



Öğretmenlerin Tasarım Temelli Bütünleşik STEM Etkinlikleri Sırasında Disiplinler Arası İşbirliğinin Söylem Analizi

Sevgi Aydın Günbatar ¹, Metin Şardağ ²

Öz

Bu çalışmanın amacı, bütünleşik STEM etkinliklerinin mühendislik tasarım sürecine katılan bir grup öğretmenin yansıtıcı karar verme süreçlerinin doğasını ve bu süreçte yansıtıcı karar verirken kullandıkları argümantasyon şemalarını incelemektir. Çalışmaya tümü aynı kurumdan, farklı STEM disiplinlerinde uzmanlığa sahip on bir öğretmen katılmıştır. STEM mesleki gelişim programı beş gün boyunca katılımcı öğretmenlere verilmiştir. Program boyunca her gün, katılımcıların dönüşümlü olarak oluşturdukları iki ayrı grupta yaklaşık dört saat süren tasarım temelli bütünleşik bir STEM etkinliği yürütülmüştür. Söylem analizi için her grubun verileri ses kayıt cihazı kullanılarak toplanmış ve Jefferson (2004)'in Transkript Sistematiği kullanılarak yazıya dökülmüştür. Mesleki gelişim programı sırasında, araştırmacılar grupları dolaşmış, grupların konuşmalarını dinlemiş ve grup üyelerinin katılımını gözlemlemiştir. Ayrıca alanyazında tanımlanan analiz basamakları da kullanılmıştır. Sonuçlar, mühendislik tasarım sürecinin “ortak tasarım” ve “baskın bir üyenin varlığı” olmak üzere iki şekilde gerçekleştirildiğini göstermiştir. Ortak tasarım; tasarım öncesi, tasarım ve tasarım sonrası aşamalarda yürütülmüştür. Baskın üyenin varlığı, ortak olmayan tasarım odaklı söylemlerde ve tasarım sonrası aşamalarda görülmektedir. Grup içindeki aktivite sürecini şekillendirmede ve süreci yönetmede temel faktörlerden birinin grup içinde baskın bir üyenin varlığı olduğu sonucu elde edilmiştir. Bu çalışmada baskın üye tüm etkinlikler için aynı katılımcı değildir. Aksine, farklı tasarım etkinlikleri sırasında farklı baskın üyeler ortaya çıkmıştır. Öğretmenler, bütünleşik STEM etkinlikleri için yansıtıcı karar verme sürecinde kişinin kendi sahip olduğu bilgiden gelen argümana, araştırma sonucunda gelen bilgiden üretilen argümana, sonuçlardan gelen argümana ve popüler görüşten gelen argümana dayalı olmak üzere dört argümantasyon şeması kullanmışlardır. Bütünleşik STEM mesleki gelişim programları, bu tür baskın karakterli öğrenciler ile sınıfta başa çıkmayı öğrenmeleri adına,

Anahtar Kelimeler

Yansıtıcı karar verme
Mühendislik tasarım süreci
Söylem analizi
Karar verme için işbirliği
Bütünleşik STEM eğitimi

Makale Hakkında

Gönderim Tarihi: 13.09.2021
Kabul Tarihi: 03.10.2022
Elektronik Yayın Tarihi: 28.10.2022

DOI: 10.15390/EB.2022.11216

¹ Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Türkiye, sevgi.aydin45@hotmail.com

² Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Türkiye, metinsardag@yyu.edu.tr

öğretmenlerin işbirlikçi yansıtıcı karar verme ve grup çalışması becerilerini desteklemelidir. Ayrıca öğretmenler, küçük grup üyelerinin birbirleriyle etkileşimleri üzerine mesleki gelişim programları da almalıdır.

Giriş

Yeni Nesil Bilim Standartlarının (NGSS Lead States, 2013) yayımlanmasından bu yana, eğitim reformları “fen ve/veya matematik alan bilgisinin içerik ve uygulamalarının öğretilmesini ve öğrenilmesini; mühendislik pratikleri ve ilgili teknolojilerin mühendislik tasarımını içeren şekilde yapılmasını benimsemiştir” (Bryan, Moore, Johnson ve Roehrig, 2015, s. 24). Bu reformları gerçekleştirmenin arkasında yatan temel sebepler ise gelecekteki meslekler için gerekli becerilerdeki değişikliklerin olması, gençlerin Bilim, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (FeTeMM ya da İngilizcesi STEM) mesleklerine olan ilgisindeki azalma, öğrenciler arasında işbirliğine dayalı beceriler geliştirme ihtiyacı ve Amerika Birleşik Devletleri’nin küresel ekonomik yarışta lider olma hedefidir (European Commission, 2014; National Association of Colleges and Employers, 2016; National Research Council [NRC], 2012).

Mühendislik tasarımının fen ve matematik öğretimi ile bütünleştirilmesine yapılan vurgu, mühendislik tasarım sürecinin farklı disiplinlerde dikkat çekmeye başladığı anlamına gelmektedir (Moore, Tank, Glancy ve Kersten, 2015; Roehrig, Moore, Wang ve Park, 2012). Mühendislik tasarım süreci, “tasarımcıların, belirli bir dizi kısıtlamayı göz önünde bulundurarak, biçim ve işlevleri müşterilerin amaçlarını veya kullanıcıların ihtiyaçlarını karşılayan cihazlar, sistemler veya süreçler geliştirmek için kavramları oluşturduğu, değerlendirdiği ve belirlediği sistematik, anlaşılabilir bir süreçtir” (Dym, Agogino, Eris, Frey ve Leifer, 2005, s. 104). Ayrıca mühendislik tasarımı, yansıtıcı karar verme, argümantasyon ve grup çalışmasını içeren yinelemeli bir süreçtir (Couso ve Simarro, 2020; Wendell, Wright ve Paugh, 2017).

Wendell ve diğerleri (2017), ‘yansıtıcı’ (reflective) kavramının farklı anlamlara sahip olduğunu ve farklı bağlamlar için kullanıldığını belirtmiştir (örneğin, öğretmenlerin yansıtıcı uygulamaları). Ancak bu çalışmada “mühendislik tasarım sürecinde meydana gelen yansıtıcı” karar verme için bu terim kullanılacaktır (Wendell vd., 2017, s. 357). Wendell ve diğerleri (2017), yansıtıcı kararlar vermek için gerekli eylemlerin “önceki eylemlerin dökümünü çıkarmak, takım arkadaşlarından ve tasarımlardan toplanan girdileri analiz etmek ve kasıtlı ve toplu olarak bir sonraki adımı atmak” olduğunu ortaya koymuştur (s. 376). Yansıtıcı karar vermenin grup üyeleri arasında diyalog ve argümantasyonu içerdiği bilinmesine rağmen (Kim, Anthony ve Blades, 2014), bütünleşik STEM etkinliklerini uygulayabilmek için (ki bu etkinlikler günlük hayat problemlerine dayalı, çözümünü iki ya da daha fazla disiplinin entegrasyonunu, tasarım ve grup çalışması gerektiren etkinliklerdir [Bryan vd., 2015]) öğretmenlerin grup içerisinde yansıtıcı düşünme nasıl gerçekleşir, grup üyeleri bu sürece nasıl katkı sunar, farklı STEM disiplinlerinden elde edilen deliller süreci nasıl yönlendirir ve engellerin işbirliği ile aşılmasında nasıl destek verilmeli ve bu süreç nasıl yönetilmeli hususunda öğrenmeye ve deneyime ihtiyaçları vardır (Kelley ve Knowles, 2016; Wendell vd., 2017).

Bütünleşik STEM yaklaşımının vurguladığı mühendislik entegrasyonu için öğretmen eğitiminin taşıdığı öneme rağmen, bu eğitim için sınırlı çaba harcanmıştır (Cunningham ve Kelly, 2017; Rinke, Gladstone-Brown, Kinlaw ve Cappiello, 2016). Bazı çalışmalar öğrencilerin daha iyi tasarım çözümleri üretirken karar verme sürecine nasıl katıldıkları üzerine odaklanmış olsa da (örneğin, Kim vd., 2014; Sadler ve Zeidler, 2005), öğretmenlerin mühendislik tasarım etkinliklerinde nasıl yansıtıcı karar verdikleri ve hangi argümantasyon şemalarını kullandıkları hakkındaki bilgimiz sınırlıdır. Ayrıca, öğretmenlerin yansıtıcı karar verme sürecinin öğrencilerin yansıtıcı karar verme sürecinden ne ölçüde farklı olduğu, değerli bir araştırma alanıdır. Öğretmenler belirli bir alanda uzmanlığa sahip oldukları için, öğrencilerden daha kolay erişilebilir olan bilimsel, matematiksel veya teknik bilgilere dayalı olan bir karar verme sürecini kullanabilirler. Buna ek olarak, fen eğitimi araştırmacıları öğrenciler ile argümantasyon çalışmaları yürütmüş olsalar da, bu araştırmalar öğretmenlerin bütünleşik STEM uygulamasında ortaya konan bir problemi çözmek amacıyla mantıklı tasarım kararları verirken (yani, bilimsel bilgi ve deneyler aracılığı ile toplanan delillere dayandırılan kararlar [Crismond ve Adams,

2012]) nasıl bir argümantasyon sürecinden geçtikleri konusunda bilgi sunmamaktadır. Ayrıca, Mathis, Siverling, Glancy ve Moore (2017) alanyazında mühendislik tasarım süreci boyunca argümantasyon kullanımına ışık tutan sınırlı sayıda çalışmanın olduğunu ortaya koyarak başka bir boşluğu işaret etmişlerdir. Bu noktalar ışığında, bu çalışmada söylem analizini kullanarak, alanyazında tespit edilen boşlukların ele alınması ve farklı disiplinlerde uzman olan on bir öğretmenin tasarım argümanlarının ve yansıtıcı karar verme süreçlerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, fen, teknoloji, matematik ve sanat gibi farklı disiplinlerde uzmanlaşmış öğretmenler, yansıtıcı karar verme süreçlerinin doğasının ve argümantasyon şemaları kullanımının analiz edildiği beş günlük bir bütünlük STEM mesleki gelişim programına katılmışlardır.

Teorik Çerçeve

Bütünlük STEM Eğitimi ve Mühendislik Tasarım Süreci

İlgili alanyazında bütünlük STEM yaklaşımının tanımı konusunda halen bir fikir birliği bulunmamaktadır (Martín-Páez, Aguilera, Perales-Palacios ve Vélchez-González, 2019; Moore, Johnston ve Glancy, 2020). Kelley ve Knowles (2016) bu yaklaşımı “STEM uygulamalarını birbirine bağlandığı ve gerçek hayat bağlamında öğrencilerin öğrenmesini geliştirmek için iki ya da daha fazla STEM disiplininin öğretildiği öğretim yaklaşımı” olarak tanımlamıştır (s. 3). Moore ve diğerleri (2014) bütünlük STEM eğitimi “bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik gibi dört disiplinden bazılarını veya tümünü, konular ve gerçek dünya problemleri arasındaki bağlantılara dayanan tek bir sınıf, ünite veya derste birleştirme çabası” olarak tanımlamıştır (s. 36). Sonuç olarak, bütünlük STEM yaklaşımı, gerçek dünyadaki sorunları ele almaya odaklanarak mühendisliğin fen ve matematik sınıflarına entegre edilmesini vurgulamaktadır (Bryan vd., 2015; Wang, Charoenmuang, Knobloch ve Tormoehlen, 2020). Mühendislik disiplini, çözülmesi gereken gerçek hayat problemlerini sunmaktadır (Moore vd., 2015).

Mühendislik tasarım süreci aracılığı ile mühendislik disiplininin fen ve matematik derslerine entegrasyonunun faydalı olacağı fikrinin arkasından üç temel iddia bulunmaktadır. Bunlar: (i) mühendislik bakış açısı öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerini geliştirmesine yardımcı olmaktadır (ii) fen ve matematik kavramlarının kullanılmasını gerektiren mühendislik tasarım süreci öğrencilerin fen ve matematik başarılarını artırma potansiyeline sahiptir (iii) mühendislik bağlamına adım atma öğrencilerin STEM mesleklerini seçme ihtimalini artırmaktadır (Moore vd., 2015; NRC, 2012). Mühendislik tasarım süreci, mühendisliğin fen öğretimine entegrasyonu için faydalı bir pedagoji olarak görülmektedir (Moore vd., 2015; Wheeler, Whitworth ve Gonczy, 2014). Alanyazında farklı mühendislik tasarım süreci modelleri bulunmasına rağmen, bu modeller çoğunlukla problemin belirlenmesi, beyin fırtınası, araştırma, planlama ve inşa etme, test etme, yeniden tasarlama, değerlendirme ve çözüm adımlarının paylaşılmasını içermektedir (Wheeler vd., 2014). Sonuç olarak, mühendislik tasarım süreci içeren bütünlük STEM etkinlikleri (tasarım temelli bütünlük STEM etkinlikleri), katılımcılara verilen problemi ele almaları, fen ve matematik kavramlarını öğrenmeleri ve kavramları tasarıma karar verirken uygulamaları için araştırma yapma, birlikte çalışma, işbirliği yapma, iletişim kurma, tasarım fikirleri üretme, grup üyeleri tarafından sunulan fikirleri destekleme ya da çürütme, grup tasarım ürünlerini oluşturma, ürünü veri toplayarak test etme ve toplanan veriler ışığında ürünü yeniden tasarlama için büyük bir fırsat sağlar (Capobianco, DeLisi ve Radloff, 2018; Moore vd., 2014, 2015; Wendell vd., 2017).

Argümantasyon ve Yansıtıcı Karar Verme

Öğrencileri bilgiye dayalı kararlar verebilme, karar vermede delil kullanma ve akıl yürütmelerini haklı çıkarma becerisine sahip olacak şekilde eğitmek fen eğitiminin temel amaçlarıdır (Kim vd., 2014). Argümantasyon, öğrencileri bu becerilerle donatmak ve bilimsel uygulamalara katılma fırsatları sağlamak adına değerli bir yaklaşım olarak kabul edilmektedir (Driver, Newton ve Osborne, 2000; Jiménez-Aleixandre ve Erduran, 2007). Alanyazın, farklı vurguları ve toplumsal/bireysel anlamları olan argümantasyon tanımları içermektedir (van Eemeren ve Grootendorst, 2004). Argümantasyonun hem bilimsel hem de günlük yaşam versiyonları da vardır, örneğin, süreç ve ürün olarak argümantasyon (Simon, Erduran ve Osborne, 2006; Walton, 2006). Ancak, genel olarak, “argümantasyon, bilgi değerlendirme kriterlerinin titiz bir şekilde uygulanmasına dayanan rasyonel bir süreçtir” (Jiménez-Aleixandre ve Erduran, 2007, s. 13). Benzer şekilde, van Eemeren ve Grootendorst (2004) argümantasyonu “bir bakış açısında ifade edilen önermeyi haklı çıkaran veya reddeden bir dizi

önerme öne sürerek makul bir eleştiriyi bir bakış açısının kabul edilebilirliğine ikna etmeyi amaçlayan sözel, sosyal ve rasyonel bir faaliyet” olarak tanımlamıştır (s. 1). Ayrıca, Kim ve diğerleri (2014), argümantasyon sürecinin işbirlikçi, problem çözme ve diyalojik etkileşim yönlerini vurgulamıştır.

Bilgiye dayalı kararlar vermek, “açıklayıcı bir sonucu desteklemek için ilgili delil ve bilgi iddialarını kullanmaya” bağlıdır (Kim vd., 2014, s. 904). Başka bir deyişle, karar verme süreci, mevcut delil veya veriler ışığında geçerli çözümlerin artılarını ve eksilerini tartmayı gerektirir (Jiménez-Aleixandre ve Pereiro-Munoz, 2002; Kortland, 1996; Wendell vd., 2017). Benzer şekilde, Rieke, Sillars ve Peterson (2013) bir seçimin “çürütülmeye veya anlaşmazlığa açık tutulan açıkça ifade edilmiş argümanlar temelinde yapıldığını” belirtmiştir (s. 10). Böylece yansıtıcı karar verme ve argümantasyon iç içe geçmiş durumdadır. Yansıtıcı kararlar vermek için insanların argümantasyon becerileri kullanması gerekmektedir. Örneğin, bir mühendislik tasarım sürecinde, grup üyelerinin bilimsel veya matematiksel delillerle desteklenen iddialar geliştirmesi, tüm alternatif iddiaları değerlendirmesi, daha iyi tasarımlar için karşı argümanlar geliştirmesi ve diğer grup üyelerini grubun tasarımında referans alınacak makul bir iddiayı seçmesi için ikna etmesi gerekir. Wendell ve diğerleri (2017), özellikle mühendislik tasarım sürecinde yansıtıcı bir karar verme için yapılması gerekli eylemleri ortaya koymuştur. Bunlar birden çok çözümün ortaya konulması, artıların ve eksilerin değerlendirilmesi, bilinçli olarak çözümlerin seçilmesi, çözümün performansının ortaya konulması, çözümün belirli delillere göre analiz edilmesi ve bilinçli olarak çözüm üzerinde yapılacak iyileştirmelere karar verilmesidir.

Argümantasyona dayalı söylem, işbirlikçi yansıtıcı karar verme sürecinde süreç boyunca yer almaktadır. Bu süreç “karar vericilerin anlayışlarından ödün vermek yerine onları bir araya getirir. Bireylerin verilecek karar çerçevesine, dikkate alınacak alternatiflere, değer ve risk kaynaklarına ve son olarak ortaya çıkan işbirlikçi seçimin nedenlerine ilişkin anlayışlarının bir araya getirilmesini açıkça ortaya koyar” (Owen, 2015, s. 29).

Leitão (2000), bir karşı argümandan sonra bir tartışmacının söyleminin nasıl devam edebileceğini dört olası duruma indirgeyerek açıklamıştır. Birincisi, reddetme, konuşmacının karşı savın yalnızca belirli bir kısmına odaklandığı ve onu reddettiği durumdur. İkincisi, konuşmacının karşı savı kısmen kabul ettiğini açıkladığı kısmi anlaşmadır. Bu durumda, konuşmacı fikir değiştirmez, farklı ve yeni deliller kullanarak karşı argümanın yardımıyla orijinal iddiayı yenilemeye çalışır. Üçüncü yanıt olan *koşullu anlaşmada*, “konuşmacılar, orijinal konularına *bazı istisnaların veya koşulların eklenmesine* izin vererek, karşı argümanın içeriğini argümanlarına entegre eder” (s. 349, italikler orijinal kaynakta bulunmaktadır). Son olarak, konuşmacı başlangıçtaki fikri *geri çekebilir* ve karşı argümana geçebilir. Yansıtıcı karar verme sürecinde grup üyeleri alternatif fikirleri reddederek, entegre ederek veya mevcut fikri geri çekerek ele alabilmektedirler.

İşbirlikçi yansıtıcı karar verme sürecinde mühendislik disiplininin iki pratiği kullanılmaktadır: çözümler tasarlamak ve delillerden yola çıkarak tartışmaya girmek (Wright, Wendell ve Paugh, 2018). NGSS’de delile dayalı kararlar ve alternatif tasarım fikirlerinin dikkate alınmasını gerektiren mühendislik tasarım sürecinde argümantasyonun rolü olduğu vurgulanmasına rağmen, mühendislik eğitiminde argümantasyon, fen eğitimi alanında olduğu kadar çok çalışılmamıştır (Mathis vd., 2017).

Mühendislik ve tasarım sürecinde argümantasyon kullanımına sınırlı vurgu yapılmasına rağmen, Antink-Meyer ve Brown (2019), mühendislerin ilk tasarımları hakkında testler yoluyla veri topladığını, tasarımın başarısı için delil toplamak üzere verileri analiz ettiğini ve verileri yeniden tasarım için kullandıklarını ortaya koymaktadır. “Verilerin analizi, yorumlanması ve iddia ortaya atmadaki rolü, bilim ve mühendisliğin ortak bir özelliğidir” (s. 553). Mühendisliğin fen öğretimine dâhil edilmesini vurgulayan bütünlük STEM yaklaşımı, araştırmacıların bu boşluğa odaklanması için bir fırsat sunmaktadır.

Walton'ın Varsayımsal Akıl Yürütme Şemaları

Argümantasyon alanyazınında, farklı çerçeveler teorik veya analitik bakış açısı olarak kullanılmıştır (örneğin, Toulmin'in Argüman Modeli, Sandoval'ın ve Lawson'ın teorik çerçeveleri) (Duschl, 2007; Nussbaum, 2011). Toulmin'in modeli, hem alana bağlı hem de alandan bağımsız argümanlar dâhil olmak üzere basit ve güçlü argümanların bileşenlerine odaklanır (Kim vd., 2014). Ancak bu model, "argüman ortaya koymak için sunulan gerekçelerde olması gereken uygun ayrıntı düzeyi" konusundaki bilgi eksikliği nedeniyle eleştirilmiştir (Duschl, 2007, s. 164). Eleştirmenler, modelin kategorilerinin belirli veriler sağlayacak kadar net olmadığını belirtmektedir. Aynı şekilde Erduran, Simon ve Osborne (2004) ve Kim ve diğerleri (2014), Toulmin'in Argüman Modelinin argümanın ne olduğunu tanımlamada başarılı olmasına rağmen sözlü söylemi analiz etmede engellerle karşılaştığını belirtmiştir. Bu nedenle, Walton katılımcıların akıl yürütmelerini inceleyebilmek için – açıklamalar oluştururken delilleri nasıl kullandıkları, yeni delillerin varsayımlarını nasıl değiştirdiği, dinamik söylem yoluyla grup üyeleri arasında argüman geçişlerinin nasıl gerçekleştiği ve grup üyelerinin kritik hamleler sırasında nasıl davrandıklarını incelemek için– farklı bir çerçeve sunmuştur. Farklı argümantasyon şemalarından oluşan Varsayımsal Akıl Yürütme çerçevesi, katılımcıların argümantasyon söyleminde ve akıl yürütme dizilerinde delilleri nasıl kullandıklarını değerlendirmektedir (Duschl, 2007; Kim vd., 2014). Bu nedenle, insanların (bu çalışma için öğretmenler) farklı argümantasyon şemaları kullanarak yansıtıcı karar verme sürecine katılmaktadırlar. Ayrıca, argüman oluşturmak için net şemaların ve bu şemaların tanımlarının varlığı, Walton'ın çerçevesinin veri analizi için çok yararlı ve güçlü yönleridir (Duschl, 2007). Walton, Reed ve Macagno (2008) tarafından önerilen Varsayımsal Akıl Yürütme çerçevesinin güçlü yönleri ve diğer teorik çerçevelerin sınırlılıkları göz önüne alındığında, bu çalışmada araştırmacılar Walton ve diğerlerinin (2008) çerçevesini kullanmayı tercih etmişlerdir.

Walton'ın çerçevesinde, varsayımsal akıl yürütme, insanların sunulan sınırlı kanıtları kullanarak, sürecin sonunda karar vermesini gerektiren bir diyalogda yer alması olarak tanımlanır. Walton ve diğerleri (2008) tarafından farklı sınıflandırmalar altında birçok farklı argümantasyon şeması olmasına rağmen, Duschl (2007) Walton'ın çerçevesini uyarlamış ve sadece "öğrencilerin argüman oluşturmak için kullandıkları yaklaşımı ve bilgiyi ortaya koyan ve öğrenciler bir karar verirken yarışan argümanları nasıl değerlendirdiklerine katkıda bulunan noktaları aydınlatmaya hizmet eden" dokuz şemaya odaklanmıştır (Kim vd., 2014, s. 905). Bu şemalar; kişinin kendi sahip olduğu bilgiden gelen argümana, araştırma sonucunda gelen bilgiden üretilen argümana, sonuçlardan, popüler görüşten, ilişkiden, kararlılıktan, işaretten, analogiden ve önyargıdan gelen argümana dayalı şemalardır.

Walton'a göre, söylem boyunca bir grubun üyeleri, farklı kaynaklara dayanan çeşitli argümanlar sunar ve bu da grup diyalogunda kritik hamleler ile sonuçlanmaktadır. "Diyalogun genel karakteri, başlangıçtaki durumdan ve özellikle etkileşimin hedeflerinden etkilenir" (Kim vd., 2014, s. 906). Dinamik diyalog desenler oluşturan birçok şema içerir; örneğin, diğer üyeleri ikna etmek; sorgulama (yani, bir iddiayı destekleyecek veya çürütecek delil aramak); bilgi arama; müzakere (yani, en iyi eylem planına karar verme ve bir plan oluşturma); ve ihtilaflı söylem (yani, üyeler arasındaki çatışmalar) (Walton, 2006). Walton'ın şemalarına bakarak, insanların nasıl bir argüman ortaya koyduklarını, başkalarının argümanlarına nasıl tepki verdiklerini ve bu süreçte argümanların güvenilirliğine nasıl odaklandıklarını analiz etmek mümkündür. Chen ve Qiao (2020)'ya göre, diyalojik argümantasyon sürecindeki şemaların üretimi, katılımcıların epistemik statüsü (yani, belirli bir alan hakkındaki bilgileri) için etkileşimsel deliller de sağlayabilir. Epistemik statü, bir bilgi talebine, anlaşmazlıklara, genişletmelere, düzeltmelere ve açıklamalara verilen yanıtlarla ortaya konulabilir (Herder, Berenst, Glopper ve Koole, 2020).

Alanyazın Taraması

Tartışma ve Yansıtıcı Karar Verme

Son yıllarda yapılan çalışmalarda grup üyelerinin işbirlikçi kararları nasıl aldıkları ve grup üyelerinin karar vermelerini etkileyen faktörler (örneğin, epistemik statü, etkinlik türü) üzerinde durulmuştur. Bununla birlikte, bu çalışmaların katılımcıları, öğretmen veya öğretmen adaylarından ziyade genellikle öğrenciler olmuştur. Bu nedenle, çalışmanın bu bölümünde, hedef örneklemimizden farklı olarak öğrencilerin söylemlerine ve işbirlikçi karar vermelerine odaklanan çalışmalar özetlenecektir.

Rusk ve Rønning (2020), bir robot tasarımı ve kodlama etkinliği sırasında on bir yaşındaki öğrencilerin gruplar halinde nasıl çalıştığını incelemiştir. Araştırmacılar grupların sınıflandırılmasının (yani, işbirlikçi veya işbirlikçi olmayan şekilde çalışan gruplar) zor olduğunu ortaya koymaktadır. Bu zorluk, grup etkileşimlerinin dinamik doğası, fiziki kaynak ve malzemelerin varlığı, yeni bilgilere erişim ve katılımcıların kendi epistemik statülerini açıklamaya yönelik eğilimleri gibi faktörlerden kaynaklanabilmektedir. Başka bir çalışmada, planlama ve yeniden tasarım aşamalarında akranlar arası söylem anlatılarının analizi, ilkökul öğrencilerinin yansıtıcı karar verme öğelerini (örneğin, farklı çözümleri ifade etme, çözümlerin artılarını ve eksilerini tartışma ve testlerden elde edilen deliller ışığında çözümün güçlü ve zayıf yönlerini analiz etme) kullandıklarını ortaya çıkarmıştır (Wendell vd., 2017). Ayrıca, öğrencilerin bir kısmı işbirlikçi yansıtıcı karar verme sürecinde yer almamıştır. Bu durum Wendell ve diğerleri (2017) tarafından “sosyal rekabet, fark edilmeyen başarısızlık ve teknik ve günlük hayat kelime dağarcığı gerekliliği” olmak üzere üç sebebe bağlanmıştır (s. 377). Benzer şekilde, Wright ve diğerleri (2018), beşinci sınıf öğrencilerinin mühendislik tasarımı sürecinde işbirlikçi yansıtıcı karar verme sürecini incelemiştir. Öğrencilerin her bir fikrin artılarını veya eksilerini tartışmak yerine farklı tasarım fikirlerini birleştirmeyi tercih ettiklerini ve bunun da öğrencilerin argümantasyon uygulamasına sınırlı katılımıyla sonuçlandığını bulmuşlardır. Görüşmeler, bu stratejinin öğretmen tarafından azarlanma, akranları tasarım kararlarından uzaklaştırma ve yanlış fikirler önerme gibi olumsuz sonuçlardan kaçınmak için kullanıldığını ortaya koymuştur. Benzer şekilde, Wright ve diğerleri (2018), beşinci sınıf öğrencilerinin mühendislik tasarımı sürecinde işbirlikçi yansıtıcı karar verme sürecini incelemiştir. Öğrencilerin her bir fikrin artılarını veya eksilerini tartışmak yerine farklı tasarım fikirlerini birleştirmeyi tercih ettiklerini ve bunun da öğrencilerin argümantasyon uygulamasına sınırlı katılımıyla sonuçlandığını bulmuşlardır. Yapılan görüşmeler, bu stratejinin öğretmen tarafından azarlanma, akranlarını tasarım kararlarından uzaklaştırma ve yanlış fikirler önerme gibi olumsuz sonuçlardan kaçınmak için kullanıldığını ortaya koymuştur. Benzer sonuçlar, mühendislik öğrencilerinin grup söylemini inceleyen Purzer (2011) tarafından da rapor edilmiştir. Gruplar genellikle, grup üyelerinin farklı iddialarda bulunmaları, bunları kanıtlarla değerlendirmeleri ve anlaşmazlık yaşamaları gereken tartışma odaklı söyleme karşı çıkmışlardır. Bunun yerine akranları tarafından sunulan fikirleri kabul etmişler ve karşıt argümanlar oluşturmaktan kaçınmışlardır.

Küçük grupların (genel olarak 3-5 üye içeren gruplar) karar verme sürecini etkileyen faktörlerle ilgili olarak grubun katıldığı etkinlik türü (bilimsel veya mühendislik etkinliği) fark yaratan bir faktör olarak bildirilmiştir (Wieselmann, Dare, Ring-Whalen ve Roehrig, 2020). Son olarak, cinsiyet, grup üyelerinin katılımlarını ve grubun karar vermesi sürecindeki rollerini şekillendiren başka bir faktör olarak rapor edilmiştir (Bianchini, 1997). Küçük gruplarda erkek öğrenciler grup kararlarına hükmetme ve liderlik rolü üstlenme eğilimindeyken, kızlar genellikle pasif rollere sahiptir. Aynı şekilde, katılımcıların akademik yetenekleri ve sosyal statüleri, bireylerin grup çalışmasına katılımlarını, karar vermelerini, kullanılan materyallere erişimlerini ve grup çalışmasından ne ölçüde öğrendiklerini belirleyen diğer değişkenlerdir (Bianchini, 1997).

Bütünleşik STEM Eğitiminde İşbirliği/Ortaklık Araştırmaları

Bütünleşik STEM hareketi, “bilim, teknoloji, mühendislik ve matematiğin bir kısmını veya tamamını, konular ve gerçek dünya problemleri arasındaki bağlantılara dayanan tek bir sınıf, ünite veya derste birleştirme çabasıdır” (Moore vd., 2014, s. 36). Bütünleşik doğası gereği, bu yaklaşım öğretmen işbirliğini gerektirmektedir. Buna rağmen, Wang ve diğerlerine göre (2020), “öğretmenler geleneksel olarak alana özgü bilgileri öğretmek için eğitilmektedir. STEM alanlarından birinde eğitilen öğretmenlerin, öğretimlerine daha az tanıdık uygulamaları dâhil etmek için donanımlı olmadıklarına dair artan bir endişe bulunmaktadır” (s. 2). Alanyazında, ortaya çıkan bu kritik konuyu ele almak için, sınırlı sayıda çalışma öğretmen işbirliğine odaklanmış ve farklı uzmanlıklara sahip öğretmenler arasındaki işbirliğinin faydalarına dair veriler sunmuşlardır. Örneğin, Pinnell ve diğerleri (2013) altı haftalık bir mesleki gelişim programı boyunca on öğretmen, beş öğretmen adayı, bir mühendislik öğrencisi, mühendislik fakültesi öğretim üyesi ve endüstride çalışan rehber (mentor) arasındaki ortaklığı vurgulayan bir eğitim tasarlamıştır. Sonuçlar, bu ortaklaşa çalışmanın, katılımcıların mühendislik ve mühendisliğin toplum için önemi, mühendisliğin derslere dâhil edilmesi ihtiyacı ve mühendisliğin ders planlarına dâhil edilmesinin nasıl sağlanacağı hakkındaki bilgilerinin geliştirilmesi açısından faydalı olduğunu göstermiştir. Başka bir çalışmada, Asghar, Ellington, Rice, Johnson ve Prime

(2012) probleme dayalı bir STEM mesleki gelişim programında farklı STEM alan uzmanlıklarına sahip 25 öğretmen ile çalışmıştır. Sonuçlar, farklı alan bilgisine sahip öğretmenlerle çalışma fırsatını içeren bu tür etkinliğe katılımın, öğretmenlerin bütünlük STEM'in disiplinler arası doğası (yani, farklı STEM disiplinlerini bir etkinlikte nasıl birleştirecekleri) hakkındaki bakış açılarını geliştirdiğini ve zenginleştirdiğini ortaya koymuştur. Ayrıca, katılımcılar arasında günlük yaşam problemlerinin çözümüne yönelik işbirliği ve farklı uzmanlık alanlarına sahip grup üyeleri arasında fikir alışverişi, öğretmenlerin bütünlük STEM yaklaşımına yönelik tutumlarını olumlu şekilde etkilemiştir. Benzer şekilde, Basista ve Mathews (2002), öğretmenlerin diğer STEM disiplinlerini derslerine dâhil etme, işbirlikçi grup çalışmasını kullanma ve öğrencileri yansıtıcı düşünmeye teşvik etme becerisinde benzer kazanımlar bildirmiştir. Ayrıca katılımcı öğretmenler, verilen eğitim sürecinde öğrendiklerini ve deneyimlediklerini sınıf uygulamalarına aktardıklarını bildirmişlerdir. Son olarak, Aslan-Tutak, Akaygun ve Tezsezen (2017), STEM'i İşbirliğiyle Öğretmeyi Öğrenmek (CLT-STEM) modülünün kimya ve matematik öğretmen adaylarının bütünlük STEM farkındalığı üzerindeki etkisini incelemiştir. Sonuçlar, altı haftalık eğitim boyunca katılımcıların bütünlük STEM farkındalığında zenginleşme olduğunu göstermiştir. Katılımcıların verilen eğitimden sonraki bütünlük STEM tanımlarının disiplinler arası bütünlüğe daha fazla vurgu içerdiği ortaya konmuştur.

Sonuç olarak, öğretmenlerin meslektaşları ve diğer uzmanlarla (örneğin, mühendisler) işbirliğine odaklanan çalışmalar, işbirliğinin ve grup çalışmasının katılımcıların gelişimindeki katkısını ve faydasını ortaya çıkarmıştır. Bu nedenle, öğretmenlerin grup tasarımları için işbirlikçi yansıtıcı karar verme mekanizmalarının doğasını ve bu süreçte kullandıkları argümantasyon şemalarını araştırabilmek için, farklı STEM alanlarında uzman (örneğin, fen, matematik, teknoloji) öğretmenler ile çalışmak mantıklı ve değerli olacaktır. Ayrıca aynı okulda görev yapan öğretmenlerin işbirliği de üzerinde durulması gereken bir diğer önemli konudur (Wang vd., 2020). Tüm bu önemli noktalar ışığında, öğretmenlerin işbirliği, öğretmenlerin grup tasarımları için yansıtıcı karar verme süreçleri, farklı alanlarda uzmanlığa sahip öğretmenlerin grup söylemleri, kullandıkları argümantasyon şemaları ve aynı kurumda çalışan öğretmenlerin nasıl işbirliği yaptıkları daha fazla dikkat edilmesi gereken alanlardır. Sayılan bu hususların hepsi çalışmanın yazarlarını bu araştırmayı yapmak için motive etmiştir.

Çalışmanın Önemi ve Alana Katkısı

Argümantasyon, öğrencilerin karar vermelerini ve üst düzey düşünme becerilerini geliştirmek için değerli bir yaklaşımdır (Jiménez-Aleixandre ve Erduran, 2007). Fen ve mühendislik tasarım sürecinde yansıtıcı karar verme ve tartışmanın rolü göz önüne alındığında (Jordan ve McDaniel, 2014; Kim vd., 2014; Wendell vd., 2017), öğretmenlerin sınıflarında her iki stratejiyi de kullanmaları beklenmektedir (Crismond ve Adams, 2012; Erduran ve Jiménez-Aleixandre, 2008). Ancak araştırmalar, öğretmenlerin, sınırlı bir pedagojik repertuara sahip olmalarına ek olarak, bu uygulamaları fen sınıflarına dâhil etmede zorluklar yaşadıklarını bildirmiştir (Driver vd., 2000). Ayrıca, fen eğitiminde argümantasyon sıklıkla çalışılmasına rağmen, öğretmenlerin işbirlikçi karar vermelerinin doğası ve mühendislik tasarım süreci boyunca hangi argümantasyon şemalarını kullandıklarına dair araştırma konusunda alanyazında bir boşluk bulunmaktadır. Bu boşluk, mühendislik tasarım süreci içeren bütünlük STEM eğitiminde argümantasyon şemalarının kullanımına odaklanan çalışmaların gerekliliğini vurgulamaktadır. Çünkü argümantasyon mühendislerin kullandığı önemli bir pratiktir ki mühendisler belirli sınırlılıklar içeren bir problemin çözümü için en iyi yolu bulurken argümanları kullanırlar (Mathis vd., 2017, s. 78). Bu nedenle, mühendislik ve tasarım süreçlerini fen, teknoloji ve matematik eğitimine dâhil eden bütünlük STEM yaklaşımının öğretmenlerin zihninde daha iyi bir resmini çizmek için Mathis ve diğerleri (2017) tarafından ortaya konan bu boşluk dikkate alınmalıdır. Öğretmenler, öğrencilere argümanlar oluşturma, problemler hakkında yansıtıcı kararlar verme ve daha iyi tasarım çözümleri için iddiaların geçerliğini kanıtlama fırsatları sunan bütünlük STEM derslerini nasıl uygulayacaklarını bilmelidirler (Kim vd., 2014). Bu amaca ulaşmak için öğretmenler tasarım etkinliklerinin uygulamasını deneyimlemelidir (Desimone, 2009), çünkü bu deneyim, öğretmenlere STEM disiplinlerinin birkaçı veya tamamından delil, veri ve gerekçelerle argümantasyon sürecine katılma şansını sunmaktadır.

Alanyazının ortaya koyduğu bu noktalar göz önüne alındığında, bu çalışmada farklı STEM alanlarında uzman on bir öğretmen beş gün boyunca, beş bütünleşik STEM etkinliğinde sözlü argümantasyon uygulamalarına katılmıştır. Argümantasyon söylemi ve işbirlikçi yansıtıcı karar verme sürecinin doğası, söylem analizi yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Bunu yaparak araştırmacılar, farklı STEM alanlarında uzman öğretmenlerin işbirlikçi yansıtıcı karar verme sürecine nasıl katıldıklarını, nasıl argüman oluşturdıklarını, diğer öğretmenlerin bu argümana nasıl tepki verdiklerini, bireylerin grup tasarımına nasıl katkıda bulunduğunu ve hangi argümantasyon şemalarının tasarım süreci boyunca kullanıldığını ortaya koymayı amaçlamıştır. Bu tür bir grup organizasyonu (farklı STEM disiplinlerinden öğretmenlerin dâhil olduğu bir tasarım) alanyazında yaygın değildir. Aynı alandan öğretmenler benzer bakış açılarına sahip olabilir; fakat farklı alanlarda uzman öğretmenler, grup söylemini zenginleştirme, diğerlerinin iddialarına karşı çıkma, karşı iddialarda bulunma veya farklı disiplinlerden destek sağlama potansiyeline sahiptir. Bu nedenle, bu çalışma, grup tasarımının zengin bir tanımını ortaya koymak, tasarım süreci boyunca kullanılan argümantasyon şemalarını ve farklı uzmanlıklara sahip katılımcıların daha iyi tasarım çözümleri için karar verme sürecine nasıl katkıda bulunduğunu sağlamak için tasarlanmıştır. Bu tasarım, aynı zamanda öğretmenlerin aynı disiplinden meslektaşları ile alacakları eğitimden kazanılması mümkün olmayan bir kazanç da sağlamaktadır ki bu da farklı disiplinlerde ortaya konan kanıtları nasıl bir araya getireceğini görmektir. Spesifik olarak, odaklanılan araştırma soruları şunlardır:

1. Bütünleşik STEM etkinliklerinin mühendislik tasarım sürecine katılan öğretmenlerin yansıtıcı karar verme süreçlerinin doğası nedir?
2. Bütünleşik STEM etkinliklerinin yansıtıcı karar verme sürecinde öğretmenler hangi argümantasyon şemalarını kullanmaktadır?

Yöntem

Düşünme ve konuşma birbirini etkileyen iki olgudur. Düşünce, dilsel faaliyet dikkate alınmadan açıklanamaz ve konuşma da düşüncenin göstergelerine dikkat edilmeden anlamlandırılmaz (Lantolf, 2000). Bu nedenle, bir grup öğretmenin mühendislik tasarımına yönelik yansıtıcı karar verme süreçlerinin doğasını ve sürecin farklı bölümlerinde kullanılan argümantasyon şemalarını ortaya çıkarmak için, araştırmacılar, düşünme ve konuşmayı nitel bir yapıda birlikte ele alarak söylem analizi gerçekleştirmişlerdir. Bu sayede, araştırmacılar, etkinliklerin tasarım sürecine öğretmen katkılarının iç dinamiklerini ortaya koyma şansı elde etmişlerdir. Çünkü, söylem analizi araştırmacılara "bir dizi cümle boyunca bilgi parçalarının düzenlenmesine ya da bir konuşmacının söylenenleri nasıl ele aldığı ve bunlara nasıl yanıt verdiğinin ayrıntıları aracılığıyla anlamın nasıl yaratılabileceğine ışık tutma" fırsatı sunmaktadır (Johnstone, 2018, s. 5).

Bağlam

Bu çalışmada, araştırmacılar tarafından Türkiye'nin doğusunda bulunan bir Bilim ve Sanat Merkezinde görev yapan on bir öğretmene (sekizi erkek, üçü kadın) bütünleşik STEM mesleki gelişim eğitimi verilmiştir. Mesleki gelişim programının amacı, bütünleşik STEM yaklaşımını teorik olarak tanıtmak, farklı STEM disiplinlerinin entegrasyonunu gerektiren bütünleşik STEM etkinliklerine güçlü örnekler sunmak ve öğretmenleri merkezdeki öğrencilerle bütünleşik STEM etkinlikleri uygulamaya motive etmektir. Mesleki gelişim programı, bilim sanat merkezinde, 2019-2020 akademik yılında mesleki gelişim desteği için belirlenen güz tatili haftasında düzenlenmiştir. Bu merkezlerde öğretmenler, üstün yetenekli öğrenciler ile onları araştırma yapmaya, proje geliştirmeye ve 21. yüzyıl becerilerini geliştirmeye motive etmek için okuldan sonra ve/veya hafta sonları çalışmaktadır.

Katılımcı öğretmenler farklı STEM disiplinlerinde uzmanlıklara sahiptir (Tablo 1). Katılımcılar (i) farklı disiplinlerden, (ii) aynı merkezden öğretmenleri içerecek şekilde bilinçli olarak seçilmiştir. Katılımcılar, bütünleşik STEM yaklaşımının ne olduğunu ve bütünleşik STEM etkinliklerinin nasıl uygulandığını öğrenmek için motive olmuşlardır, ancak bütünleşik STEM veya mühendislik tasarımı konusunda daha önce herhangi bir mesleki gelişim programı almamışlardır.

Tablo 1. Katılımcı Bilgileri

Öğretmen uzmanlık alanı	Katılımcı sayısı	Eğitim durumu	Kısaltma
Matematik	1	Yüksek lisans	Matematik Öğretmeni, MÖ
Fen bilgisi	1	Yüksek lisans	Fen Bilgisi Öğretmeni, FB
Teknoloji tasarımı	2	1 Lisans 2 Yüksek lisans	Teknoloji Öğretmeni, TÖ
Kimya	1	Yüksek lisans	Kimya Öğretmeni, KÖ
Fizik	1	Yüksek lisans	Fizik Öğretmeni, FÖ
Biyoloji	1	Yüksek lisans	Biyoloji Öğretmeni, BÖ
Sınıf	3	1 Yüksek lisans 2 Lisans 3 Yüksek lisans	Sınıf Öğretmeni, SÖ
Resim	1	Yüksek lisans	Resim Öğretmeni, RÖ

Daha da önemlisi, tüm katılımcılar aynı merkezde çalışmaktadır. Bu durum, mesleki gelişim programının başarısını etkileyen önemli bir faktördür (Asghar vd., 2012; Desimone, 2009). Araştırmacılar bu seçimin, katılımcı öğretmenlerin gelecekte bütünleşik STEM etkinliklerini planlamak ve/veya uygulamak için farklı disiplinlerden meslektaşlarıyla işbirliği yapmalarına olanak tanıma potansiyeline sahip olduğunu düşünmektedir.

Öğretmenlerin bütünleşik STEM uygulaması sırasında rapor ettikleri zorluklardan biri, disiplinler arası öğretime ilişkin sınırlı bir anlayışa sahip olmalarıdır (Ryu, Mentzer ve Knobloch, 2019). Öğretmenler ayrıca diğer STEM disiplinlerini kendi alanlarına entegre etmekte de zorluk yaşamaktadırlar (Couso ve Simarro, 2020; Roehrig vd., 2012). Bu doğrultuda, bu araştırmada bu zorlukları ele almak için farklı STEM alanı uzmanlıklarına sahip öğretmenleri içeren gruplar oluşturulmuştur. Akaygun ve Aslan-Tutak (2016)'a paralel olarak, bu çalışmada araştırmacılar da farklı STEM alanlarındaki uzmanların, entegre STEM etkinliğinin sonunda sağlam, etkili ve verimli bir ürün tasarlamak için çeşitli delillerle desteklenen farklı iddialar sunacağını düşünmüştür. Sonuç olarak, literatür, katılımcı seçimimize, grup organizasyonumuza ve rapor edilen zorluklara yönelik çözümlerimize rehberlik etmiştir.

Uygulama

Beş gün boyunca bütünleşik STEM mesleki gelişim programı uygulanmıştır. Mesleki gelişim programında etkinlikler yer almıştır. Etkinlikler, programa farklı branş ve farklı sınıf seviyelerinde öğretim yapan öğretmenlerin katılımı nedeniyle kasıtlı olarak seçilmiştir. Etkinlikler farklı branş ve sınıf seviyelerindeki öğretim programı kazanımlarıyla ilişkilendirilmiştir (etkinliklerin Türkiye'de uygulanan öğretim programları kazanımlarıyla bağlantıları ile ilgili ayrıntılı bilgi için Ek'e bakınız). Etkinlikler aynı zamanda farklı branşlardaki öğretmenler için ortak çalışma konularına sahiptir ve bir tasarım problemini çözmek için otantik bir bağlamda en az iki STEM disiplinini entegre etmektedir (örneğin, termos tasarımı veya DNA genetik kodu ve mesaj gönderme sistemi tasarımı). Etkinlikler, araştırmacılar tarafından verilen otantik bir günlük yaşam problemi senaryosu ile başlatılmıştır. Örneğin, termos tasarımı için senaryo, tırmanış boyunca kahve veya çayını sıcak tutması gereken bir dağcıyı içermektedir. Termosun içeceği muhafaza süresi, malzemesi ve boyutları ile ilgili kısıtlamalar senaryo ile birlikte verilmiştir. Her gün, yaklaşık dört saat süren tasarım temelli bütünleşik bir STEM etkinliği uygulanmıştır (Tablo 2). Katılımcılar toplamda 20 saatten fazla bütünleşik STEM mesleki gelişim programına tabi tutulmuştur. Etkinlikler sırasında (bütünleşik STEM yaklaşımını teorik olarak tanıtan ilk etkinlik hariç) her katılımcının aktif katılım göstermesi istenmiştir. "Aktif öğrenme, tipik olarak bir dersi dinlemekle karakterize edilen pasif öğrenmenin aksine, uzman öğretmenleri gözlemlemek de dâhil olmak üzere çeşitli şekillerde gerçekleşebilir" (Desimone, 2009, s. 184). Aktif katılım, mesleki gelişim programının yararlılığını ve verimliliğini artırmada bir diğer kilit faktör olarak belirtilmiştir (Desimone, 2009). Katılımcı öğretmenler bütünleşik STEM etkinliklerini deneyimleme, zorluklarla karşılaşma ve karar verme sürecine katılma şansı bulmuşlardır. Başka bir deyişle, katılımcılar tasarım problemine odaklanmış, araştırma yapmış, meslektaşlarıyla tartışmış, daha iyi tasarım çözümleri için kararlar vermiş ve testlerde toplanan veriler ışığında yeniden tasarım yapmışlardır.

Her bir bütünlük STEM etkinliği için katılımcılara Wi-Fi ve tablet bilgisayarlar sağlanmıştır. Her etkinlik için bir tasarım günlüğü hazırlanarak gruplara verilmiştir (tasarım günlüğü ile ilgili detaylar veri kaynakları bölümünde verilmektedir). Her gün dönüşümlü olarak farklı katılımcılardan oluşan iki grup oluşturulmuştur. Bu şekilde araştırmacılar farklı branşlardan öğretmenlerin etkinliklerde birlikte çalışmasını ve aralarındaki etkileşimi zenginleştirmeyi amaçlamışlardır. Ayrıca, Bilim ve Sanat Merkezlerinde görev yapan öğretmenler, merkezlerdeki tüm eğitim kademelerinden öğrencilerin projelerine rehberlik etmek için birlikte çalışabileceğinden, rotasyon, öğretmenlerin gelecekte bütünlük STEM etkinlikleri planlamak ve/veya uygulamak için farklı disiplinlerden meslektaşlarıyla işbirliği yapmalarını da sağlayabilmektedir.

Tablo 2. Mesleki Gelişim Program Detayları

Gün	Yürütülen STEM etkinliği	Etkinlik açıklaması	Etkinliğe entegre edilebilecek STEM disiplinleri
1	STEM Yaklaşımına giriş (Teori) & Elektrikli süpürge tasarımı	Araştırmacılar tarafından STEM yaklaşımı, tanımları, hedefleri ve çıkış noktası tanıtımının sunulması Katılımcılardan masanın üzerindeki tozları alacak bir elektrikli süpürge tasarımları beklenmektedir.	Fen (fizik), mühendislik, teknoloji
2	Su arıtma cihazı tasarımı	Katılımcılardan daha önce hazırlanan kirli suyu filtreleyerek test edilecek bir su arıtma cihazı tasarımları beklenmektedir. Kriterler renk, pH, filtrelenen suda tuz ve organik atık varlığıdır.	Fen (kimya), mühendislik, teknoloji
3	Termos Tasarımı	Katılımcılardan sıcak suyu sıcak tutacak ve verilen zaman aralığında (yani 40 dakika) daha az ısı kaybedecek bir termos tasarımları beklenmektedir.	Fen (fizik), matematik, mühendislik, teknoloji, sanat (tüketiciyi cezbetmek için estetik tasarım)
4	Polimer Tasarımı	Katılımcılardan zıplayan bir polimer tasarımları beklenmektedir. Ağır çekim bir video kaydı ile topların zıplaması ölçülür.	Fen (kimya), mühendislik, teknoloji, matematik
5	DNA Genetik Kodu ve Mesaj Gönderme Sistemi Tasarımı (Şardağ ve Kaya, 2021)	Katılımcılardan adenin, timin, guanin ve sitozin olmak üzere dört ana DNA bazını kullanarak bir mesaj gönderme sistemi tasarımları beklenmektedir.	Fen (biyoloji ve fizik), mühendislik, teknoloji, matematik

Etik konularla ilgili olarak kurumlardan gerekli izinler alınmıştır. Öğretmenler etkinliklere gönüllü olarak katılmışlardır. Öğretmenlere mesleki gelişim programının amacı da açıklanmıştır. Katılımcıların kimliklerini gizlemek için öğretmenlere branşlarına göre kod verilmiştir.

Veri Kaynakları

Veri kaynakları, her grup için beş tasarım temelli bütünlük STEM etkinliği sırasında kaydedilen ses kayıtlarını (toplam 10 kayıt), tasarım günlüklerini ve araştırmacılar tarafından alınan gözlem notlarını içermektedir. Birincil veri kaynakları grup ses kayıtlarıdır. Araştırmacılar her bir grubun masasına bir ses kayıt cihazı yerleştirmiştir. Toplamda 21 saat 40 dakikalık ses kaydı alınmıştır.

Tasarım günlüklerini hazırlamak için araştırmacılar, açık ve net adımlar içermesi nedeniyle Wheeler ve diğerlerinin (2014) tasarım modelini kullanmışlardır. Ayrıca, Wheeler ve diğerleri (2014) grup üyeleri için her adımda yönlendirici sorular sunmuştur. Tasarım modeli altı adımdan

oluşmaktadır: beyin fırtınası, araştırma, tasarım, yapım ve test, yeniden tasarım ve değerlendirme. Her gruba basılı bir tasarım günlüğü verilmiş ve katılımcılardan her gün etkinlik sırasında bunu doldurmaları istenmiştir. Tasarım günlüklerinde katılımcıların tasarım sürecini takip etmelerine yardımcı olacak sorular yer almaktadır. Örneğin, termos tasarımı için: "Bir termos prototipi tasarlama konusunda ne bilmek istiyorsunuz? Termos tasarımı için en iyi malzemeler hangileri olabilir? Termos yapma görevi hakkında bilinmesi gerekenleri öğrenin." Yapım ve test adımı için: "Prototipinizi tasarlayın ve test edin. Tasarımınızı test etmeden önce verileri kaydetmeli ve başlangıçta verilen kriterlere göre etkinliğini değerlendirmelisiniz." Testten sonra: "Tasarımınızı geliştirmek için ne yapılabilir? Geliştirmek için en az bir öneri yazmaya çalışın, tasarım aşamasına geri dönün ve bunu farklı bir renkle yazın." Tasarım günlüklerinde sorulan sorular, tasarım süreci boyunca grup söylemini artırma potansiyeline sahiptir.

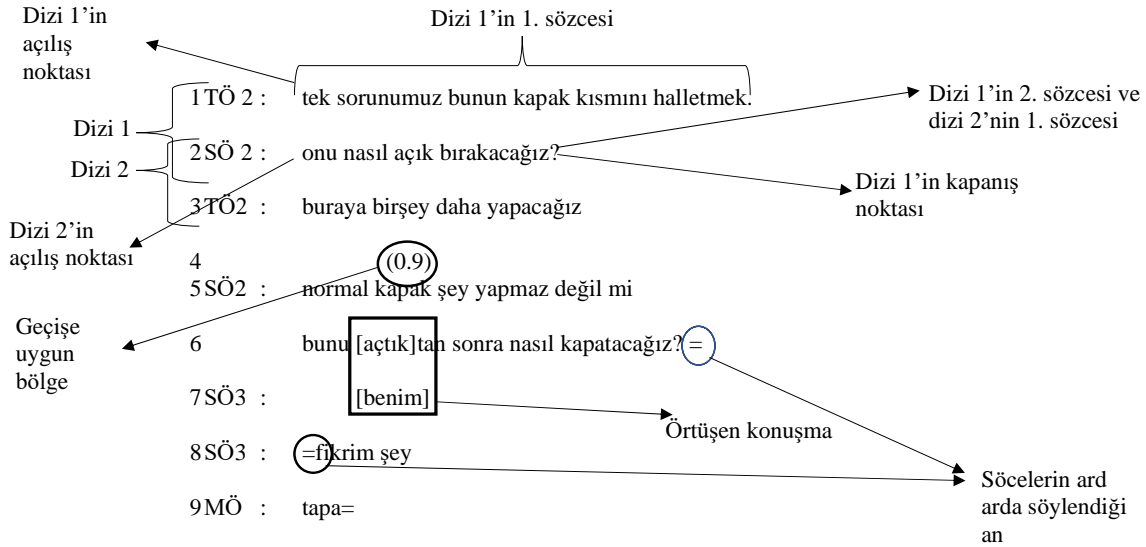
Mesleki gelişim programı sırasında araştırmacılar grupların etrafında dolaşmış, grupların söylemlerini dinlemiş ve birbirlerinin argümanlarına nasıl tepki verdikleri ve farklı STEM alanlarında uzmanlıklara sahip üyelerin grup tasarımına nasıl katkıda buldukları da dâhil olmak üzere grup üyelerinin katılımını gözlemlemiştir. Tasarım günlükleri ve gözlem notları, birincil veri kaynağının çeşitlendirilmesi üzere çalışma için ikincil veri kaynakları olarak hizmet etmiştir. Ana veri kaynağından yapılan çıkarımlar ikincil veri kaynakları ile kontrol edilmiş ve çeşitlendirilmiştir. Nitekim veri çeşitlemesi, nitel çalışmaların güvenilirliğini sağlamanın önemli yollarından biridir (Miller ve Fox, 2004).

Veri Analizi, Geçerlik ve Güvenirlik

İlk iki günden toplanan veriler analizde kullanılmamıştır çünkü katılımcı öğretmenler henüz bütünleşik STEM etkinliklerine veya tasarım sürecine aşına değillerdir. Dolayısıyla, araştırmacılar bu ilk bütünleşik STEM etkinlikleri sürecinde grup çalışması üzerinde daha fazla etkiye sahip olmuşlardır. Başka bir deyişle, araştırmacılar, grup kararları ve söylemi üzerindeki etkilerini ortadan kaldırmayı amaçlamıştır. İlk gün hariç, araştırmacıların rolü katılımcı olarak gözlemcidir (Patton, 2002), yani, katılımcılar araştırmacıların gözlem yaptığının farkındadır. Ancak araştırmacıların etkileşimi sınırlıdır. Ayrıca, mesleki gelişim programı başladığında ses kayıt cihazı katılımcılar için biraz rahatsız edici olmuş olabilir. Bu sorunları ele almak için araştırmacılar ilk gün toplanan verileri analiz etmemişlerdir. Başka bir deyişle, verilerde herhangi bir araştırmacı girdisi ve dışarıdan gelen rahatsız edici unsurlar neredeyse yok denecek kadar az hale getirilmiştir. Kaydedilen 12 saat 20 dakika analiz edilmiştir.

Araştırmacılar tarafından analiz edilen ve bu çalışmada sunulan veriler, temel olarak bir grup öğretmenin yansıtıcı karar verme süreçlerinin doğasına ve bütünleşik STEM etkinliklerinin yansıtıcı karar verme sürecinde kullandıkları argümantasyon şemalarına odaklanmaktadır. Farklı desenleri ortaya çıkarabileceği için eğitmen-öğretmen etkileşiminden ziyade öğretmen-öğretmen etkileşimine odaklanılmıştır.

Ses kayıt cihazından alınan veriler, Jefferson (2004)'in transkript sistematigi kullanılarak araştırmacılar tarafından yazıya dökülmüştür. Ayrıca, birinci araştırma sorusunu incelemek amacıyla veri analizi için Pomerantz ve Fehr (2011) tarafından tanımlanan analiz adımları kullanılmıştır. Aşağıdaki kesit ve analitik sunumu (Şekil 1) analiz sürecine örnek olarak verilebilir.



Şekil 1. Verilerin Analitik İncelemesi

Veri analizi sürecinde (Şekil 1), diziler, bunların açılış ve kapanış noktaları ve dizileri oluşturan sözcükler belirlenmektedir. Sözcüklerde gerçekleştirilen eylemler, argüman sunma, karşı argüman sunma ve epistemik statü sergileme gibi nitelikleri açısından incelenmiştir. Araştırmacılar ayrıca bir eylemin amacını ve etkileşime ve sürece katkısını da not etmişlerdir. Buna ek olarak, araştırmacılar yöntemleri, yani bazı etkileşimsel unsurları kaydetmişlerdir: katılımcıların söz sırası geçiş yerleri, konuşmadaki örtüşme ve öğretmenin eylemleri gerçekleştirmek amacıyla sırayı almak için kullandığı bağlar belirlenmiştir.

Araştırmacılar, analizi gerçekleştirirken benzer etkileşimleri "koleksiyonlar" halinde gruplandırarak bir grup öğretmenin yansıtıcı karar verme süreçlerinin doğasına ve yansıtıcı karar verme sürecinde kullandıkları argümantasyon şemalarına dair deliller sağlamıştır. Açığa çıkan diğer etkileşimler, araştırma amacına hizmet etmedikleri için koleksiyonlara dâhil edilmemiştir. Koleksiyonlar bütüncül bir bakış açısıyla incelenmiş; bu da araştırmacıların farklı amaçları yansıtan ya da çeşitli söylem özelliklerine sahip farklı desenleri görmelerine yardımcı olmuştur. Bu şekilde koleksiyonlar, grup üyeleri arasındaki etkileşimlerin özelliklerini tanımlayan ilk araştırma sorusunu yanıtlamak için fırsatlar sunmuştur. Son olarak araştırmacılar, söylem eğilimlerini sunabilmek için koleksiyonlarda bulunan toplam desen sayısını ve bunların yüzdelerini belirlemişlerdir. Transkriptler sunulurken (çalışmanın İngilizce tam metninde) çok sütunlu bir transkripsiyon kullanılmıştır. Transkripsiyonda ilk sütun katılımcıların ana dilini, ikinci sütun ise deyimsel İngilizce çevirisini temsil etmektedir. Özlü olması açısından, sonuçlar bölümünde yalnızca çevrilmiş söylem kullanılmıştır.

İkinci araştırma sorusunu ele almak için araştırmacılar, Walton ve diğerleri (2008) tarafından oluşturulan ve Kim ve diğerleri (2014) tarafından uyarlanan şemalardan yararlanmışlardır, zira bu şemaların açık ve net olması gibi avantajları bulunmaktadır (bkz. Teorik Çerçeve bölümü). Bu şemalar, kişinin kendi sahip olduğu bilgiden gelen, araştırma sonucunda gelen bilgiden üretilen, sonuçlardan, popüler görüşten, korelasyonlardan, işaretten, bağlılıktan, analogiden ve önyargıdan gelen argümanlara dayalı argümantasyon şemalarıdır. Bu şemalar arasında kişinin kendi sahip olduğu bilgiden gelen argüman, kişisel deneyime dayalı bilginin doğru olduğuna dair durumu ifade etmektedir. Araştırma sonucunda gelen bilgiden üretilen argümana dayalı şema, sağlanan bilginin bir uzman veya araştırma gibi dış kaynaklara dayandığı durumları içerir. Sonuçlar şeması, bir eylemin olası sonuçlarına ilişkin noktaları içerir. Son olarak, popüler görüş şeması grup üyelerinin belirli sosyal ve kültürel normlar üzerindeki anlaşmalarıyla ilgilidir. İlk araştırma sorusu için belirlenen ve incelenen her bir desen, hangi argümantasyon şemalarının kullanıldığını ortaya çıkarmak için yeniden incelenmiştir. Araştırmacılar ayrıca ortaya çıkan toplam şema sayısını ve bunların yüzdelerini hesaplamış, böylece üretilen argümanların temel yapısına dair delil sağlanabilmiştir.

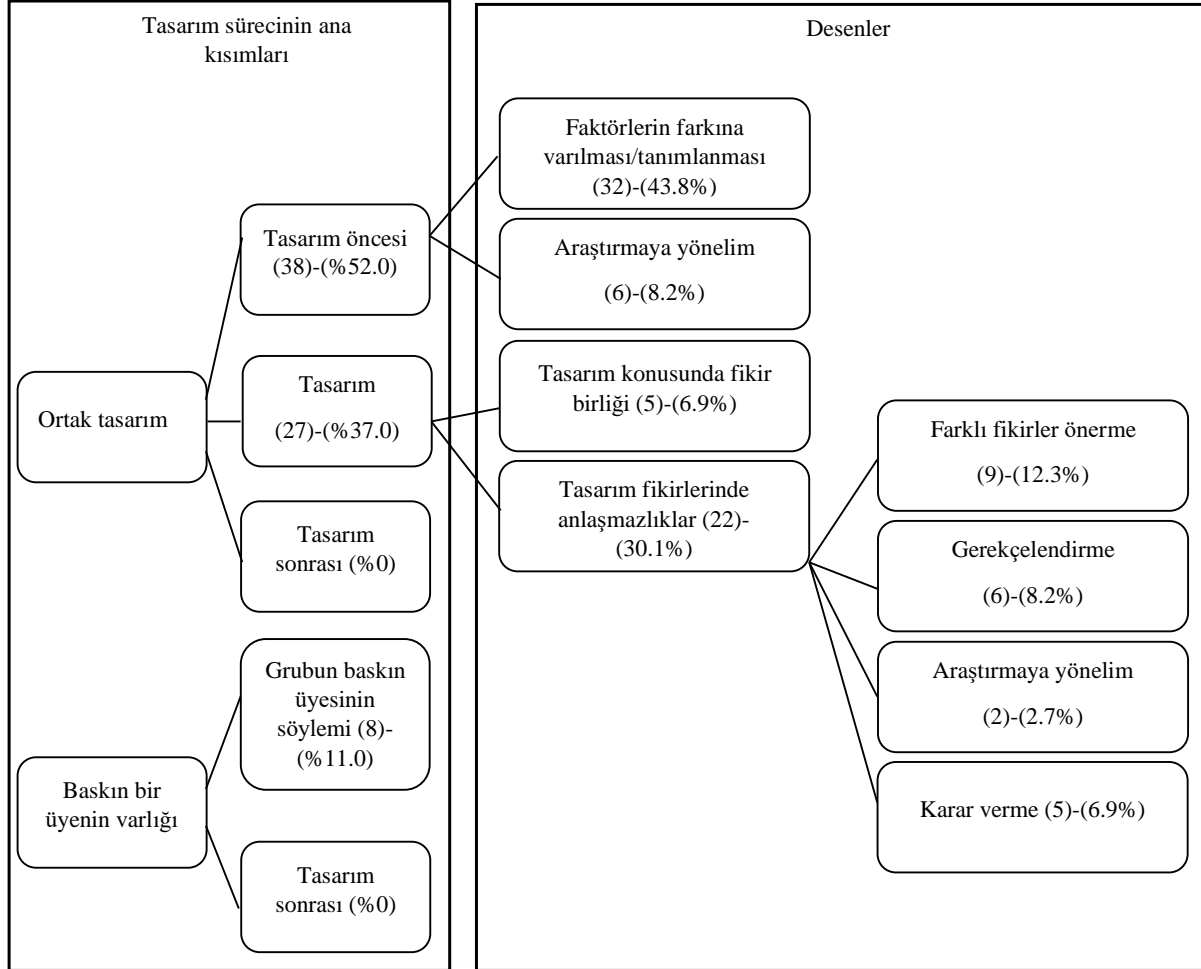
Araştırmada ortaya çıkan sonuçların geçerliğini sağlamak için araştırmacılar analitik iddiaların şeffaflığına ve nicelleştirmeye odaklanmıştır. Peräkylä (2004)'ya göre, bir araştırmacı sonuçlarını mümkün olduğunca ayrıntılı bir şekilde sunduğunda, okuyucuyu sonuçların şeffaf bir şekilde doğru olduğuna ikna edebilir. Bu nedenle araştırmacılar tüm sonuçları mevcut tüm detaylarıyla ve bağlamıyla birlikte sunmuşlardır. Buna ek olarak, araştırmacılar yüzde hesabını nicelik olarak sunmuşlardır.

Güvenirlilik, nitel araştırmalarda ele alınması gereken önemli bir konudur (Silverman, 2004). Güvenirliliği ortaya koymak için söylem veya konuşma çözümlemesi araştırmacıları, hareket halindeki olayları ve belge gerçekliklerini dikkate alarak toplanan verilerin maksimum kapsayıcılığını güvence altına almayı amaçlamaktadır (Peräkylä, 2004). Bu çalışmada araştırmacılar ses kayıt cihazlarını kullanarak hareket halindeki olayların etkileşiminin zenginliğini kaybetmekten kaçınmış olsalar da ister istemez öğretmenler arasındaki tüm etkileşimi yakalayamamışlardır. Bu durumun güvenirliliği etkilememesi için araştırmacılar etkileşimin belirli bir kısmına odaklanarak analizlerini gerçekleştirmişlerdir. Böylece araştırmacılar, her bir faaliyetin uygulama sürecinin, tasarım öncesi ve tasarım sürecinin belirli kısımlarını analiz etmiş ve sunmuştur. Belge gerçekliği için araştırmacılar, etkileşimlerin bağlamını anlamak amacıyla tasarım günlüklerini ve gözlem notlarını kullanmışlardır. Bu belgeler aracılığıyla araştırmacılar, gruplar içindeki etkileşimlere bakarak ortaya konan analitik iddiaların güvenirliliğini desteklemeyi amaçlamıştır. Bahsedilen güvenirlilik konularına ek olarak, katılımcı kontrolü de kullanılmıştır (Creswell, 2007). Araştırmacılar gönüllü bir öğretmenle sonuçlar hakkında kısaca konuşmuştur. Araştırmacılar ve katılımcı, farklı katılımcıların grubun karar verme sürecindeki rolleri ve katkıları hakkında konuşmuşlardır. Öğretmen, araştırmacıların veri yorumlarına onay vermiştir. Ayrıca, araştırmacılar hem mesleki gelişim programı sırasında hem de mesleki gelişim programı dışında (örn., kahve molaları, program öncesi/sonrası) katılımcılarla uzun zaman geçirmiştir. Araştırmacılar ayrıca tüm verilerin yaklaşık %20'si için Miles ve Huberman (1994) anlayışını kullanarak kodlamanın güvenirlilik indeksini hesaplamıştır. İndeks .90 olarak belirlenmiştir. Buna ek olarak, tüm verileri analiz eden ikinci yazar, tüm verilerin yaklaşık %20'sini tekrar incelemiş ve farklı zamanlarda aynı anlayışı kullanarak kodlamanın tutarlılığını hesaplamıştır. Tutarlılık .95 olarak ortaya konmuştur.

Son olarak, araştırmanın inandırıcılığı için Patton (2002) araştırmanın inandırıcılığını artıran önemli bir husustan, yani "eğitim ve deneyime bağlı olan araştırmacının inandırıcılığından" bahsetmiştir (s. 552). Çalışmanın araştırmacıları nitel araştırma yöntemleri, bütünleşik STEM öğretmen eğitimi ve karar verme konularında uzmandır.

Bulgular

İlk olarak, araştırmacılar sonuçların genel bir özetini sunmaktadır (Şekil 2). Bu, öğretmenlerin işbirlikçi ve yansıtıcı karar verme söylemlerinin doğasını göstermektedir (yani, tasarımın parçaları ve işbirliğinin düzeyine ilişkin desenler). Daha sonra, katılımcıların argümantasyon şemalarını kullanımları sunulmaktadır.



Şekil 2. Tasarım Sürecinin Farklı Aşamaları İçin Sonuçların Özeti

İlk araştırma sorusu olan bir grup öğretmenin mühendislik tasarım sürecine yönelik yansıtıcı karar verme süreçlerinin doğası için Şekil 2, mevcut çalışmadaki tasarım sürecinin "ortak tasarım" ve "baskın bir üyenin varlığı" olmak üzere iki şekilde yürütüldüğünü göstermektedir. Araştırma sorularına ışık tutan desenlerin %89,0'ı ortak tasarım kapsamına girerken, %11,0'ı baskın bir üyenin varlığına dayanmaktadır. Ortak tasarım, tasarım öncesi (%52.0), tasarım (%37.0) ve tasarım sonrası (%0) olmak üzere üç ana aşamadan oluşmaktadır. Baskın bir üyenin varlığı, gruptaki baskın katılımcının söylemi (%11.0) ve tasarım sonrası (%0) olmak üzere iki ana aşamadan oluşmaktadır. Ortak tasarım daha işbirlikçi iken, baskın bir üyenin varlığı çok sınırlı işbirliği anlamına gelmektedir. Her iki yöntemin de satır satır analiz edilerek belirlenen ortak desenleri bulunmaktadır. Bu desenler, doğal olarak gerçekleşen yaygın bir öğretmen etkileşimi örneği üzerinden aşağıda sunulmuştur.

Ortak Tasarım

Tasarım Öncesi Aşama

Tasarım öncesi aşama birbirini takip eden iki farklı desen içermektedir: faktörlerin farkına varılması/tanımlanması (%43,8) ve araştırmaya yönelim (%8,2).

Faktörlerin farkına varılması/tanımlanması. Tablo 3'te verilen kesit, katılımcıların problem ile ilgili faktörleri nasıl belirlediklerini ve çözümünü nasıl şekillendirdiklerini gösteren bir örnektir. Kesit, polimer tasarım etkinliğinin ilk aşamasındaki konuşmalardan alınmıştır; gruplara bir şirketin zıplayan bir polimer tasarlayacak mühendisler aradığı bir senaryo verilmiştir. Zıplayan bir polimer top oluşturmak için katılımcıların polimerlerin kimyasal özelliklerine ve polimerin esnekliğinin nasıl artırılacağına (örneğin, boraks miktarına karşı polivinil asetat) odaklanmaları gerekmektedir. Etkinlikte ağır çekim video kaydı ile topların zıplayabildikleri yükseklik ölçülür. Topu en yüksek sıçramaya sahip olan grup kazanır.

Kesitin alındığı kısmın öncesinde, alanı kimya öğretmenliği eğitimi olan birinci yazar tasarım görevini tanıtmıştır. Öğretmenlerden esnek bir polimer tasarımları istenmiştir. Polimerden yapılan topun en az 30 santimetre yüksekliğe kadar zıplaması beklenmektedir.

Tablo 3. Faktörlerin Farkına Varılması/Tanımlanması İçin Kesit: Polimer Etkinliği (00:16:06-00:16:22)

Satır	Etkileşim
1 TÖ2	sadece üç malzeme [kullanıyoruz değil mi hocam]
2 FÖ	[şeyi lazım bak ()]
3 Arş1	evet
4 FÖ	mesela [fiziksel olarakta yer]e temasının az olması
5 SÖ2	[sodyum borat tutkal]
6 FÖ	lazım eğer yere [çok] temas ederse:
7 SÖ3	[ney]
8 FÖ	ge[ri] zıplaması o kadar azalır
9 SÖ3	[su]
10TÖ2	işte o şeyliğiyle ilgili=
11SÖ2	=ama o esnekliğiyle=
12TÖ2	=[esnekliğiyle] ilgili birazda [sertliğiyle]
13 FÖ	[esnekliğiyle] [sertliğiyle]
14TÖ2	o da hangisi belirleyecek ona bakmamız lazım

TÖ2: Teknoloji Öğretmeni 2, FÖ: Fizik Öğretmeni, Arş1: Araştırmacı 1, SÖ2: Sınıf Öğretmeni 2

Kesit, Teknoloji Öğretmeni 2'nin etkinlikteki polimerin bileşenleri hakkında bir evet/hayır sorusu sormasıyla başlamaktadır (satır 1). Bu soru bir teyit istemi olarak kategorize edilebilir, çünkü Teknoloji Öğretmeni 2 "sadece" kelimesini vurgulayarak etkinlikteki polimerin bileşenlerinin farkında olduğunu göstermektedir. Bu durum "kişinin sahip olduğu bilgiden gelen" argüman şemasının bir yansımasıdır ve bileşenlere atıfta bulunarak bilgi sahibi olduğunu gösteren Teknoloji Öğretmeni 2'nin epistemik statüsünü yansıtmaktadır. Araştırmacı 2, Teknoloji Öğretmeni 2'nin fikirlerini teyit eder (satır 3) ve Sınıf Öğretmeni 2, Teknoloji Öğretmeni 2 tarafından sunulan bilgiyi genişletir ve üç bileşeni listeler (satır 5). Bu etkileşimlerden sonra Fizik Öğretmeni, üretilen polimerin ideal özelliklerini ve akıl yürütmesini yansıtan fikrini öne sürer (satır 4, 6, 8). Ardından Teknoloji Öğretmeni 2 söz alır ve Fizik Öğretmeninin fikrinin arkasındaki faktörleri ortaya çıkararak anladığı şeyin bir gösterimini sunar (satır 10, 12, 14). Satır 13'teki örtüşmeler bunun göstergesidir. Ek olarak, Teknoloji Öğretmeni 2 bir sorgulama süreci önerir (satır 14). Bu sürecin sonunda elde edilen bilgiler seçilen polimer yapım sürecini etkileyecektir. Özetle, bu kesit katılımcıların tasarım öncesi süreçte problemle ilgili faktörleri nasıl belirlediklerini ve çözümünü nasıl şekillendirdiklerini göstermektedir. Aynı zamanda Walton'ın argüman şemalarından "kişinin sahip olduğu bilgiden gelen" argümana dayalı argümantasyon şemasını da ortaya koymaktadır.

Araştırmaya Yönelim. Tablo 4'te verilen kesit, öğretmenlerin hem belirlenen faktörlerin etkilerini netleştirerek hem de olası tasarımlar hakkında yeni fikirler keşfederek araştırmaya nasıl yöneldiklerinin bir örneğidir. Bu kesit, polimer etkinliğinin ilk aşamasındaki konuşmalardan alınmıştır; Tablo 3'te sunulan konuşmalardan yaklaşık bir dakika sonra gerçekleşmiştir.

Tablo 4. Araştırmaya Yönelim İçin Kesit: Polimer Etkinliği (00:17:27-00:17:56)

Satır	Etkileşim
1 FÖ	[ama o <u>bak</u>] slime elde ediyor=
2 FB	=slime gibi bir şey [elde ediyor]
3 TÖ2	[ama slime ı]n
4 FÖ	slime [çok yumuşak]
5 TÖ2	[zıplama öze]lliği yok ki
6 FÖ	zıplamıyor yani=
7 FB	=diyor ki bir parça aldığı[m]ı[zda]
8 SÖ2	[sli]me ı biraz sertleştirip=
9 FB	=akışkanı biraz sertleştirdiğinizde aldığınızda o
10	parça .hh hafifçe bir zıplayacaktır (.) bu hafifçe otuz
11	santim olmaz herhalde
12 TÖ2	((çık))
13 FÖ	yani slime yapmamamız lazım. Biraz daha böyle
14	sertliğini artıracamız o da ark- yapıştırıcıyla olur
15	(0.2)
16 TÖ2	tutkalla
17 FÖ	tutkalla
18 SÖ3	arkadaşlar bi on numara bir tane yapalım
19 FÖ	tamam on numara[ya başlayalım]
20 SÖ3	[ben (.) siz] araştırın
21 FÖ	tamam on numara yap-

FÖ: Fizik Öğretmeni, FB: Fen Bilgisi Öğretmeni, TÖ2: Teknoloji Öğretmeni 2, SÖ3: Sınıf Öğretmeni 3

Fen Bilimleri Öğretmeni internette on numara polimerin nasıl yapıldığını araştırır ve bu bilgiyi grup üyeleriyle paylaşır. Bu bilgi (slime yapımına ilişkin talimatlar) “araştırma sonucunda gelen bilgiden üretilen” argümana dayalı argümantasyon şemasını yansıtır çünkü Fen Bilimleri Öğretmeni araştırdığı bilgiye dayanarak bir argüman üretmeye çalışmaktadır. Fizik Öğretmeni örtüşen bir sözce üretir ve "ama" diyerek ve gerekçesini açıklayarak bilgiye katılmadığını belirtmektedir (satır 1 ve 4). Benzer şekilde, Teknoloji Öğretmeni 2 bilgiyi onaylamaz ve neden onaylamadığını Fizik Öğretmeninin sırası ile örtüşecek şekilde açıklamaktadır (satır 3 ve 5). Bundan sonra Fizik Öğretmeni, teyit için sözce üretir, Teknoloji Öğretmeni 2'nin sözünü tekrarlamaktadır (satır 6). Fen Bilgisi Öğretmeni bilgi için dolaylı aktarım kullanır (7, 9 ve 10. satırlar) ancak aktarılan bilginin şüpheli olduğunu düşünür ve endişesini dile getirmektedir. Bundan sonra, Teknoloji Öğretmeni 2 bir ses çıkarır (satır 12).

Fizik Öğretmeni slime yapmanın etkinliğin amacına hizmet etmediği sonucuna varır ve bir çözüm önermektedir (satır 13 ve 14). Fikrini sunarken 'yapıştırıcıyla' demektedir. Ancak bu etkinlikte yapıştırıcı yerine polivinil asetat (tutkal) kullanılmıştır. Bu yüzden Teknoloji Öğretmeni 2 onu düzeltmektedir (satır 16). Düzeltme, söylemin o noktasında daha bilgili bir konumda olan Teknoloji Öğretmeni 2'nin epistemik statüsünü yansıtmaktadır. Etkileşimde, öğretmenlerin 17. satıra kadar on numara polimerin tam olarak nasıl yapılacağı konusunda karar vermedikleri ya da argüman üretmedikleri görülmektedir. Bu durum nedeniyle, Sınıf Öğretmeni 3 öncelikle on numara polimeri yapmayı teklif etmektedir ve diğer öğretmenlerden polimerin nasıl yapıldığını araştırmalarını istemektedir (satır 18 ve 20). Başka bir deyişle, Sınıf Öğretmeni 3 grubu bilgi edinmek için araştırmaya yönlendirmektedir. Bu şekilde, polimerler hakkında bazı bilgiler toplayabilir ve "araştırma sonucunda gelen bilgiden üretilen" yeni fikirler veya argümanlar ortaya koyabilirler.

Yukarıdaki kesitlerin her ikisinde de farklı alan uzmanlıklarına sahip öğretmenlerden oluşan heterojen bir grubun üyeleri, tasarım sürecinde hangi faktörün kritik rol oynadığını belirlemeye ve tasarım öncesi süreçte bunun tasarımı neden ve nasıl etkilediğini düşünmeye çalışmaktadır. Bu şekilde öğretmenler faktörleri belirlemektedir. Eğer öğretmenler uygun ya da makul fikirler ya da argümanlar ortaya koyamazlarsa araştırmaya yönelmektedirler.

Tasarım Aşamaları

Tasarım aşaması söyleminde, tasarım konusunda fikir birliği (%6,9) ve tasarım fikirlerinde anlaşmazlık (%30,1) olmak üzere iki farklı desen ortaya çıkmıştır.

Tasarım Konusunda Fikir Birliği. Tablo 5'te sunulan kesit, öğretmenlerin tasarımla ilgili fikirler üzerinde uzlaşmaya vardığı bir duruma örnek teşkil etmektedir. Bu kesit, katılımcılardan 40 dakikalık bir zaman aralığında sıcak suyu muhafaza edebilecek ve ısı transferini mümkün olduğunca engelleyebilecek bir termos tasarımlarının beklendiği termos tasarımı etkinliğinden alınmıştır. Tasarımların başarısı, termosun içine konan sıcak suyun 40 dakika sonraki sıcaklık farkına göre belirlenmiştir.

Tablo 5. Tasarımda Fikir Birliği İçin Kesit: Termos Tasarımı (00:37:39-00:38:04)

Satır	Etkileşim
1 TÖ2	tek sorunumuz bunun kapak kısmını halletmek.
2 SÖ2	onu nasıl açık bırakacağız?
3 TÖ2	buraya birşey daha yapacağız
4	(0.9)
5 SÖ2	normal kapak şey yapmaz değil mi
6	bunu [açtık]tan sonra nasıl kapatacağız?=[
7 SÖ3	[benim]
8 SÖ3	=fikrim şey
9 MÖ	tapa=
10 FÖ	=tıpa tıpa
11 SÖ3	tıpa=
12 MÖ	=tapa yapmalıyız
13 FÖ	tahta bir tıpa
14 TÖ2	sonuçta içilecek ama içilecek diyor
15 SÖ2	acaba benim evde var mı?
16 MÖ	mantar mantar
17 FÖ	mantarlar var ya
18 TÖ2	mantıklı çok da mantıklı
19 FÖ	plastik ya da
20 TÖ2	nerde var?
21 FÖ	bende var yukarıda
22 MÖ	var var yukarıda var.
23 SÖ3	buna uygun mudur?
24 FÖ	evet

TÖ2: Teknoloji Öğretmeni 2, SÖ2: Sınıf Öğretmeni 2, MÖ: Matematik Öğretmeni, FÖ: Fizik Öğretmeni

Kesit bir sorunla başlamaktadır. Teknoloji Öğretmeni 2 tasarımla ilgili problemi tanımlamıştır (satır 1). Sınıf Öğretmeni 2 problemi netleştirir ve bir soru olarak ifade etmektedir (satır 2). Teknoloji Öğretmeni 2 bir çözüm önerir ancak bu açık değildir (satır 3). Bunun ardından, Sınıf Öğretmeni 2 teyit için bir evet/hayır sorusu sorar (satır 5). Bu teyit, standart kapağın tasarlanan termos için uygun olmadığını belirtmektedir. Ardından Sınıf Öğretmeni 2 bir açıklama sorusu sorar (satır 6) ve Matematik Öğretmeni tasarım çözümü olarak bir tıpa önerir. Bunun ardından hem Fizik Öğretmeni hem de Sınıf Öğretmeni 3 bu görüşü tekrarlar (satır 10 ve 11). Bu durum bize her iki öğretmenin de fikri kabul ettiğini ve birbirleriyle hemfikir olduğunu göstermektedir.

Bundan sonraki sözceler, popüler görüşten gelen ve üzerinde uzlaşılan fikirle ilgilidir. Özetle, öğretmenler tasarımı ilgili benzer fikirler ya da iddialar ortaya koyduklarında hızlı bir şekilde fikir birliğine varmakta ve yeni fikirler ya da iddialarla devam etmektedirler. Bu durum, bir anlaşmazlık ortaya çıkana kadar ya da prototip hakkındaki fikirlerini veya iddialarını uyguladıkları tasarım sonrası sürece kadar devam etmektedir.

Tasarım Fikirlerinde Anlaşmazlıklar. Öğretmenler tasarım sürecinde birbirleriyle her zaman aynı fikirde olmamışlardır. Ortaya çıkan bir anlaşmazlık, öğretmenler tarafından farklı fikirlerin önerilmesiyle (%12,3) başlamaktadır. Bir sonraki aşama, gerekçelendirme (%8,2), araştırmaya yönelim (%2,7) veya doğrudan tasarım sonrası uygulama sürecine geçme eğilimi olmak üzere üç olası yoldan biriyle gerçekleşmektedir. Gerekçelendirme ve/veya araştırmaya yönlendirme sonrasında öğretmenler tasarım konusunda bir karar vermeye çalışmaktadır (%6,9).

Farklı Fikirler Önerme. Tablo 6'da verilen kesit, öğretmenlerin tasarıma ilişkin fikirlerini belirtirken fikir ayrılığına düştükleri bir duruma örnektir. Bu kesit DNA genetik kodu ve mesaj gönderme sistemleri ile ilgili tasarım etkinliğinden alınmıştır. Etkinlik iki ana bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde öğretmenlerin dört ana DNA bazını (adenin, timin, guanin ve sitozin) kullanarak bir mesaj gönderme algoritması tasarlama gerekmektedir. Bu bir yazılım tasarlama süreci olarak düşünülebilir. İkinci bölümde, öğretmenlerin üretilen algoritmayı kullanarak bir mesaj göndermek için bir devre sistemi geliştirmeleri gerekmektedir; bu da bir donanım tasarlama süreci olarak düşünülebilir. Öğretmenler etkinlik sırasında [a]denin, [t]imin, [g]uanin ve [s]itozin kelimelerinin baş harflerini kullanmışlardır.

Tablo 6. Farklı Fikirler Önerme İçin Kesit: DNA Genetik Kodu ve Mesaj Gönderme Sistemi Tasarımı Etkinliği (0:36:18-0:36:36)

Satır	Etkileşim
1 TÖ2	tamam bu kolay [şimdi] ışık devresine
2 FÖ	[şimdi]
3 SÖ2	şimdi [kodlamaya geçiyoruz].
4 FÖ	[ışık devresinde neyi] neye bak
5 SÖ2	kodlama yapacağız
6 FÖ	.hhh mesela a t ne olsun (.) a t var .hhh t a var (1) g c var=
7 TÖ2	=öyle mi o zor olur=
8 FÖ	=tabi yok
9 TÖ2	sadece a harfini yapalım

TÖ2: Teknoloji Öğretmeni 2, FÖ: Fizik Öğretmeni, SÖ2: Sınıf Öğretmeni 2

Kesitte, öğretmenler tasarımı etkileyen faktörleri fark ettikleri ve belirledikleri bir önceki süreci tamamlamışlardır. Yeni bir duruma, yani kodlama tasarımına odaklanmaktadır. 1-5. satırlarda bu durumla ilgili konuşmalar yer almaktadır. Bu durumda Fizik Öğretmeni kodlamaya ilişkin fikirlerini ya da düşüncelerini ifade etmektedir (satır 6 ve 7). Bunun üzerine Teknoloji Öğretmeni 2, anlamının bir iddiasını sergileyerek olumsuz bir değerlendirme yapar (satır 7). Ancak Fizik Öğretmeni bu olumsuz değerlendirmeyi kabul etmez (satır 8). Ardından Teknoloji Öğretmeni 2 kendi fikrini önerir. Bu süreçte öğretmenler argümanlarını “kişinin kendi sahip olduğu bilgiden üretilen” şemaya dayalı olarak üretmektedir. Sonuç olarak, öğretmenlerin farklı fikirler öne sürdükleri için fikir birliği içinde olmadıkları görülmektedir. Dolayısıyla, Leitão (2000)'nin terimleriyle ifade etmek gerekirse, aynı konu hakkında farklı argümanlar veya karşı argümanlar ortaya çıkmış ve sunulmuştur.

Gerekçelendirme. Tablo 7'de verilen kesit polimer etkinliğinden alınmıştır. Kesit, öğretmenlerin bir tasarım fikri üzerinde uzlaşmaya varamadıklarında, fikirlerini birbirlerine gerekçelendirmeye çalıştıklarını göstermektedir.

Tablo 7. Gerekçelendirme İçin Kesit: Polimer Etkinliği (01:06:02-01:07:08)

Satır	Etkileşim
1 FÖ	dört tane bağ yapmış (0.2) o zaman bun- bundan
2	bir tane olursa diğerinden dört tane olacak (.)
3	dolayısıyla şu CH o yani şunu arttırmam lazım
4	(1)
5 FB	bende tam tersini düşünüyorum
6 SÖ3	ney ney
7 FB	boraksı arttırmak lazım
8 FÖ	yok
9 Arş2	siz neden boraks diyorsunuz?
10 FB	çünkü boraks aradaki (.) şeyleri bağlıyor ya
11 FÖ	ama za[ten boraklar bir ta]nesi iki tanesini
12 FB	[bağlayıcı kapsamında]
13 FÖ	bağladığına göre yani bi boraksa iki tane şey lazım
14	(0.2)
15 FB	tamam mesela boraksı arttırsan doymuşluğunu artırırın
16	(1.5)
17 KÖ	boraks ı: bo- boraks ı: ne yapmaya çalışıyorsunuz?
18 FB	diyoruz ki onu daha mesela
19	[katılaştırmamız lazım slim]e gibi oldu ya
20 FÖ	[şimdi hangisi katılaştırma]
21 FÖ	şurdaki bağ sayısını ne kadar çoğaltırsam
22	boraklar burada daha çok bağ yapacak (3) o
23	zaman bence borakları azaltmamız lazım (0.2)
24	boraksı biraz az diğerini biraz [daha fazl]a
25 KÖ	[bu boraks]
26 FÖ	daha sertleşir
27 FB	senin bir yorumun var mı? Bence
28	[boraksı arttırmamız lazım]
29 KÖ	[boraksı azaltırsa nasıl b]ağlayacaksın sen ona?
30 FB	bende onu diyorum [boraks bağlıyor]
31 FÖ	[tamamda zaten b]ir tane boraks
32	ı: şu bir tane bor iki dört tane oksijeni bağlamış
33 FB	((çık)) tamam suyu bağlı- su çözeltilidir abi (.)
34	suyu atacağız bak su hep dışarı verdi=
35 FÖ	hayır hayır

FÖ: Fizik Öğretmeni, SÖ3: Sınıf Öğretmeni 3, TÖ2: Teknoloji Öğretmeni 2, FB: Fen Bilgisi Öğretmeni KÖ: Kimya Öğretmeni, Arş2: Araştırmacı 2

Kesitte yer alan konuşmadan önce, Fizik Öğretmeni boraks ve polivinil asetat arasındaki reaksiyonu incelemektedir. Bu inceleme, tasarım öncesi süreçte araştırmaya yönelik bir yönelimi yansıtmaktadır. Fizik Öğretmeni reaksiyonu tanımlar ve polivinil asetat miktarını artırması gerektiği sonucunu çıkarır (1, 2 ve 3. satırlar) (22 ve 23. satırlarda daha belirgindir). Bu, sonuçlardan hareketle argümanın bir yansıması olarak düşünülebilir çünkü çıkarımlar bir eylemin olası sonuçlarıyla ilgilidir. Fen Bilgisi Öğretmeni görüşe katılmadığını belirtir (satır 3). Bunun ardından, Sınıf Öğretmeni 3 açıklama talep eder; Fen Bilgisi Öğretmeni iddiasını 7. satırda açıkça ifade eder. Ancak Fizik Öğretmeni 8. satırda Fen Bilgisi Öğretmenine karşı çıkar. Araştırmacı 2 söz sırasını alarak gerekçelendirmeyi teşvik etmek için Fen Bilgisi Öğretmenine gönderimsel bir soru sorar (satır 9). Bundan sonra, hem Fen Bilgisi Öğretmeni hem de Fizik Öğretmeni kendi argümanlarının neden doğru olması gerektiğini açıklamaya çalışır (10-24. satırlar). Öğretmenler farklı argümanlar kullanır ve birbirlerini ikna etmeye çalışırlar. Başka bir deyişle, iki karşıt argüman birbiriyle yüzleşir (Leitão, 2000).

Kimya Öğretmeni bu süreçte 17. satırda konuşmaya dâhil olur ve bilgi talebinde bulunur. Fen Bilimleri Öğretmeni bilgiyi verirken Fizik Öğretmeni de gerekçesini ve argümanını açıklar (20-26. satırlar). Ardından Fen Bilgisi Öğretmeni durumla ilgili herhangi bir açıklama için evet/hayır sorusu sorar ve 27. ve 28. satırlarda iddiasını belirtir. Kimya Öğretmeni 29. satırda gönderimsel bir soru sorar. Bu soru hem Fizik Öğretmeninin gerekçesini genişletmek için bir istek hem de bir anlaşmazlık olarak hizmet eder. Aynı zamanda Kimya Öğretmeninin epistemik statüsünü de yansıtır – daha bilgili bir pozisyon. Fen Bilimleri Öğretmeni 30. satırda Kimya Öğretmeninin örtük iddiasını destekler. Bundan sonra, Fen Bilgisi Öğretmeni ve Fizik Öğretmeni gerekçelerini yeniden ifade etmektedir. Özetle, öğretmenler argümanlarını ortaya koyarken, eğer bir anlaşmazlık varsa, kendi argümanlarına yönelik ikna etmeye ve gerekçelendirmeye çalışmaktadırlar.

Araştırmaya Yönelim. Tasarım sürecinde fikirler üzerinde anlaşmazlık yaşandığında gözlemlenen bir diğer desen de araştırmaya yönelimdir. Tablo 8'de verilen kesit bu desene bir örnektir. Çoğunlukla öğretmenler birbirlerini ikna edemediklerinde ya da ikna edici argümanlardan yoksun olduklarında ortaya çıkmaktadır.

Tablo 8. Araştırmaya Yönelim İçin Kesit: Termos Tasarımı (00:23:38-00:24:19)

Satır	Etkileşim
1 SÖ3	.hh yalnız ben bir şey soracağım. Neden bütün
2	termoslar silindir şeklinde o zaman eğer bu kötü bir fikirse .hhh
3 FÖ	şimdi (0.3) ı: şu soru şuydu=
4 SÖ2	=taşım=
5 FÖ	= ı: [maksimum hacim min]imum yüzey alanı lazım
6 SÖ2	[kaplanılan alan mı]?
7	(1)
8 FÖ	ı: daire şeklinde olsa mı silindir şeklinde mi olsa
9	yüzey alanı büyük olur yoksa onun şey yapsam
10	(0.7) altıgen yapsam mı yüzey alanı daha büyük olur.
11	(0.2)
12 MÖ	şimdi burda ()
13 FÖ	şöyle düşün
14 SÖ2	daire şek-
15	(1)
16 FÖ	şöyle bir tane r yarıçap düşün tamam mı?.hh şunu
17	daire mi yapsam (.) şu yüzey alanı büyük olur
18	yoksa şöyle altıgen şeklinde mi yapsam
19	(3)
20 MÖ	hacim aynı kalacak

SÖ3: Sınıf Öğretmeni 3, FÖ: Fizik Öğretmeni, MÖ: Matematik Öğretmeni

Kesitteki konuşmadan önce, grup üyeleri aynı boyuttaki bir kap için hangi şekillerin maksimum yüzey alanı sunduğuna karar vermeye çalışmıştır. Fizik Öğretmeni altıgen yapının en uygun olduğunu belirtmiştir. Grup üyelerinin çoğu bu düşüncüyü kabul etmiş, ancak Sınıf Öğretmeni 3 bu konuda kafa karışıklığı yaşamıştır (bkz. Tablo 9).

Tablo 9. Tablo 8'de Verilen Kesitin Erken Aşaması (00:14:13-00:14:26)

Satır	Etkileşim
1 SÖ3	abi hacim (1.5) ı: yani yüzey alanı olabildiğince dar olması lazım=
2 FÖ	=işte altıgen en güzel örneği=
3 TÖ2	=şeyi ilk[ini şeyi]
4 SÖ3	[silindir]=
5 FÖ	=yani maksimum hayır silindirin yüzey alanı
6	daha fazladır değil mi MÖ abi?

SÖ3: Sınıf Öğretmeni 3, FÖ: Fizik Öğretmeni, TÖ2: Teknoloji Öğretmeni 2

Yaklaşık 10 dakika süren tartışmanın ardından Sınıf Öğretmeni 3 gönderimsel bir soru sorar (satır 1, Tablo 8). Soru, bir anlaşmazlık durumu ve netleştirme istemi olarak nitelendirilebilir. Aynı zamanda bir karşı iddiayı yansıtmakta ve üretilen argümanın zayıflığına işaret etmektedir. Fizik Öğretmeni, grup üyelerinin çoğunun neden altıgende karar kıldığını açıklamaya çalışmaktadır. Ancak herhangi bir delil ya da güçlü bir gerekçe sunamaz. Bu nedenle delil toplamak ve termos tasarımı için hangi şeklin en uygun olduğuna karar vermek amacıyla araştırmaya yönelir. Tablo 8'deki konuşmadan sonra grup, delil ve gerekçeleri kullanarak hangi şeklin minimum yüzey alanına sahip olduğunu hesaplamaya çalışmıştır. Başka bir deyişle, Fizik Öğretmeninin ürettiği argümana karşı iddia nedeniyle "araştırma sonucunda gelen bilgiden" hareketle delil ve argüman üretmektedirler. Sonuç olarak, ortaya atılan tasarım iddiası için makul bir delil, gerekçe ya da neden olmadığında, karşı çıkan olursa, makul delil ya da gerekçeleri ortaya çıkarmak için araştırmaya yönelebildikleri görülmektedir. Gerekçelendirme veya araştırmaya yönelme sonrasında katılımcılar, hesaplamalar veya diğer bilgi kaynakları yoluyla elde edilen delillere dayanarak, tasarımla ilgili önceki konuşmalarda ortaya çıkan anlaşmazlığa ilişkin bir karar vermektedirler. Benzer bir durum Kesit 8'de örnek olarak sunulmuştur.

Karar Verme. Tasarım sürecindeki son desen karar verme sürecidir. Bunun bir örneği Tablo 10'da verilen kesitte görülmektedir ve termos etkinliğinin tasarımından gelmektedir.

Tablo 10. Karar Verme İçin Kesit: Termos Tasarımı (00:30:52-00:31:06)

Satır	Etkileşim
1 MÖ	bizim değerler küçük olduğu için (1) şimdi büyüdüğü zaman=
2 FÖ	=tabi büyüdüğü zaman=
3 MÖ	=ı::
4 FÖ	çok fark eder.
5 MÖ	çok fark eder.
6 FÖ	ama sonuç şu=
7 MÖ	=bir bir santim üzerinden düşündük
8 FÖ	yani altıgen şeklinde yapılması yüzey alanını küçültüyor
9 MÖ	evet
10 FÖ	yüzey alanını küçültmesi ısı kaybının azalması=
11 MÖ	=azalması demek
12 Arş2	evet

MÖ: Matematik Öğretmeni, FÖ: Fizik Öğretmeni, Arş2: Araştırmacı 2

Bu kesit, Tablo 8'de sunulan kesitten yaklaşık 7 dakika sonra gerçekleştiği için kasıtlı olarak seçilmiştir. Katılımcılar hangi şeklin en küçük yüzey alanına sahip olduğunu hesaplamaya çalışmaktadır. Tablo 10'da verilen alıntının hemen öncesinde Matematik Öğretmeni ve Fizik Öğretmeni silindir ve altıgenin yüzey alanları arasında altıgen lehine küçük bir fark hesaplamıştır. Bundan sonra Matematik Öğretmeni süreçte elde ettiği bilgileri paylaşır. Bu durumun nedenini ortaya koyar ve değerler artırıldığında ne olacağını açıklamaya çalışır (satır 1, Tablo 10). Başka bir deyişle, argüman olarak ürettiği fikrini sonuçları kullanarak desteklemeye çalışır. Fizik Öğretmeni söz sırasını alır ve fikri onaylar. Matematik Öğretmeni tereddüt etse de Fizik Öğretmeni teyit için tekrarlar. Ardından Fizik Öğretmeni hesaplama sonuçlarını açıkça belirtir (8. satır). Benzer bir durum 10. ve 11. satırlarda da gerçekleşir. Sonuç olarak bir uzlaşmaya varırlar ve tasarım hakkında bir karar verirler.

Zaman kısıtlamaları ve katılımcıların yeniden tasarım konusundaki isteksizlikleri nedeniyle yeniden tasarım sürecinde somut desenler tespit edilememiştir. Mesleki gelişim süresince uyumlu bir şekilde gerçekleşmemiştir. Yeniden tasarım, gerçek bir yeniden tasarım sürecinden ziyade ne yapılması gerektiği hakkında kısa bir konuşma yoluyla gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, öğretmenlerin süreçleri videoya kaydetmek için izin vermemeleri nedeniyle, tasarım sonrası sürece ışık tutacak sözsüz ipuçları toplanamamıştır. Dolayısıyla sonuçlar ağırlıklı olarak tasarım öncesini ve tasarım aşamalarını içermektedir.

Baskın Bir Üyenin Varlığı Grubun Baskın Üyesinin Söylemi

Yukarıda sunulan kesitler, ortak çalışma perspektifi içerisinde ağırlıklı olarak uzlaşmaya dayalı bir çerçevede gerçekleşmiştir. Ancak gruplar içinde farklı durumlar da söz konusudur. Etkileşimlerin çoğunda tasarım öncesi ve tasarım sürecinde işbirliğine dayalı bir çalışma söz konusu olsa da, grupta baskın bir üye olduğunda, bazı durumlarda tasarıma bu üye bireysel olarak karar vermektedir. Bu durumda, grup üyeleri tasarımı etkileyen faktörleri tanımak veya belirlemek ya da ilgili olguları araştırmak vb. için işbirliği içinde çalışmamaktadır. Dahası, tasarım konusunda fikir birliği ve anlaşmazlık yaşanmamaktadır. Baskın bir üyenin varlığıyla, günün STEM etkinliği grup tarafından yürütülmesine rağmen, STEM mesleki gelişim programı bağlamı ve grup diyalogu olumsuz etkilenmektedir.

Bu deseni tanıtmak için baskın karakter ile yüksek düzeyde aktif katılımcılar arasındaki farkın açıklığa kavuşturulması gerekmektedir. Mevcut çalışmadaki baskın karakterler –ki her etkinlikte aynı katılımcı değildir– etkinlik sürecini olumsuz etkilemektedir. Baskın karakterin aksine, bazı katılımcılar oldukça aktiftir (örn., Fizik Öğretmeni, Teknoloji Öğretmeni 2), sürece dâhil olmakta ve etkileşimlere olumlu katkılar sağlamaktadırlar. Bu öğretmenler tartışmacı ve işbirlikçi karar verme süreçlerini yürütme eğilimindedirler. Baskın üye ise, tam tersine, takım arkadaşlarından görüş almadan çalışma eğilimindedir. Aşağıdaki tablo bu konuya ilişkin bir örnek sunmaktadır.

Tablo 11. Grubun Baskın Üyesinin Söylemi İçin Kesit: Termos Tasarımı (00:18:48.20:19:51)

Satır	Etkileşim
1 KÖ	pa- pamuğu nerede kullanacağız (0.3) alimünyu[m folyo]
2 SÖ1	[sarız]
3 RÖ	pamukla işimiz yok
4 BT	çevresini ı:
5 SÖ1	saralım
6 BÖ	sıcak tutmazlar mı
7 KÖ	köpük yerine
8 RÖ	köpüğü kullanacağız az önceki tabakalar vardıya üç dört tane burda ...13 satır yer açmak için çıkarılmıştır...
22 SÖ1	bulaşık bezide var heralde
23 TÖ1	işe yaramaz o
24	(1.8)
25 KÖ	ama bi dikkat edelim hemen o acaba neden
26	getirmiş (1) neden getirmiş ha elle tutması için soğuk hani şey tut-
27 TÖ1	bizim [burada şey]
28 KÖ	[zaten eğer] (.) eğer burası sıcak olursa dış
29	yüzey sıcak olursa zaten bir anlamı kalmamış evet
30 TÖ1	bende burda=
31 KÖ	=onun için
32 TÖ1	iki katman kullandı[k ya]
33 KÖ	[orda] şey o plastik
34	[var ya elle tut]-
35 TÖ1	[hah burda iki k]atman oluşturmamızın sebebi o
36	işte (0.7) buradan ısıyı vermeyecek buradan ısıyı almayacak amaç
37	bu [zaten] yoksa yani mantık
38 KÖ	[aynen]
39 KÖ	ısı alıp [yalıtımı olacak ısı alış ver]işi
40 TÖ1	[onu keseceğiz biz burdan]
41 KÖ	olmayacak ısı alışverişi çarpı
42 TÖ1	aynen öyle yani bakın eski termosların
43	camı kırıldıysa adamlar şu mantıkta yapmış=
44 KÖ	=ben hiç kırmadım=
45 TÖ1	=ben çok kırmışım abi=
46 KÖ	=neden?
47 TÖ1	düşüp kırılıyordu ondan
48 KÖ	hah hahhah

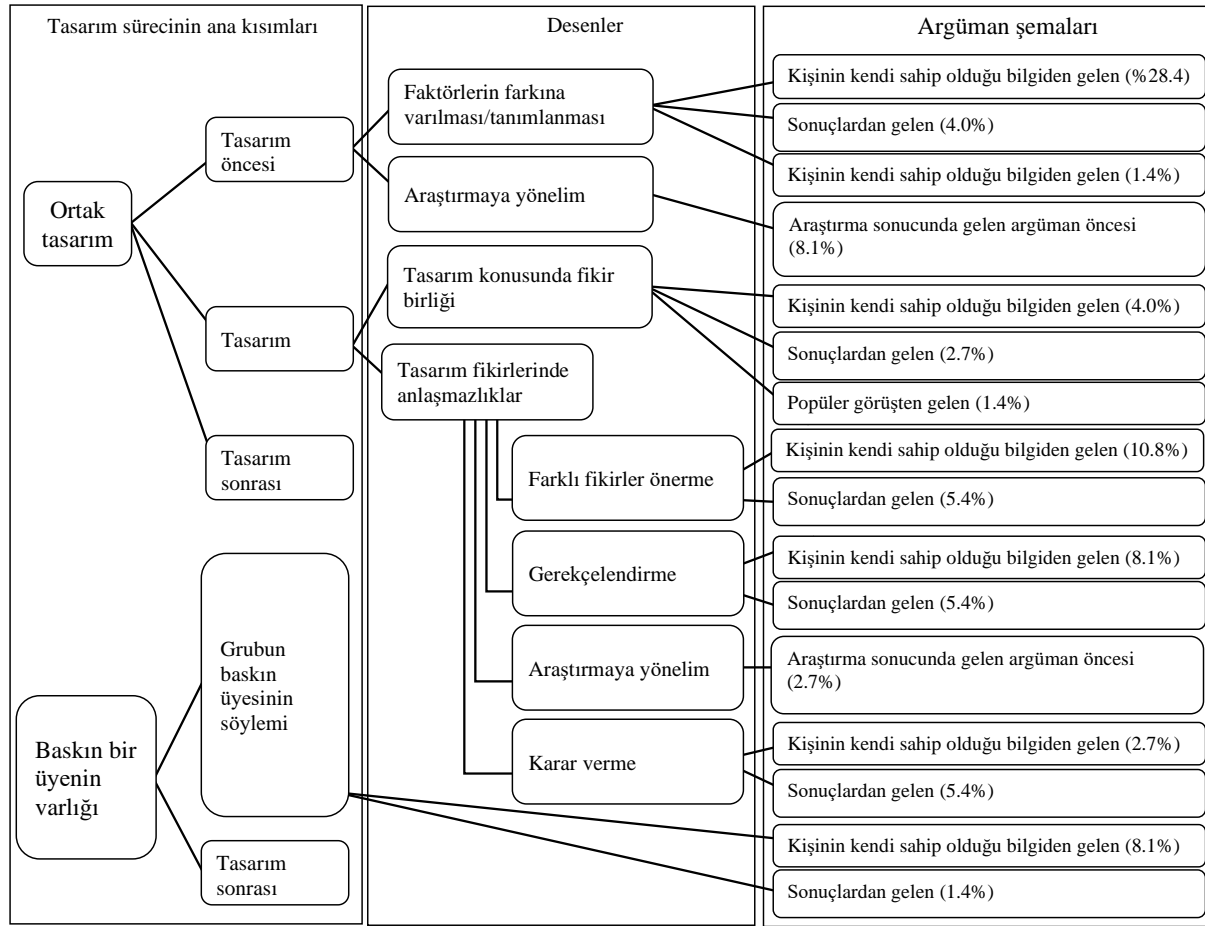
KÖ: Kimya Öğretmeni, SÖ1: Sınıf Öğretmeni 1, RÖ: Resim Öğretmeni, BÖ: Biyoloji Öğretmeni, TÖ1: Teknoloji Öğretmeni 1

Tablo 11'de sunulan kesit, baskın üyenin söylemine bir örnektir. Katılımcılar, etkinliğin ilk aşamasında hangi malzemelere ihtiyaç duyabileceklerine karar vermeye çalışmaktadır. 1-9. satırlarda malzemeler hakkında fikirler üretmektedirler. Bu süreç belli bir süre devam ettikten sonra Sınıf Öğretmeni 1 söz alarak 22. satırda verilen, araştırmacılar tarafından getirilen malzemeler hakkında bir açıklama yapar. Ancak baskın bir karakter olarak hareket eden Teknoloji Öğretmeni 1, ifade edilen malzeme olan bulaşık bezi hakkında olumsuz bir değerlendirme yapar (satır 23). Olumsuz değerlendirmeye rağmen, Kimya Öğretmeni grubun dikkatini materyal üzerinde yeniden odaklamaya (25. ve 26. satırlar) ve kendi fikirlerini ifade etmeye (28. ve 29. satırlar) çalışır. Teknoloji Öğretmeni 1 tekrar söz alır ve ne yapıldığını belirtir. Açıklamalarına 30. satırda "ben" diyerek başlayan Teknoloji Öğretmeni 1, 32. satırda "iki katman kullandık" ve 35. satırda "yaptık" diyerek devam eder. Kendi kararlarını ve tasarımını sanki grubun kararı ya da tasarımıymış gibi ifade eder.

Bundan sonra diğer grup üyeleri onun fikirlerini anlamaya ve kendilerini adapte etmeye çalışırlar. 42., 43., 45. ve 47. satırlarda ifade edilen ön bilgi ve deneyimler, Teknoloji Öğretmeni 1'in baskın figür olduğunu ve kararlarını nasıl verdiğini göstermektedir. Ayrıca, kendisi tarafından üretilen argümanların "kişinin kendi sahip olduğu bilgiden üretilen" argümana dayalı argüman şemasından geldiğini göstermektedir. Bu kesitin aktivite sürecinin en başından, 00:18:48'den 00:19:51'e kadar alındığına dikkat etmek önemlidir; öncesinde araştırmacı yaklaşık 12 dakika boyunca aktiviteyi tanıtmıştır. Ayrıca, aradaki yaklaşık 7 dakikalık sürede Teknoloji Öğretmeni 1 tarafından herhangi bir konuşma yapılmamıştır. Dolayısıyla, bu domine edilmiş sürecin bir sonucu olarak, ürün tasarımına yönelik karşı argümanlar üretilmemiş ya da reddedilememiştir. Baskın üye tasarıma karar vermekte, grup üyelerinin katkılarını engellemekte ve tasarım öncesini ve tasarım sürecini atlamaktadır.

Argüman Şemaları

Öğretmenler çalışma boyunca işbirliği içinde çalışırken Walton'ın varsayımsal akıl yürütme şemalarından bazılarını kullanmışlardır ki bu da ikinci araştırma sorusuna, yani sürecin farklı aşamalarında hangi argümantasyon şemalarının kullanıldığı sorusuna yanıt vermektedir. Veri analizi sırasında araştırmacılar ana desenlere odaklanmış ve bunların içindeki şemaları belirlemeye çalışmıştır. Bu sayede araştırmacılar, bütünleşik STEM etkinliklerinin mühendislik tasarım süreci boyunca bir grup öğretmenin yansıtıcı karar verme süreçlerinin doğasına ilişkin içgörü sağlayabilmiştir. STEM etkinliğinde farklı uzmanlıklara sahip öğretmenler tarafından kullanılan argüman şemalarına ilişkin bulgular Şekil 3'te özetlenmiştir.



Şekil 3. Tasarım Sürecindeki Argüman Şemaları İçin Sonuçların Özeti

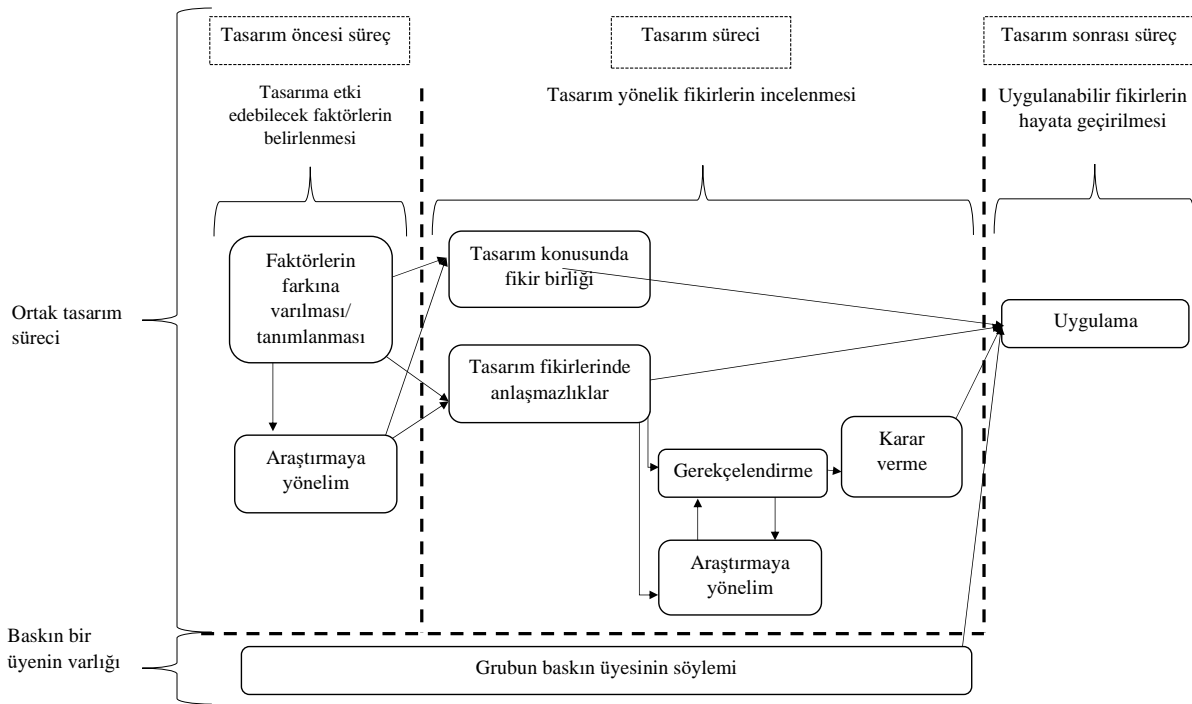
Şekil 3'teki veriler, bütünleşik STEM etkinlikleri sırasındaki söylem desenlerinden 74 argüman şeması tespit edildiğini göstermektedir. Bu şemalar etiketlenirken her bir desende var olma durumları göz önünde bulundurulmuştur. Dolayısıyla bir desende aynı şemadan birden fazla bulunabilmektedir. Desendeki şema türleri birbiriyle ilişkili olduğu için herhangi bir ayırım yapılmamıştır.

Desenlerde en sık "kişinin kendi sahip olduğu bilgiden üretilen argüman", "sonuçlardan üretilen argüman" ve "araştırma sonucunda gelen bilgiden üretilen argüman" şemaları tespit edilmiştir. Kişinin kendi sahip olduğu bilgiden üretilen argüman şemasının hemen her desende baskın olduğu görülmektedir. Sonuçlardan üretilen argüman şemaları (nedensel ilişkileri yansıtan) ise tasarım öncesi süreçten tasarım sürecine geçişte daha sık kullanılmaktadır. Dolayısıyla, kaynak temelli argüman şemalarından akıl yürütme temelli argüman şemalarına doğru bir geçiş olduğu söylenebilir. Öğretmenler yansıtıcı karar verme için gerekli makul argümantasyondan yoksun olduklarında, bir araştırma sonucunda gelen bilgiden üretilen argüman ortaya çıkmaktadır; öğretmenler farklı bilgi kaynaklarına yönelerek bilgi edinmektedir. Son olarak, gruptaki herkesin aynı fikri ifade ettiği tek bir durumda "popüler görüşten gelen argüman" şemasına rastlanmıştır.

Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada, bütünlük bir STEM mesleki gelişim programı bağlamında bir grup öğretmenin mühendislik tasarımı için işbirlikçi ve yansıtıcı karar verme sürecinin doğası ve sürecin farklı bölümlerinde kullanılan argümantasyon şemaları söylem analizi yoluyla incelenmiştir. Bütünlük STEM etkinliklerinde tasarım sürecine ve argümantasyon şemalarına ilişkin farklı söylem desenleri satır satır analiz edilerek ortaya çıkarılmıştır. Veri analizinde rapor edilen desenler, çalışmanın beş günü boyunca tutarlıdır. Bu bölümde sonuçlar her iki araştırma sorusu birlikte ele alınarak tartışılmıştır.

Sürecin doğası ile ilgili olarak, katılımcılar sürecin iki ana bölümü olan tasarım öncesi ve tasarım aşamalarında zaman harcamışlardır. Her bir etkinlik için katılımcılar, somut tasarımda önemli rol oynayacak faktörleri titizlikle tartışmış, iddialarını destekleyecek deliller bulmak için araştırma yapmış ve bu fikirleri tasarım için nasıl kullanacaklarını tartışmışlardır. Öğretmenlerin işbirliğine dayalı karar verme sürecinin doğasının daha iyi ve zengin bir şekilde anlaşılması amacıyla, öğretmenlerin mühendislik tasarımı çalışması için işbirliğine dayalı ve yansıtıcı karar verme söyleminin doğasına ilişkin bütüncül bir sonuç sunan Şekil 4 oluşturulmuştur.



Şekil 4. Öğretmenlerin Tasarım Süreci İçeren Bütünlük STEM Etkinlikleri Sürecinde Tespit Edilen Desenler ve Aşamalar

Mühendislik tasarımı boyunca öğretmenlerin işbirlikçi ve yansıtıcı karar verme sürecinin doğasına ilişkin bir diğer önemli nokta da iki tür desenin tespit edilmiş olmasıdır. Bunlardan ilki, farklı STEM disiplinlerinde uzman öğretmenlerin bütünlük STEM etkinlikleri gerçekleştirirken yürüttükleri argümantasyona dayalı ortak tasarım sürecidir. İkincisi ise grup içinde faaliyet sürecini yöneten baskın bir üyenin varlığıdır. İlk durum tasarım öncesi, tasarım ve tasarım sonrası olmak üzere üç aşamada ortaya çıkmaktadır. Tasarım öncesi ve tasarım süreci birbirine oldukça bağlıdır ve bazı durumlarda birbirini takip eder ya da örtüşür. Ancak, yansıtıcı karar verme süreçlerinde argümanların ve karşı argümanların tartışılması açısından bazı farklılıklar vardır. Bazı durumlarda, bir katılımcının tasarım süreci boyunca grup çalışması üzerinde hakimiyet kurmasını içermektedir. Bu süreçlerde baskın üye karşı argümanları reddetmiş ve sadece kendi argümanları ve fikirleriyle bir ürün ortaya koymaya çalışmıştır. Dolayısıyla grup üyeleri yansıtıcı karar verme deneyimi yaşamamıştır. Sonuç olarak, mevcut çalışmanın sonuçları, desenlerin akışının ve etkileşimsel özelliklerinin Leitão (2000) tarafından

belirtilen katılımcı etkileşimlerinin durumuna benzer olduğunu ortaya koymuştur. Yani, işbirlikçi STEM çalışmasına katılan öğretmenler karşıt argümanları reddetmiş, karşıt argümanların bazı hususlarını kabul etmiş fakat kendi argümanını devam ettirmiş, karşıt argümanları kendi argümanı ile entegre etmiş veya karşıt argümanı kabul ederek kendi argümanından vazgeçmiştir.

Argümantasyona Dayalı Ortak Tasarım Süreci

Öğretmenler ortak tasarım sürecinden geçme şansını yakaladıklarında, tasarım öncesi aşamada iki yaygın desen ortaya çıkmıştır (faktörlerin farkına varma/tanımlama ve araştırmaya yönelme). Bu desenlerden faktörlerin farkına varma/tanımlama, tespit edilen tüm desenlerin %43,8'inde ortaya çıkmıştır. Bu durum, analize tabi tutulan desenlerin neredeyse yarısının, öğretmenlerin faaliyeti gerçekleştirmek için gereken faktörleri, değişkenleri ve temel noktaları ele aldığı tasarım öncesi aşamaya ait olduğunu ortaya koymaktadır. Walton'ın şemaları açısından (yani, ikinci araştırma sorusu ışığında) analiz edildiğinde "kişinin kendi sahip olduğu bilgiden gelen argüman" ve "sonuçlardan gelen argüman" şemaları sırasıyla %28,4 ve %4,0 oranında ortaya çıkmaktadır. Bu durum, faktörlerin farkına varma/tanımlama sırasında öğretmenlerin bazı durumlarda tasarım öncesi aşamada nedenler sunduğunu göstermektedir. Öğretmenler, gerekçelendirilemeyen faktörler veya olaylarla karşılaştıklarında veya olası bir çözüm olduğundan şüphelendiklerinde araştırma yapma eğilimindedirler. Bu durumda "araştırmaya yönelme" deseni ortaya çıkmaktadır. "Araştırmaya yönelme" deseni tüm desenlerin %8,2'sini oluşturmaktadır. Belirlenen tüm şemaların %8,1'i etkileşimdeki konuşmada Walton'ın araştırma sonucunda gelen bilgiden üretilen argüman şemasından öncedir. Araştırma yoluyla elde edilen bilgiler tasarım sürecinde varsayımsal akıl yürütmede kullanılmıştır.

İlk desende (faktörlerin farkına varma/tanımlama) öğretmenlerin doğrudan bilgi sahibi olması dikkat çekicidir; yani bilgi kaynağı kendileridir. İkinci desende (araştırmaya yönelim) ise bilgi kaynağı öğretmenler tarafından yürütülen araştırmanın bulgularıdır. Buradan hareketle araştırmacılar tarafından gözlemlenen söylem desenlerinin, farklı STEM disiplinlerinden bilgi gerektiren bütünleşik STEM faaliyetinin doğasına bağlı olduğu düşünülmektedir. Dahası, farklı disiplinlerden alan bilgisi gerektiren bütünleşik STEM etkinlikleri, mesleki gelişim programı boyunca katılımcıların epistemik statüsünü etkinlikten etkinliğe ve andan ana değiştirebildiği düşünülmektedir. Epistemik statü, "tarafaların, az ya da çok yerleşik bir gerçek olarak, bazı bilgi alanlarına ilişkin karşılaştırmalı erişimi, bilgililiği ve hakların müşterek olarak tanınmasını içerir" (Heritage, 2013, s. 558). Bu çalışmada, katılımcı öğretmenlerin epistemik statülerindeki herhangi bir yetersizlik veya daha az bilgiye sahip olmaları, kullanılan argümantasyon şemalarında değişikliklere neden olmuştur. Dolayısıyla, katılımcıların tasarım için gerekli faktörleri bildiklerinde argümanlarının kendi sahip oldukları bilgiden gelen argüman şemasından geldiği; daha az bilgiye sahip olduklarında ise araştırmaya yöneldikleri ve araştırma sonucunda gelen bilgiden üretilen argüman şemasından argümanlar ürettikleri ortaya konulmuştur. Bu durumlar, öğretmenlerin etkinlik sürecine ya da tasarımına ışık tutacak geçerli ve güvenilir bir fikir ortaya koyma eğiliminde oldukları şeklinde yorumlanabilir. Çünkü öğretmenlerden bilgili olmaları ya da odaklanılan problem ile ilgili konularda araştırma yaparak bilgili hale gelmeleri beklentisi vardır ve iddialarını destekleyen bir fikir ortaya koymaları umulmaktadır (Mebane, 2020).

Tasarım öncesi ve tasarım aşamaları arasındaki geçiş net olmamasına rağmen, çalışmada bu aşamalarda gözlemlenen desenler açık ve belirgindir. Tasarım aşamasında, fikir birliğinin varlığı ya da yokluğu söylemi şekillendirmiştir. Eğer bir fikir birliği varsa (tüm desenlerin %6,9'u), öğretmenler tasarım için önerilen farklı fikirleri değerlendirmek üzere kendi aralarında etkileşime girmişlerdir. Bu durum tasarım sonrası süreç başlayana ya da bir anlaşmazlık ortaya çıkana kadar devam etmektedir. Kim ve diğerleri (2014), gruptaki anlaşmazlıklarla ilgili olarak, farklı grupların anlaşmazlığı farklı şekilde ele aldığını bildirmektedir. Bir grup farklı fikirlerin artılarını ve eksilerini listelemiş ve uzlaşmaya çalışmıştır; bu durum hiçbir üyeyi fikir değiştirmeye zorlamamıştır. Diğer grup ise farklı fikirleri bütünleştirememiş, bu da çözüm üzerinde uzlaşma sağlanamamasına neden olmuştur. Bu çalışmada anlaşmazlıklar çoğunlukla fikirlerin gerekçelendirilmesi ve araştırmaya başvurulması yoluyla ele alınmıştır. Diğer üyeleri ikna ettikten veya araştırmalardan daha fazla delil sağladıktan sonra fikir birliğine varılabilse de, tartışmacıların iddiaları ve delilleri önyargılı olarak görüldüğünde anlaşmaya varılamayabilmektedir (Macagno ve Konstantinidou, 2013).

Konuyla ilgili tartışmaların düzeyi ve delillerin mevcudiyeti, fikir birliğine varma olasılığını belirlemektedir (Kim vd., 2014). Bir konu tartışılmalıysa ve destekleyici deliller mevcut değilse, tartışmacılar diğerlerinin delillerini dinlememe eğilimindedir. Kendi fikirlerine bağlı kalmaktadırlar ve bu da başarısız ikna ile sonuçlanmaktadır (Kim vd., 2014). Bu çalışmada, herhangi bir fikir birliği oluşmadığında, öğretmenler ilk olarak kendi fikirlerini belirtmişlerdir (toplam desenlerin %12,3'ü). Öğretmenler düşüncelerini ifade ederken, halihazırda sahip oldukları bilgilerle ve tasarım fikirlerine katıldıkları veya katılmadıkları nedensel ifadelerle etkileşime katkıda bulunmuşlardır. Bu etkileşimin devamı öğretmenlerin düşüncelerini gerekçelendirmesi ve tasarım sürecini yürütmeye çalışması ile sağlanmıştır.

Bazı durumlarda, öğretmenler henüz herhangi bir fikir birliğine varmamış olmalarına rağmen, anlaşma ve karar verme etkileşimlerini atlayarak doğrudan uygulamaya geçme eğilimi göstermişlerdir. Bu konuyla ilgili olarak Whitworth ve Wheeler (2017) ve Aydın-Günbatar (2018) katılımcıların mühendislik tasarım sürecinin araştırma adımını atlama ve sağlam bir tasarıma temel oluşturacak herhangi bir bilimsel veya matematiksel arka plan bilgisi olmadan tasarım adımına geçme eğiliminde olduklarını bildirmiştir. Bu çalışmada da benzer bir eğilim gözlemlenmiştir. Dolayısıyla, bir şeyler tasarlamak katılımcıları faktörler, malzemeler ya da koşullar üzerinde tartışmaktan daha fazla motive edebilmektedir.

Veri analizine göre, öğretmenler gerekçelendirmeyi yalnızca %8,2 oranında gerçekleştirmiştir. Öğretmenler fikirlerini gerekçelendirirken bilme durumundan (%10,8) ve sonuçlardan (%5,4) gelen argümanlardan faydalanmışlardır. Öğretmenler makul bir argüman ortaya koymadıkları durumlarda araştırmaya yönelmişlerdir (%2,7). Bu durumların genellikle diğer katılımcıları ikna etmek için gerekçenin yetersiz olduğu ya da gerekçenin sağlanamadığı durumlarda ortaya çıktığı görülmektedir. Daha sonra öğretmenler gerekli araştırmayı yaparak bir fikir birliğine varmakta ya da elde ettikleri veri ve delillere dayanarak bir tasarıma karar vermektedirler. Bu durum veri setinde %6,9 oranında gerçekleşmiştir. Öğretmenlerin gerekçelendirme kullanımı iki bulguyu ortaya koymaktadır. Birincisi, bireylerin karar verme sürecinde bilimsel iddiaları veya argümanları eleştirel bir gözle değerlendirmeleri gerektiğidir (Kolstø vd., 2006). İkincisi, başarılı bir tasarım için güçlü bir argümanın olmaması bireyleri araştırmaya yönlendirebilmektedir.

Baskın Bir Üyenin Varlığı

Bir grup öğretmenin işbirlikçi ve yansıtıcı karar verme sürecinin doğasına ilişkin olarak, sonuçlar grupta baskın bir üyenin varlığının etkinliği ve süreci şekillendiren temel faktörlerden biri olduğunu göstermektedir. Eğer grupta bir baskın üye varsa, bu baskın üye işbirliğini sınırlandırmakta ve kendi fikirlerini grubun fikirleriymiş gibi sunmaktadır. Bu çalışmanın bir diğer önemli bulgusu da baskın üyenin tüm faaliyetlerde aynı katılımcı olmamasıdır. Aksine, farklı tasarım faaliyetleri için farklı baskın karakterler ortaya çıkmaktadır. Başka bir deyişle, bu bir kişilik özelliği değildir. Bir katılımcı kendi temel yetkinliği ile ilgili bir etkinlikte baskın üye olarak görünebilirken, aynı kişi başka bir tasarım etkinliğinde olağan, işbirlikçi süreçteki etkileşimleri yürütmektedir. Dahası, baskın üye söyleme dâhil olmadığı ya da gruptan uzaklaştığında, diğer üyeler olağan konuşmalarını gerçekleştirmekte ve etkinlik akışına uygun davranmaktadırlar. Bu nedenle Şekil 4'te belirtilen modelde baskın üyenin varlığı kesikli yapıda gösterilmiştir.

Baskın bir üyenin ortaya çıkması, tıpkı olağan sınıf etkileşimlerinde olduğu gibi, öğretmenin kendisini hem sosyal hem de epistemik otorite olarak görmesinin bir yansıması olarak ele alınmaktadır. Sınıfta öğretmen genellikle konuşmanın akışını yönetir, fikirleri değerlendirir vb. (Berland ve Hammer, 2012). Bu desen içinde gerçekleşen etkileşimler göz önüne alındığında, baskın üye genellikle kişisel (%8,1) ve sonuçlara (%1,4) yönelik varsayımsal akıl yürütme şemalarını argüman üretirken kullanmaktadır. Başkalarının görüşlerini dinlememe ve delillerin niteliğini değerlendirme konusundaki kayıtsızlık, katılımcı öğretmenlerin zayıf işbirliğinin ve argümantasyon becerilerinin bir işaretidir. Bu durum öğretmen eğitimcilerinin dikkatini çekmelidir.

Uygulama ve Araştırma Önerileri

Sonuçlara göre, farklı alan uzmanlıklarına sahip öğretmenlerin birlikte çalışmasına olanak tanıyan mesleki gelişim programları, öğretmenlerin bütünlük STEM yaklaşımının doğasını tam olarak kavramaları için yararlı görülmektedir. Farklı disiplinlerden meslektaşlarıyla çalışarak, öğretmenler daha iyi bir çözüm sağlamak için farklı fikirler ve kararlar üzerinde tartışma, meslektaşlarıyla nasıl işbirliği yapacaklarını ve işbirliğinin neden gerekli olduğunu anlama şansına sahip olmaktadır. Bu nedenle, öğretmen eğitimcileri sadece bir grup öğretmene (örneğin, fen bilgisi öğretmenleri) mesleki gelişim sağlamanın yanı sıra, farklı alan uzmanlıklarına sahip öğretmenleri (örneğin, fen, matematik, teknoloji, sanat) davet eden bütünlük STEM mesleki gelişim etkinlikleri de tasarlamalıdır. Farklı alanlardan çeşitli bilgilere sahip olan bu öğretmenler kolayca bilgi kaynağı olarak hareket edebilir ve fikir üretebilir. Ayrıca, bu öğretmenler günlük hayattaki bir probleme çözüm ararken, daha iyi bir tasarımın ortaya konması için farklı disiplinlerin entegrasyonunun ne anlama geldiğini deneyimleme şansına sahip olurlar.

Öğretmenlerin aynı kurumdaki meslektaşlarıyla işbirliği yapmaları, meslektaşlarıyla birlikte mesleki gelişim bağlamlarında öğrenmeleri ve bütünlük STEM öğretimi bilgi ve becerilerini geliştirmek için gerekli desteği almaları da önemlidir, çünkü bu, ihtiyaç duydukları desteğe sahip olduklarını hissetmelerini sağlamaktadır (Stohlmann, Moore ve Roehrig, 2012). Araştırmacıların aynı merkezde görev yapmakta olan öğretmenlerle çalışmasının önemli nedenlerinden biri de budur. Aynı kurumda çalışan öğretmenler bütünlük STEM etkinliklerini birlikte deneyimlediklerinde, gelecekteki bütünlük STEM etkinlikleri uygulamalarında işbirliği yapmaları daha olası olabilir. Ortaya çıkan hususlar ışığında, aynı merkezde veya okullarda çalışan öğretmenler STEM etkinliklerini birlikte uygulamaya çalışmalıdır. Örneğin, 'DNA Genetik Kodu ve Mesaj Gönderme Sistemi Tasarımı' etkinliği bu çıkarım için iyi bir örnektir. Etkinlikte, bir biyoloji öğretmeni görevi üstlenerek etkinliği başlatabilir ve daha sonra öğrenciler gönderilen farklı mesajların kombinasyonunu (yani, tanımlanan kişinin fenotipini) hesaplarken bir matematik öğretmeni öncü bir rol üstlenebilir. İşbirliği içinde uygulanan bu tür faaliyetler, bütünlük STEM eğitiminin doğasına daha uygundur. Nitekim bütünlük STEM yaklaşımının başlangıç noktalarından biri, öğrencilerin işbirliğine dayalı becerilerini geliştirmektir.

Bu çalışmada sunulan öğretmenlerin örneğinde olduğu gibi, bazı öğrenciler grup çalışmasını domine edebilir ve diğerlerinin pasif bir şekilde kendi kararlarını takip etmesini ve kabul etmesini sağlayabilir. Öğretmenlerin baskın öğrencilerle başa çıkmalarına yardımcı olmak için bütünlük STEM mesleki gelişim programlarıyla, öğretmenler, sınıfta bu tür öğrencilerle nasıl başa çıkacakları konusunda desteklenmelidir. Sorunu ele almak için öğretmenlere işbirliğine dayalı grup çalışması stratejileri öğretilmelidir. Daha spesifik olmak gerekirse, örneğin Bianchini (1997) kolektif grup çalışması için çoklu yetenek muamelesi, yani "öğrencilerin zeki olmanın ne anlama geldiğine dair anlayışlarını genişletme girişimleri" (s. 1041) ve yetkinlik atama, yani "öğrenciler arasında katılımı eşitlemek için daha bireyselleştirilmiş araçlar" (s. 1041) stratejilerinin kullanılmasını önermektedir.

Gelecekte yapılacak araştırmalar, farklı işbirliğine dayalı stratejilerin grup söylemi üzerindeki etkisini inceleyerek, bütünlük STEM etkinlikleri aracılığıyla işbirliğine dayalı becerilerin nasıl geliştirilebileceğine dair faydalı bilgiler sağlayabilir. Ayrıca, öğretmenlerin argümantasyon uygulamalarını kullanmalarına ışık tutmanın, öğretmen eğitimcilerinin bütünlük STEM derslerini uygulaması beklenen öğretmenlere ilk elden deneyim sağlaması açısından kritik önem taşıdığı düşünülmektedir. Bu tür bir mesleki gelişim programı deneyimi ile öğretmenler, argümantasyona dayalı söylemin günlük yaşam problemlerini çözmek için ne kadar önemli olduğunu, küçük grup üyelerinin birbirleriyle nasıl etkileşime girdiğini ve farklı disiplinlerin bilgilerini daha iyi tasarım çözümlerine dâhil etmenin ne kadar zor olduğunu görme şansına sahip olmaktadır.

Öğretmenlerin bu bütünleşik STEM mesleki geliŐimi programında yaŐadıkları deneyim ışığında, katılımcıların artık bütünleşik STEM eğitiminin ne olduğu ve argümantasyon ve yansıtıcı karar verme süreçlerinin STEM eğitimine nasıl entegre edildiği konusunda daha net bir görüşe sahip olduklarına inanılmaktadır. Ayrıca, sonuçlar, öğretmenlerin mühendislik tasarımı boyunca işbirlikçi ve yansıtıcı karar verme süreçlerinin doğası ve argümantasyon Şemalarını kullanımları hakkındaki literatüre katkıda bulunmaktadır. Sonuçlar, grup üyelerinin tasarım problemleri hakkında nasıl tartıŐtıkları ve yansıtıcı kararlar aldıkları konusunda literatüre katkı sağlama potansiyeline sahiptir. Bu alanda gelecekte yapılacak araştırmalar, katılımcıların ne zaman farklı argümantasyon Şemaları kullandığını (rneğin, araştırmaya yönelim) ve bir karşı argüman üretirken ne tür yanıtlar (rneğin, reddetme, bazı istisnalara veya koŐullara izin verme) verdiklerini netleŐtirebilir.

Çalışmanın on bir öğretmenle yapılması, sadece 20 saatlik bir mesleki gelişim programı sunulması ve yalnızca ses kayıtlarının alınması, dolayısıyla sözel verilerin toplanabilmesi (yani, yüz ifadeleri için görsel veri elde edilememesi) bu çalıŐmayı kapsam ve genellenebilirlik açısından sınırlandırmıŐtır. Ayrıca, her birinde beş ya da altı öğretmenin yer aldığı iki büyük grubun olması bazı öğretmenlerin söyleme katılmasını engellemiŐ olabilir. Ayrıca, yeniden tasarım sürecinin olmaması sebebiyle araştırmacılar yeniden tasarıma yönelik söylem analizi yapamamıŐ ya da etkinliklerin bu aşaması için herhangi bir desen sunamamıŐtır.

TeŐekkür

Bu çalışmanın gerçekleŐtirilmesi ve ğretmenlere Bütünleşik STEM Eğitimi Programının sunulması, Bilim Akademisi'nin 1. Yazara 2019 yılında takdim ettiği Genç Bilim İnsanları dl Programı (BAGEP) tarafından sağlanan maddi destek ile mümkün olmuştur. Bilim Akademisi'ne ve BAGEP Programı'na değerli desteklerini esirgemeyen tüm bađıŐçılara teŐekkür etmeyi bir borç biliriz. Ayrıca, katılımcı öğretmenlerimize de teŐekkürlerimizi sunarız.

Kaynakça

- Akaygun, S. ve Aslan-Tutak, F. (2016). STEM images revealing tem conceptions of pre-service chemistry and mathematics teachers. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 4(1), 56-71. doi:10.18404/ijemst.44833
- Antink-Meyer, A. ve Brown, R. A. (2019). Nature of engineering knowledge. *Science & Education*, 28(3), 539-559. doi:10.1007/s11191-019-00038-0
- Asghar, A., Ellington, R., Rice, E., Johnson, F. ve Prime, G. M. (2012). Supporting STEM education in secondary science contexts. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 6(2), 85-125. doi:10.7771/1541-5015.1349
- Aslan-Tutak, F., Akaygun, S. ve Tezsezen, S. (2017). Collaboratively learning to teach STEM: Change in participating pre-service teachers' awareness of STEM. *Hacettepe University Journal of Education*, 32(4), 794-816. doi:10.16986/HUJE.2017027115
- Aydin-Günbatar, S. (2018). Designing a process to prevent apple's browning: A STEM activity. *Journal of Inquiry Based Activities*, 8(2), 99-110.
- Basista, B. ve Mathews, S. (2002). Integrated science and mathematics professional development programs. *School Science and Mathematics*, 102(7), 359-370. doi:10.1111/j.1949-8594.2002.tb18219.x
- Berland, L. K. ve Hammer, D. (2012). Framing for scientific argumentation. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(1), 68-94. doi:10.1002/tea.20446
- Bianchini, J. A. (1997). Where knowledge construction, equity, and context intersect: Student learning of science in small groups. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(10), 1039-1065.
- Bryan, L. A., Moore, T. J., Johnson, C. C. ve Roehrig, G. H. (2015). Integrated STEM education. C. C. Johnson, E. E. Peters-Burton ve T. J. Moore (Ed.), *STEM road map: A framework for integrated STEM education* içinde (s. 23-37). New York: Routledge.
- Capobianco, B. M., DeLisi, J. ve Radloff, J. (2018). Characterizing elementary teachers' enactment of high-leverage practices through engineering design-based science instruction. *Science Education*, 102(2), 342-376. doi:10.1002/sce.21325
- Chen, Y. C. ve Qiao, X. (2020). Using students' epistemic uncertainty as a pedagogical resource to develop knowledge in argumentation. *International Journal of Science Education*, 42(13), 2145-2180. doi:10.1080/09500693.2020.1813349
- Couso, D. ve Simarro, C. (2020). STEM education through the epistemological lens: Unveiling the challenge of STEM transdisciplinarity. C. C. Johnson, M. J. Mohr-Schroeder, T. J. Moore ve L. D. English (Ed.), *Handbook of research on STEM education* (s. 17-28). New York: Routledge.
- Creswell, J. W. (2007). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches* (2. bs.). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Crismond, D. P. ve Adams, R. S. (2012). The informed design teaching & learning matrix. *Journal of Engineering Education*, 101(4), 738-797. doi:10.1002/j.2168-9830.2012.tb01127.x
- Cunningham, C. M. ve Kelly, G. J. (2017). Epistemic practices of engineering for education. *Science Education*, 101(3), 486-505. doi:10.1002/sce.21271
- Desimone, L. M. (2009). Improving impact studies of teachers' professional development: Toward better conceptualizations and measures. *Educational Researcher*, 38(3), 181-199. doi:10.3102/0013189x08331140
- Driver, R., Newton, P. ve Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84(3), 287-312.
- Duschl, R. (2007). Quality argumentation and epistemic criteria. S. Erduran ve M. P. Jiménez-Aleixandre (Ed.), *Argumentation in science education: Perspectives from classroom-based research* içinde (s. 159-175). New York: Springer.

- Dym, C., Agogino, A. M., Eris, O., Frey, D. D. ve Leifer, L. J. (2005). Engineering design thinking, teaching, and learning. *Journal of Engineering Education*, 94(1), 103-120. doi:10.1002/j.2168-9830.2005.tb00832.x
- Erduran, S. ve Jiménez-Aleixandre, M. P. (2008). *Argumentation in science education. Perspectives from classroom-Based Research*. New York: Springer.
- Erduran, S., Simon, S. ve Osborne, J. (2004). TAPping into argumentation: Developments in the application of Toulmin's Argument Pattern for studying science discourse. *Science Education*, 88(6), 915-933. doi:10.1002/sce.20012
- European Commission. (2014). EU Skills Panorama -STEM skills analytical highlight. https://skillspanorama.cedefop.europa.eu/sites/default/files/EUSP_AH_STEM_0.pdf adresinden erişildi.
- Herder, A., Berenst, J., Glopper, K. ve Koole, T. (2020). Sharing knowledge with peers: Epistemic displays in collaborative writing of primary school children. *Learning, Culture and Social Interaction*, 24(2020), 100378. doi:10.1016/j.lcsi.2020.100378
- Heritage, J. (2013). Action formation and its epistemic (and other) backgrounds. *Discourse Studies*, 15(5), 551-578. doi:10.1177/1461445613501449
- Jefferson, G. (2004). Glossary of transcript symbols with an introduction. G. H. Lerner (Ed.), *Conversation analysis: Studies from the first generation* içinde (s. 13-34). Amsterdam: John Benjamins Publishing Company.
- Jiménez-Aleixandre, M. P. ve Erduran, S. (2007). Argumentation in science education: An overview. S. Erduran ve M. P. Jiménez-Aleixandre (Eds.), *Argumentation in science education: Perspectives from classroom-based research* içinde (s. 3-28). New York: Springer.
- Jiménez-Aleixandre, M.-P. ve Pereiro-Munoz, C. (2002). Knowledge producers or knowledge consumers? Argumentation and decision making about environmental management. *International Journal of Science Education*, 24(11), 1171-1190. doi:10.1080/09500690210134857
- Johnstone, B. (2018). *Discourse analysis* (3. bs.). New York: John Wiley & Sons.
- Jordan, M. E. ve McDaniel Jr, R. R. (2014). Managing uncertainty during collaborative problem solving in elementary school teams: The role of peer influence in robotics engineering activity. *Journal of the Learning Sciences*, 23(4), 490-536.
- Kelley, T. R. ve Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(1), 1-11. doi:10.1186/s40594-016-0046-z
- Kim, M., Anthony, R. ve Blades, D. (2014). Decision making through dialogue: A case study of analyzing preservice teachers' argumentation on socioscientific issues. *Research in Science Education*, 44(6), 903-926. doi:10.1007/s11165-014-9407-0
- Kolstø, S. D., Bungum, B., Arnesen, E., Isnes, A., Kristensen, T., Mathiassen, K. ... Ulvik, M. (2006). Science students' critical examination of scientific information related to socioscientific issues. *Science Education*, 90(4), 632-655. doi:10.1002/sce.20133
- Kortland, K. (1996). An STS case study about students' decision making on the waste issue. *Science Education*, 80(6), 673-689.
- Lantolf, J. P. (2000). Introducing sociocultural theory. J. P. Lantolf (Ed.), *Sociocultural theory and second language learning* içinde (s. 1-26). Oxford: Oxford University Press.
- Leitão, S. (2000). The potential of argument in knowledge building. *Human Development*, 43(6), 332-360. doi:10.1159/000022695
- Macagno, F. ve Konstantinidou, A. (2013). What students' arguments can tell us: Using argumentation schemes in science education. *Argumentation*, 27(3), 225-243. doi:10.1007/s10503-012-9284-5

- Martín-Páez, T., Aguilera, D., Perales-Palacios, F. J. ve Vélchez-González, J. M. (2019). What are we talking about when we talk about STEM education? A review of literature. *Science Education*, 103(4), 799-822. doi:10.1002/sce.21522
- Mathis, C. A., Siverling, E. A., Glancy, A. W. ve Moore, T. J. (2017). Teachers' incorporation of argumentation to support engineering learning in STEM integration curricula. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 7(1), 76-89. doi:10.7771/2157-9288.1163
- Mebane, W. (2020). *Confidence in arguments in dialogues for practical reasoning*. OSSA 12: Evidence, Persuasion & Diversity, University of Windsor, Kanada.
- Miles, M. B. ve Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis an expanded sourcebook* (2. bs.). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Miller, G. ve Fox, K. J. (2004). Building bridges: The possibility of analytic dialogue between ethnography, conversation analysis and Foucault. D. Silverman (Ed.), *Qualitative research: Theory, method and practice* içinde (s. 35-55). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2018a). *Bilgisayar bilimi dersi (kur 1-2) öğretim programı*. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2018b). *Bilişim teknolojileri ve yazılım dersi öğretim programı (ortaokul 5 ve 6. sınıflar)*. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2018c). *Fen bilimleri dersi öğretim programı (ilkokul ve ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar)*. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2018d). *Görsel sanatlar dersi (9, 10, 11 ve 12. sınıflar) öğretim programı*. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2018e). *Matematik dersi öğretim programı (ilkokul ve ortaokul 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar)*. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2018f). *Ortaöğretim fizik dersi (9, 10, 11 ve 12. sınıflar) öğretim programı*. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2018g). *Ortaöğretim kimya dersi (9, 10, 11 ve 12. sınıflar) öğretim programı*. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2018h). *Ortaöğretim matematik dersi (9, 10, 11 ve 12. sınıflar) öğretim programı*. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2018i). *Teknoloji ve tasarım dersi öğretim programı (ortaokul 7 ve 8. sınıflar)*. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı.
- Moore, T. J., Johnston, A. C. ve Glancy, A. W. (2020). STEM integration: A synthesis of conceptual frameworks and definitions. C. C. Johnson, M. J. Mohr-Schroeder, T. J. Moore ve L. D. English (Ed.), *Handbook of research on STEM education* içinde (s. 49-76). New York: Routledge.
- Moore, T. J., Stohlmann, M. S., Wang, H. H., Tank, K. M., Glancy, A. W. ve Roehrig, G. H. (2014). Implementation and integration of engineering in K-12 STEM education. S. Purzer, J. Strobel ve M. Cardella (Ed.), *Engineering in precollege settings: Synthesizing research, policy and practices* içinde (s. 34-51). Indiana: Purdue University Press.
- Moore, T. J., Tank, K. M., Glancy, A. W. ve Kersten, J. A. (2015). NGSS and the landscape of engineering in K-12 state science standards. *Journal of Research in Science Teaching*, 52(3), 296-318. doi:10.1002/tea.21199
- National Association of Colleges and Employers. (2016). Job outlook 2016: Attributes employers want to see on new college graduates' resumes. <https://www.goodcall.com/news/nace-job-outlook-2016-what-employers-want-to-see-on-your-resume-03807> adresinden erişildi.
- National Research Council. (2012). *A framework for K12 science education: Practices, cross cutting concepts, and core ideas*. Washington: National Academies Press.

- NGSS Lead States. (2013). *Next generation science standards: For states, by states*. Washington: The National Academies Press.
- Nussbaum, E. M. (2011). Argumentation, dialogue theory, and probability modeling: Alternative frameworks for argumentation research in education. *Educational Psychologist*, 46(2), 84-106. doi:10.1080/00461520.2011.558816
- Owen, D. (2015). Collaborative decision making. *Decision Analysis*, 12(1), 29-45. doi:10.1287/deca.2014.0307
- Patton, M. Q. (2002). *Qualitative evaluation and research methods* (3. bs.). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Peräkylä, A. (2004). Reliability and validity in research based on naturally occurring social interaction. D. Silverman (Ed.), *Qualitative research: Theory, method and practice* içinde (s. 283-304). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Pinnell, M., Rowley, J., Preiss, S., Blust, R. P., Beach, R. ve Franco, S. (2013). Bridging the gap between engineering design and PK-12 curriculum development through the use the STEM education quality framework. *Journal of STEM Education*, 14(4), 28-34. https://ecommons.udayton.edu/mee_fac_pub/193 adresinden erişildi.
- Pomerantz, A. ve Fehr, B. (2011). Conversation analysis: An approach to the analysis of social interaction. T. A. V. Dijk (Ed.), *Discourse studies: A multidisciplinary introduction* içinde (s. 165-190). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Purzer, S. (2011). The relationship between team discourse, self-efficacy, and individual achievement: A sequential mixed-methods study. *Journal of Engineering Education*, 100(4), 655-679. doi:10.1002/j.2168-9830.2011.tb00031.x
- Rieke, R. D., Sillars, M. O. ve Peterson, T. R. (2013). *Argumentation and critical decision making*. Londra: Pearson.
- Rinke, C. R., Gladstone-Brown, W., Kinlaw, C. R. ve Cappiello, J. (2016). Characterizing STEM teacher education: Affordances and constraints of explicit STEM preparation for elementary teachers. *School Science and Mathematics*, 116(6), 300-309. doi:10.1111/ssm.12185
- Roehrig, G. H., Moore, T. J., Wang, H.-H. ve Park, M. S. (2012). Is adding the E enough? Investigating the impact of K-12 engineering standards on the implementation of STEM integration. *School Science and Mathematics*, 112(1), 31-44. doi:10.1111/j.1949-8594.2011.00112.x
- Rusk, F. ve Rønning, W. (2020). Group work as an arena for learning in STEM education: Negotiations of epistemic relationships. *Education Inquiry*, 11(1), 36-53. doi:10.1080/20004508.2019.1638194
- Ryu, M., Mentzer, N. ve Knobloch, N. (2019). Preservice teachers' experiences of STEM integration: Challenges and implications for integrated STEM teacher preparation. *International Journal of Technology and Design Education*, 29(3), 493-512. doi:10.1007/s10798-018-9440-9
- Sadler, T. D. ve Zeidler, D. L. (2005). Patterns of informal reasoning in the context of socioscientific decision making. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(1), 112-138. doi:10.1002/tea.20042
- Silverman, D. (2004). Introducing qualitative research. D. Silverman (Ed.), *Qualitative research: Theory, method and practice* içinde (s. 1-8). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Simon, S., Erduran, S. ve Osborne, J. (2006). Learning to teach argumentation: Research and development in the science classroom. *International Journal of Science Education*, 28(2-3), 235-260. doi:10.1080/09500690500336957
- Stohlmann, M., Moore, T. J. ve Roehrig, G. H. (2012). Considerations for teaching integrated STEM education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 2(1), 28-34. doi:10.5703/1288284314653
- Şardağ, M. ve Kaya, G. (2021, Ekim). *Genetic code analysis and encrypted communication: A multidisciplinary approach in STEM education*. 3rd International Conference on Science, Mathematics, Entrepreneurship and Technology Education, Bursa.

- van Eemeren, F. H. ve Grootendorst, R. (2004). *A systematic theory of argumentation: The pragma-dialectical approach*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Walton, D. (2006). *Fundamentals of critical argumentation*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Walton, D., Reed, C. ve Macagno, F. (2008). *Argumentation schemes*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Wang, H.-H., Charoenmuang, M., Knobloch, N. A. ve Tormoehlen, R. L. (2020). Defining interdisciplinary collaboration based on high school teachers' beliefs and practices of STEM integration using a complex designed system. *International Journal of STEM Education*, 7(1), 1-17. doi:10.1186/s40594-019-0201-4
- Wendell, K. B., Wright, C. G. ve Paugh, P. (2017). Reflective decision-making in elementary students' engineering design. *Journal of Engineering Education*, 106(3), 356-397. doi:10.1002/jee.20173
- Wheeler, L. B., Whitworth, B. A. ve Gonczi, A. L. (2014). Engineering design challenge: Building a voltaic cell in the high school chemistry classroom. *The Science Teacher*, 81(9), 30-36.
- Whitworth, B. A. ve Wheeler, L. B. (2017). Is it engineering or not? To bring engineering tasks into the classroom, know what qualifies—and what doesn't. *The Science Teacher*, 84(5), 25-29.
- Wieselmann, J. R., Dare, E. A., Ring-Whalen, E. A. ve Roehrig, G. H. (2020). "I just do what the boys tell me": Exploring small group student interactions in an integrated STEM unit. *Journal of Research in Science Teaching*, 57(1), 112-144. doi:10.1002/tea.21587
- Wright, C., Wendell, K. B. ve Paugh, P. P. (2018). "Just put it together to make no commotion:" Re-imagining urban elementary students' participation in engineering design practices. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 6(3), 285-301. doi:10.18404/ijemst.428192

Ek. Etkinlikler ve Öğrenme Çıktıları

Etkinlik	Öğrenme Çıktıları
Elektrikli Süpürge Tasarımı	<p>Fen</p> <p>F.8.7.3.2. Elektrik enerjisinin ısı, ışık veya hareket enerjisine dönüşümünü temel alan bir model tasarlar. (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2018c, s. 54).</p> <p>Mühendislik ve Teknoloji</p> <p>TT.7.D.1.3. Tasarım planı hazırlar.</p> <p>TT.7.D.1.4. Tasarımın modelini veya prototipini oluşturur.</p> <p>TT.7.D.1.5. Tasarımını belirlenen kriterlere göre değerlendirir (MEB, 2018i, s. 18).</p> <p>TT.8.C.3.4. Mühendislik tasarım sürecini kullanarak bir ürün tasarlar (MEB, 2018i, s. 22).</p> <p>Matematik</p> <p>M. 8.4.1.2 Verileri sütun, daire veya çizgi grafiği ile gösterir ve bu gösterimler arasında uygun olan dönüşümleri yapar (MEB, 2018e, s. 76).</p> <p>Görsel Sanatlar</p> <p>12.3.6.3. Endüstri ürünleri için özgün bir boyutlu tasarımlar yapar (MEB, 2018d, s. 25).</p>
Su Arıtma Cihazı Tasarımı	<p>Kimya</p> <p>9.3.2.1. b. Güçlü etkileşimlere örnek olarak iyonik, kovalent ve metalik bağ; zayıf etkileşimlere örnek olarak da hidrojen bağı ve van der Waals kuvvetleri verilir (MEB, 2018g, s. 17).</p> <p>9.5.1.3. Suyun sertlik ve yumuşaklık özelliklerini açıklar (MEB, 2018g, s. 20)</p> <p>11.3.3.1. Çözeltilerin koligatif özellikleri ile derişimleri arasında ilişki kurar</p> <p>c. Ters osmoz yöntemiyle su arıtımı hakkında kısaca bilgi verilir (MEB, 2018g, s. 30)</p> <p>Mühendislik ve Teknoloji</p> <p>TT.7.D.1.3. Tasarım planı hazırlar.</p> <p>TT.7.D.1.4. Tasarımın modelini veya prototipini oluşturur.</p> <p>TT.7.D.1.5. Tasarımını belirlenen kriterlere göre değerlendirir (MEB, 2018i, s. 18).</p> <p>TT.8.C.3.4. Mühendislik tasarım sürecini kullanarak bir ürün tasarlar (MEB, 2018i, s. 22).</p> <p>Görsel Sanatlar</p> <p>12.3.6.3. Endüstri ürünleri için özgün bir boyutlu tasarımlar yapar (MEB, 2018d, s. 25).</p>

Termos	Fen-Fizik
Tasarımı	<p>F.6.4.3.1. Maddeleri, ısı iletimi bakımından sınıflandırır.</p> <p>F.6.4.3.2. Binalarda kullanılan ısı yalıtım malzemelerinin seçilme ölçütlerini belirler (MEB, 2018c, s. 33).</p> <p>9.5.4.1. Enerji iletim yollarını örneklerle açıklar.</p> <p>9.5.4.3. Enerji tasarrufu için yaşam alanlarının yalıtımına yönelik tasarım yapar (MEB, 2018f, s. 20).</p> <p>Mühendislik ve Teknoloji</p> <p>TT.7.D.1.3. Tasarım planı hazırlar.</p> <p>TT.7.D.1.4. Tasarımın modelini veya prototipini oluşturur.</p> <p>TT.7.D.1.5. Tasarımını belirlenen kriterlere göre değerlendirir (MEB, 2018i, s. 18).</p> <p>TT.8.C.3.4. Mühendislik tasarım sürecini kullanarak bir ürün tasarlar (MEB, 2018i, s. 22).</p> <p>Matematik</p> <p>10.6.1.1. Dik prizmalar ve dik piramitlerin uzunluk, alan ve hacim bağıntılarını oluşturur. (MEB, 2018h, s. 31).</p> <p>11.6.1.1. Küre, dik dairesel silindir ve dik dairesel koninin alan ve hacim bağıntılarını oluşturarak işlemler yapar. (MEB, 2018h, s. 36).</p> <p>Görsel Sanatlar</p> <p>12.3.6.3. Endüstri ürünleri için özgün bir boyutlu tasarımlar yapar (MEB, 2018d, s. 25).</p>
Polimer	Kimya
Tasarımı	<p>9.3.2.1. b. Güçlü etkileşimlere örnek olarak iyonik, kovalent ve metalik bağ; zayıf etkileşimlere örnek olarak da hidrojen bağı ve van der Waals kuvvetleri verilir. (MEB, 2018g, s. 17).</p> <p>10.1.4.1. Kütle, mol sayısı, molekül sayısı, atom sayısı ve gazlar için normal şartlarda hacim kavramlarını birbirleriyle ilişkilendirerek hesaplamalar yapar.</p> <p>a. Sınırlayıcı bileşen hesapları üzerinde durulur. (MEB, 2018g, s. 22).</p> <p>10.4.1.2. Yaygın polimerlerin kullanım alanlarına örnekler verir.</p> <p>a. Polimerleşme olayı açıklanarak -mer, monomer ve polimer kavramları üzerinde durulur.</p> <p>b. Kauçuk, polietilen (PE), polietilen teraftalat (PET), kevlar, polivinil klorür (PVC), politetraflor eten (TEFLON) ve polistirenin (PS) yapısal ayrıntılarına girilmeden başlıca kullanım alanlarına değinilir (MEB, 2018g, s. 26).</p> <p>Mühendislik ve Teknoloji</p> <p>TT.7.D.1.3. Tasarım planı hazırlar.</p> <p>TT.7.D.1.4. Tasarımın modelini veya prototipini oluşturur.</p>

TT.7.D.1.5. *Tasarımını belirlenen kriterlere göre değerlendirir (MEB, 2018i, s. 18).*
 TT.8.C.3.4. *Mühendislik tasarım sürecini kullanarak bir ürün tasarlar (MEB, 2018i, s. 22).*

Matematik

9.3.5. *Denklemler ve EŐitsizliklerle İlgili Uygulamalar*

9.3.5.1. *Oran ve orantı kavramlarını kullanarak problemler czer (MEB, 2018h, s. 21).*

DNA

Fen

Genetik

F.7.2.1.1.c. *DNA, gen ve kromozom kavramları arasındaki ilişkiden bahsedilir (MEB, 2018c, s. 40).*

Kodu ve

F.7.7.1.1. *Seri ve paralel bağlı ampullerden oluşan bir devre Şeması czer (MEB, 2018c, s. 46).*

Mesaj

Gönderme

Mühendislik ve Teknoloji

Sistemi

Tasarımı

BT.6.5.1.5. *Problemin czm için bir algoritma geliŐtirir.*

BT.6.5.1.6. *Bir algoritmanın czmn test eder.*

BT.6.5.1.7. *Farklı algoritmaları inceleyerek en hızlı ve doğru czm Őeer (MEB, 2018b, s. 18).*

TT.7.D.1.3. *Tasarım planı hazırlar.*

TT.7.D.1.4. *Tasarımın modelini veya prototipini oluşturur.*

TT.7.D.1.5. *Tasarımını belirlenen kriterlere göre değerlendirir (MEB, 2018i, s. 18).*

TT.8.C.3.4. *Mühendislik tasarım sürecini kullanarak bir ürün tasarlar (MEB, 2018i, s. 22).*

1.2.3.3. *Verilen problemi czmek üzere farklı algoritmalar tasarlar.*

Algoritmaları oluşturmak için sözde kod kullanılması sağlanır (MEB, 2018a, s. 18).

Matematik

10.1.1.2. *n cŐit nesne ile oluŐturulabilecek r li diziliŐlerin (permütasyonların) kaç farklı Şekilde yapılabileceğini hesaplar (MEB, 2018h, s. 26).*