Kersten, J. A. (2015). NGSS and the landscape of engineering in K-12 state science standards. *Journal of Research in Science Teaching*, 52(3), 296. <https://doi.org/10.1002/tea.21199>
- Morrison, J. (2006). *Attributes of STEM education: The student, the school, the classroom*. Teaching Institute for Excellence in STEM. https://www.leadingpbl.org/f/Jans%20pdf%20Attributes_of_STEM_Education-1.pdf
- Mueller, J. (2008). Assessing skill development. *Library Media Connection*, 27(3), 18-20.
- National Research Council. (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/13165>
- New York Şehri Eğitim Departmanı. (2015). *NYC STEM education framework*. <https://www.weteachnyc.org/resources/resource/stem-framework/>
- Oral, I., & McGivney, E. (2013). *Türkiye'de matematik ve fen bilimleri alanlarında öğrenci performansı ve başarımın belirleyicileri TIMSS 2011 analizi*. Eğitim Reformu Girişimi. <https://egitimreformugirisimi.org/yayinlar/timss-2011-analizi/>
- Ozturk, N., & Roehrig, G. H. (2025). Effects of an integrated STEM unit designed around socioscientific issues on middle school students' socioscientific reasoning. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 23(5), 1493-1518. <https://doi.org/10.1007/s10763-024-10517-8>
- Radloff, J., & Guzey, S. (2016). Investigating preservice STEM teacher conceptions of STEM education. *Journal of Science Education and Technology*, 25(5), 759-774. <https://doi.org/10.1007/s10956-016-9633-5>
- Schunk, D. H. (2012). Behaviorism. In P. Smith (Ed.), *Learning theories: An educational perspective* (pp. 63-76). Pearson Education.
- Schweingruber, H., Pearson, G., & Honey, M. (2014). *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research*. National Academies Press.
- Shim, S. W. (2024). Cultivating empathy in STEM: A conceptual framework for multicultural empathic design in STEM education. *Journal of STEM Teacher Education*, 59(1), 2. <https://doi.org/10.61403/2158-6594.1531>
- Sinclair, C. (2008). Initial and changing student teacher motivation and commitment to teaching. *Asia-Pacific Journal of Teacher Education*, 36(2), 79-104. <https://doi.org/10.1080/13598660801971658>

- Solheim, K., Ertesvåg, S. K., & Dalhaug Berg, G. (2018). How teachers can improve their classroom interaction with students: New findings from teachers themselves. *Journal of Educational Change*, 19(4), 511-538. <https://doi.org/10.1007/s10833-018-9333-4>
- Stake, R. E. (1995). *The art of case study research*. SAGE.
- Stella, M. (2020). Forma mentis networks reconstruct how Italian high schoolers and international STEM experts perceive teachers, students, scientists, and school. *Education Sciences*, 10(1), 17. <https://doi.org/10.3390/educsci10010017>
- Şahin, A., Ayar, M. C., & Adıgüzel, T. (2014). STEM-related after-school program activities and associated outcomes on student learning. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 14(1), 309-322. <https://doi.org/10.12738/estp.2014.1.1876>
- Şanlı, M., & Özerbaş, D. H. S. (2021). STEM etkinliklerinin öğrencilerin STEM alanlarına yönelik tutumuna ve fene yönelik motivasyonlarına etkisi. *Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 19(3), 139-154. <https://doi.org/10.18026/cbayarsos.889816>
- TÜSİAD. (2017). *STEM alanında Türkiye'nin insan kaynağı ihtiyacı 2023*. <https://tusiad.org/tr/yayinlar/raporlar/item/9735-2023-e-dog-ru-tu-rkiye-de-stem-gereksinimi>
- Vermunt, J. D. (2014). Teacher learning and professional development. In S. Krolak-Schwerdt, S. Glock, & M. Böhmer (Eds.), *Teachers' professional development: Assessment, training, and learning* (pp. 79-95). Sense Publishers. https://doi.org/10.1007/978-94-6209-536-6_6