

Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Bilim ile Rastlantı İlişkisi Hakkındaki Anlayışlarının İncelenmesi*

Yasemin DOYĞUN SOYSAL¹

Davut SARITAŞ²

Hasan ÖZCAN³

Öz

Bu çalışmada fen bilimleri öğretmen adaylarının bilim ve rastlantı ilişkisine yönelik anlayışlarının incelenmesi amaçlanmıştır. Nitel durum çalışması yöntemi ile yürütülen araştırmanın çalışma grubunu, bir üniversitenin fen bilgisi öğretmenliği bölümünde öğrenim gören 3. sınıf öğrencileri oluşturmuştur. Veriler açık uçlu sorulardan oluşan bir form aracılığı ile toplanmıştır. İçerik analizi sonrasında “rastlantı kavramı” ve “bilim ile rastlantı ilişkisi” temaları altında bulgular tanımlanmıştır. Bulgular ışığında çalışmadan elde edilen sonuçlar incelendiğinde, fen bilimleri öğretmen adaylarının bir yönlendirme olduğunda bilim ile rastlantı arasında bir ilişki olduğunu düşündükleri, bir yönlendirme olmadığında ise çok azının “rastlantı” kavramını bilim ile

* Bu çalışma, birinci yazarın yüksek lisans tezinden türetilmiş olup Aksaray Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından 2018-027 no.lu proje kapsamında desteklenmiştir.

¹ Öğretmen, MEB Aksaray Nurgöz Ortaokulu, yasemin_doygun@hotmail.com, ORCID: [0000-0002-1234-0008](https://orcid.org/0000-0002-1234-0008)

² Doç. Dr., Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Eğitim Fakültesi Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, davutsaritas@gmail.com, ORCID: [0000-0002-5108-4801](https://orcid.org/0000-0002-5108-4801)

³ Doç. Dr., Aksaray Üniversitesi, Eğitim Fakültesi Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, hozcan@aksaray.edu.tr, ORCID: [0000-0002-4210-7733](https://orcid.org/0000-0002-4210-7733)

Makale geliş tarihi / received: 07.09.2021

Makale kabul tarihi / accepted: 27.09.2021

DOI: 10.17932/IAU.EFD.2015.013/efd_v07i2002

ilişkilendirebildikleri ifade edilebilir. Öğretmen adaylarının bir kısmının hem açıklama hem de örneklendirme açısından bu ilişkiyi yeterli düzeyde ve yeterli bir kavramsal bağlantı ile kuramadıkları, daha büyük bir kısmının ise biçimsel olarak yeterli açıklamalar yapmalarına rağmen söz konusu ilişkiyi kavramsal açıdan uygun kuramadıkları görülmektedir. Veriler ışığında bu durumun nedeni, öğretmen adaylarının bilim tarihine, bilimsel içerik bilgisine ve bilimin doğasına yönelik kavramsal eksikliklere veya yanlışlara sahip olması olarak açıklanabilir.

Anahtar Kelimeler: *Bilim, Rastlantı, Fen Bilimleri Öğretmen Adayları*

Examining Pre-Service Science Teachers' Understanding of the Relationship between Science and Serendipity

Abstract

In this study, it was aimed to examine preservice science teachers' understanding of science and its relationship between serendipity. The study group of the research conducted with the qualitative case study method consists of 3rd grade students studying in the science teaching department of a university. Data were collected through a form consisting of open-ended questions. After the content analysis, findings were defined under the themes of "serendipity concept" and "serendipity relationship with science". When the results obtained from the study are examined in the light of the findings, it can be stated that pre-service science teachers think that there is a relationship between science and serendipity when there is a direction, and that very few of them associate the concept of "serendipity" with science when there is no direction. However, it is seen that some of the pre-service teachers could not establish this relationship at a sufficient level and with a sufficient conceptual connection, and a larger part of them could not establish the relevant relationship conceptually, although they made adequate formal explanations. When the data is examined, it can be said that the reason for this is conceptual

deficiencies or misconceptions regarding the history of science, scientific content knowledge and the nature of science.

Keywords: *Science, Serendipity, Preservice Science Teachers*

GİRİŞ

Bilim; toplumsal, sosyal, kültürel, psikolojik, politik olma gibi birçok özelliği barındıran hem tarihsel hem de insanî bir girişim olarak nitelendirilmektedir (Kuhn, 1962; Matthews, 2012). Bu özellikler bilimi, çağımızda daha etkin ve daha önemli hale getirmiş ve fen eğitiminin adeta yönünü belirlemiştir. Nitekim günümüzde bilim okuryazarı bireylerin yetiştirilmesi fen eğitiminin temel amacı haline gelmiştir. Bilim okuryazarlığı bireyin kişisel veya sosyal olarak aldığı kararlarda ve toplumsal katılımlarında gerekli olan bilimsel bilgiye ve bilimsel anlayışa sahip olması durumunu nitelemektedir (National Research Council [NRC], 1996). Bu sayede toplum olarak karşılaşılan sorunlara yönelik bilim ile ilgili kararlar alınırken bireylerin bu süreçte bilinçli birer katılımcı olmaları amaçlanmaktadır (Gluckman, 2011). Güncel anlamda bilim okuryazarlığının oluşturduğu geniş çati bilgi, değer ve anlayış haricinde tutum ve beceri de içermektedir (Millî Eğitim Bakanlığı [MEB], 2013; 2005). Bilim okuryazarlığını ana amaç olarak ifade eden güncel 2018 fen öğretim programı bilimsel süreç becerileri, yaşam becerileri (ör. analitik düşünme, karar verme, yaratıcı düşünme, girişimcilik, iletişim, takım çalışması) ile mühendislik ve tasarım becerileri (yenilikçi/inovatif düşünme) taşıyan bireyler yetiştirme temelinde planlanmış ve hazırlanmıştır (MEB, 2018). Diğer yandan son zamanlarda sıkça dile getirilen 21. yüzyıl becerileri de (ör. öğrenme ve inovasyon becerileri; yaratıcılık ve yenilikçilik, eleştirel düşünme ve problem çözme, iletişim, iş birliği) güncel fen öğretimin sürecinde önemli bir yer tutmaktadır (Trilling ve Fadel, 2012). Bu açıdan ülkemizde hazırlanan fen öğretim programlarının 21. yüzyıl becerileri ile uyumlu olduğu, ortak hedefler ve içerikler barındırdığı söylenebilir.

Fen eğitiminde birçok amaç bilim okuryazarlığının geniş çatısı altında bilimsel sürecin birçok niteliğini bilgi, tutum, değer ve beceri seviyelerinde öğrencilere kazandırmaya odaklıdır. Esasen fen eğitiminde amaçlanan birçok kazanım gerekçesini doğrudan bilimden ve bilimin etkilediği ve şekillendirdiği diğer disiplin ve etkinliklerden (endüstri, ekonomi, teknoloji ve ilgili meslekler) almaktadır (Sarıtaş, 2020). Bu nedenle söz konusu kazanımların edindirilmesi için fen eğitiminde bilimsel sürecin doğasının anlaşılması daha birincil bir amaç olarak kendisini göstermektedir.

Bilimin Doğası ve Bilimsel Süreç

Bilimin doğası bilim okuryazarlığının en önemli unsurlarından biri veya ön koşulu olarak görülmektedir (Clough, 1997; Irzik ve Nola, 2014). Öğrencilerin bilim okuryazarı olarak yetişmeleri ya da onların bilimsel fikirleri, uygulamaları, araştırma sürecini anlamaları için bilimin doğasını da idrak etmeleri gereklidir (Fook vd., 2015; Kahana ve Tal, 2014). İnsanlığın dünyamız hakkındaki bilgisini geliştirmede en başarılı etkinlik bilimdir. Bu nedenle bu başarının kendisinin ve yöntemlerinin değerini anlamak bilimin doğasını anlamayı gerekli kılmaktadır (NRC, 2012).

Fen eğitimi literatürü incelendiğinde bilimsel sürece yön veren bazı bilimin doğası unsurlarının bilimi daha anlaşılır kılacağı düşünülmektedir. Bu unsurların başında bilimin deneysel olması, gözlem ve çıkarımlara dayanması, teorilere ya da kanunlara kaynaklık etmesi, hayal gücü ve yaratıcılıktan beslenmesi, teori yüklü olması, sosyal ve kültürel özellikler barındırması ve değişime açık olması gelmektedir (Bell, 2009; Özcan, 2013). Diğer yandan Kuhn'un (1962: s. 216) vurguladığı gibi bilim tarihi bilimin doğasının devrimsel süreçlerle daha yeni ve daha ayrıntılı biçimlerde oluşmuş kriterler ışığında yeniden kurulduğunu göstermiştir. Bu durum bilimin doğasının her zaman yeni temeller üzerinde gelişmeye devam ettiği anlamına gelir. Günümüzde bilimin yalnızca rasyonel, nesnel, teorik veya deneysel olarak algılanmadığı bilime daha sosyal, kurumsal, ilişkisel ve çok yönlü bir süreç olarak bakıldığı bilinmektedir. Bu doğrultuda daha felsefi, toplumsal, kültürel ve tarihsel açıdan ele alınan

bilim anlayışının desteklendiği söylenebilir (Dagher ve Erduran, 2016; Irzik ve Nola, 2011). Bilimin basit görünen sistemlerle uğraşmadığı, çevresindeki birbiriyle ilişkili karmaşık konuları ele aldığı ve modellediği bir sürece dönüştüğü ifade edilmektedir (Tebes, Thai ve Matlin, 2014).

Bilimin doğasının tanımlanma serüveni 19. yüzyıla dayansa da bilimin doğası sürekli dinamik bir yapı sergilemiştir (Matthews, 2012). Bu dinamizmin temel nedeni bilimin bir şekilde ilerlemesi ve yeni boyutlar kazanan bir insan etkinliği olmasıdır. Nitekim bilim teori ve ispata ya da deneye dayandırılabilir; fakat bilim büyük ölçüde bilimle uğraşan kişinin tutumuna bağlı olarak sorgulanabilir. Bu sebeple bilimi deneyimden ve seçimlerden bağımsız değerlendirmek onun hakkında hatalı çıkarımlara neden olabilir (Popper, 2005). Bu noktada bilim insanlarının bilimsel etkinlikteki rol ve davranışları belirleyici bir faktördür. En basit ifade ile bilim, bilim insanlarının yaptıkları çalışmalarla ortaya çıkar (Laszlo, 2014).

Bilim insanı ifadesi esasen bilimsel etkinliğe kıyasla oldukça yeni bir kavramdır. Yalnızca yaklaşık iki yüzyıldır bilimle ilgilenenler için günümüz tabiriyle '*bilim insanı*' ifadesi kullanılmaktadır. 1833 yılında Cambridge'de bir toplantıda yapılan tartışmalar neticesinde dilimizdeki anlamı sanatçı olan İngilizcedeki *artist* kelimesinden esinlenilerek bilim insanı anlamındaki *scientist* kelimesi türetilmiş ve sonrasında bilginin aydınlığını geleceğe taşıyacak olanlar için bu tabir tercih edilmiştir (Robinson, 2013). Bilim insanlarının, merakla ve heyecan duygusuyla çevremizde ve dünyada neler olduğunu, olayların nasıl meydana geldiğini sorgulayarak bilimsel araştırmaları gerçekleştirdikleri, üzerinde çok az tartışma olan genel bir fikirdir (Okasha, 2016). Bu bağlamda çoğu bilimsel araştırmaların belirli aşamalardan geçen, hipotezlerle yürütülen, süreklilik içeren kasıtlı ve odaklı çalışmalar neticesinde ortaya konulduğu ifade edilebilir (Buchem, 2011). Fakat bilimin ve bilimin doğasının çok daha yeni ve farklı bir bakış açısı ile ele alındığı felsefi yaklaşımlar (ör. Kuhn 1962; Feyerabend, 1991) düşünülürse, bilimsel araştırmaların daima belirli kriterlerle, belli bir süreç doğrultusunda; belirli düzenlilik ve aşamalılığa göre yürütülüp yorumlandığını söylemek oldukça güçtür (Fine ve Deegan,

1996; Mezirow, 2009). Dolayısıyla birçok bilimsel faaliyetin, mevcut paradigma ve inanç setiyle uyumlu olmadığı, bu durumun bilimsel etkinliğin önceden tahmin edilememesine yol açtığı söylenebilir. Nitekim bilimde beklenmedik olaylar, alışıl gelmiş ve kabul görmüş olan varsayımlara itiraz edebilmektedir (Kuhn, 1962). Bu kapsamda bazı durumlarda bilimsel araştırma ve ortaya konulan buluşlar bir *rastlantı, şans ya da kaza ile* araştırmacının karşısına çıkabilir. Bu durumun araştırmacı tarafından önceden tahmin edilmeksizin, beklenmedik biçimde, kendiliğinden ve anlık fırsatlarla gerçekleşeceği düşünülmektedir (Fine ve Deegan, 1996; Vedder-Weiss, 2017).

Bilimde Rastlantı

Bilimsel süreçte bilim insanları bazen insanlığa yararlı çalışmalar yapmak veya yeni bir alanda keşif yapmak için bazen de var olan bilgiye ulaşmak ya da onu sınamak için yola çıkmışlardır (Kuhn, 1962). Bu sayede birçok probleme çözüm getirmişler, bilimsel alandaki olağanüstü ilerlemelere yön vermişlerdir. Bilimsel araştırmaların çoğu, zorlu ve disiplinli birçok aşamayı içeren çalışmalar gerektirir. Bazen ise planlananın dışında karşılaşılan durumlar araştırmalara yön verebilmektedir. Bu bağlamda bilimsel araştırmalar kasıtlı ve odaklı yapılan, hipotezle yürütülen araştırmalar ve beklenmedik anlık fırsatlar sonucu, tahmin edilemeyen şekilde gelişen ve ilerleyen araştırmalar olarak kategorilendirilebilir (Bell, 2009). Bilimi deneylerden, gözlemlerden, çıkarımlardan, birbirini destekleyen teori ve yasalardan, yaratıcılıktan ya da sosyal değerlerden ayrı düşünmek bugün mümkün değildir (Matthews, 2012). Günümüzde geçerli olan görüşe göre bilimin belirli çerçevede birikimsel ve düzenli olarak değil, var olana uymayan bir aykırılıkla başlayıp gelişebildiği bilinmektedir. Kuhn'a (1962: s. 132) göre doğa bir şekilde normal kabul edilen bilime yön vermiş olan paradigma beklentilerine karşı çıkmaktadır ve bilimsel devrime yol açan yeni bilimsel keşifler anomalinin farkındalığı ile başlamaktadır. Ardından anomalinin alanı genişletilerek süreç devam etmekte ve bu anormal durum beklenen hale geldiğinde paradigma kuramı

sonlanmaktadır. Kişisel ya da tarihsel rastlantıların birleşiminden oluşan bir etken, bilim insanının ya da bilim çevrelerinin kabul ettiği inançların temel malzemesi olabilmektedir (Kuhn, 1962). Bilim tarihindeki örnekler incelendiğinde çok sayıda bilimsel keşfin, bilim insanlarının karşılaştığı ve sonrasında sorgulayıp araştırdığı rastlantıların kıvılcımıyla alevlendiği görülmektedir (e Cunha, Clegg ve Mendonça, 2010; Roberts, 1989). Bu sebeple bilimin doğası açısından rastlantıların yol açtığı ya da etkilediği bilimsel süreçlerin, girişimlerin ya da elde edilen bulguların araştırılması önemlidir.

İngilizcede *serendipity* olarak tanımlanan dilimizde *rastlantı* biçiminde anlamlandırılan kavramların karşılığı olarak bir alanda çalışma içerisindeyken rastlantı sonucu başka bilimsel sonuçlara ulaşma durumları tasvir edilmektedir. Rastlantıların bilimle birlikte anılması 1950'lere dayanmaktadır (Merton ve Barber, 2011). Rastlantıların fizik, kimya, biyoloji ve astronomi gibi alanlarda bilimsel keşifler, (Ramakrishnan ve Grama, 1999; Roberts, 1989), bilimin doğası (Clough, 1997; Kuhn, 1962; Moss, 2001), bilim yönetimi (Murayamaa, Nireib, ve Shimizub, 2015), bilim sosyolojisi (e Cunha, Clegg ve Mendonça, 2010), beşeri bilimler (Foster ve Ford, 2003), tıp (Popescu, Faussone-Pellegrini, 2010; Roberts, 1989), ekonomi, tarih, etnografik araştırmalar (e Cunha, Clegg ve Mendonça, 2010) gibi birçok alanda araştırma ve uygulamalara yön verdiği görülmektedir. Rastlantısal olayların bilimsel çerçevelerdeki önemi, felsefe ve bilim sosyolojisindeki rolü, doğası ve yapısının zamanla daha fazla kabul gördüğünü savunarak rastlantısal bilimin bilişsel önemine vurgu yapan çalışmalar da literatürde yer almaktadır (Arfini vd., 2018). Rastlantının sosyal konularla ve ekonomi, yönetim, girişimcilik gibi sosyal alanlarda ayrıntılı ve düzenli betimlemelerinin yapıldığı, çeşitli alanlarda farklı tarzlarda ele alındığı birçok çalışma mevcuttur (Capano, 2008; Dew, 2009; Fine ve Deegan, 1996; Hamann, 2005; Lloyd, 2010; McCay-Peet vd., 2015).

Bilimin Doğasının Öğretimi Açısından Rastlantının Önemi

Bilimsel araştırma sürecinde bilgiye ulaşma yollarının gelişimsel doğasını ve bilimsel bilginin oluşması ve gelişmesinde etkili olan temel faktörleri ortaya çıkarabilmek için bilimin diğer disiplinlerle olan ilişkisinin bilimin doğası olarak anlam kazandığı ifade edilebilir (Kaya ve Erduran, 2016; Klopfer, 1969; Lederman, 1992). Bilimin doğası, içinde barındırdığı temel felsefi varsayımlara dayalı değişime açık yapısı ve paradigma değişimlerinin etkisiyle gelişimsel bir süreç izlemektedir (Irzik ve Nola, 2011; Kuhn, 1962). Uzun zaman içerisinde bilimin doğası büyük yenilikler ve değişimlere uğramış ve çok daha farklı pencerelerden yeni bakış açılarıyla değerlendirilmeye başlanmıştır. Rastlantısal bilim de hem bilimsel keşiflerin çoğuyla hem de bilimsel bilginin oluşum süreciyle, başka bir ifadeyle bilimin metodolojisi ile bağlantılı olduğundan, bilimin doğası konu alanıyla ilgili ve ilişkili konumdadır. Nitekim fen eğitimi literatüründe bilimin doğasının öğretiminde benimsenen yaklaşımlarda ifade edilen boyutlarda (örneğin *yöntemler ve yöntemsel kurallar* (Erduran ve Dagher, 2014); *deney ve gözleme bağımlılık* (Abd-El-Khalick, Bell ve Lederman, 1998) bilimin yöntem ve süreçlerinin doğası önemli bir konumdadır. Öte yandan bilimsel yöntemin öngörülme ve rastlantısal faktörlerden etkilenmeyen katı bir yapı olduğuna ilişkin bir anlayış günümüz fen eğitiminde kabul edilebilir bir anlayış olarak görülmektedir. Bu tür anlayışın bilimin doğasına ilişkin bir tür kavram yanılgısı veya bilimsel mit olduğu bilinmektedir (McComas, 1998; 2002). Dolayısıyla bu araştırmanın bilim ve bilimin doğası unsurları konusunda yeni sorular ve yeni bağlantılar açısından literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Çalışma literatür için yeni bir kavram olan rastlantı ile bilim etkileşiminin incelenmesine odaklandığından bilime ve bilimin doğasına farklı bir bakış açısına dikkat çekeceği düşünülmektedir.

Bilimde rastlantıyı içeren çalışmalarda çoğunlukla rastlantı eseri keşfedilen bilimsel sonuçlar ve bulgular anlatılmış ve rastlantının bilime katkısı bu keşifler üzerinden değerlendirilmiştir (Popescu ve Fausson-Pellegrini, 2010; Roy, 2017; Rulev, 2017; Saalfrank vd., 2008). Ulusal literatürde ise çoğunlukla, dolaylı olarak farklı alanlarda rastlantı eseri

ulaşılmiş bilgi ve sonuçların bahsedildiği çalışmalar yer almaktadır (Cihaner, 2009; akatay ve Kayalı, 2006; Demirçeken vd., 2003; Temel vd., 2009; Sönmez, 2009; Ellialtıoğlu, 2006).

Bilimde rastlantıyı içeren eğitim ile ilgili çalışmalar genel anlamda sınırlıdır. Vedder-Weiss, (2017) tarafından üç çocuktan oluşan bir katılımcı grubu ile yapılan bir araştırmada rastlantısal bilim katılımının doğası hakkında bulgular elde edilmiştir. Oyun sırasında karşılaştıkları beklemlerle meşgul olan çocukların kazandıkları bilimsel bilgi ve becerilere odaklanılan çalışmada oyun sürecinde kademeli olarak fen öğrenimi durumuna geçişin nasıl gerçekleştiği tasvir edilmiştir. Oyun oynarken bile bilimsel gözlemler ve uygulamalarla karşılaşabilen çocukların bilimle ilgilendiklerini gösteren fikirlerinin önemine dikkat çekilen çalışmada bilim öğreniminin tasarlanan ortamlarla sınırlı olmadığı ve rastlantısal bilim katılımı için fırsatların bol olduğu kabul edilerek bu tür öğrenme konusundaki anlayışın genişletilmesi gerekliliği üzerinde durulmuştur. Sawaizumi vd. (2007) tarafından rastlantı kavramının ve rastlantısal bilim etkinliklerinin eğitim planlarına entegre edilmesi amacıyla yürütülen bir araştırmada planlanmış bir eğitim sürecinde kendileri için rastlantı olacak şekilde tasarlanmış durumlarla karşılan 14 katılımcının bu durumlar için hipotez oluştırmaya ilgi gösterdikleri ve bu sistemi kullanma çalışmalarına devam etmek için bir araştırma kulübü kurdukları dile getirilmiştir. Ayrıca etkinliklerde öğrencilerin kendi başlarına bir şey bulma memnuniyetini yaşadıkları ve bu sayede de araştırma için motivasyonlarının arttığı ifade edilmiştir. Fen eğitiminde yaratıcılığı konu edinen bir çalışmada tesadüflerin ya da rastlantıların bahsi geçerken; yaratıcılığın karşılaşılan tesadüfleri bilimsel süreçte keşfe dönüştüren bir unsur olarak görüldüğü ve fen eğitimi açısından incelendiği bilimsel keşif örnekleri yer almaktadır (Aktamış ve Ergin, 2006).

Amaç

Günümüz fen eğitiminde inovasyon ve yaratıcılığın geliştirilmesine paralel olarak bilim (fen) okuryazarlığının bir boyutu olan bilimin doğasına yönelik güncel yaklaşımlar çerçevesinde özelikle bilimsel

sürecin nasıl işlediğine yönelik anlayışların geliştirilmesi bir amaçtır. Bilim tarihi ve felsefesinde kabul edilen yaygın görüşler, bilimsel süreçte (özellikle buluşta) yaratıcılığı ve yeniliği tetikleyen rastlantıların etkisinin büyük olduğunu savunmaktadır. O halde “bilimde rastlantı ve buna bağlı olarak rastlantısal bilim” anlayışı hem öğrencilere bilimin doğasının öğretimi hem de bilimsel etkinlikler bilim tarihi üzerinden yaratıcılık ve inovasyonun öğrencilere öğretimi ve örneklendirilmesi için gerekli bir anlayıştır. Bu anlayışın fen bilimleri öğretmen adaylarındaki durumunun incelenmesi önemli bulunabilir.

Bu nedenle bu çalışmanın amacı fen bilgisi öğretmen adaylarının bilim ve rastlantı ilişkisine yönelik anlayışlarının incelenmesidir. Bu amaç doğrultusunda şu sorulara cevap aranmıştır:

1. Fen bilimleri öğretmen adaylarının rastlantı kavramına yönelik çağrışımları bilim ile ilişkili midir?
2. Fen bilimleri öğretmen adayları bilim ve rastlantı arasında nasıl bir ilişki kurmaktadır?

YÖNTEM

Bu çalışmada nitel araştırma yaklaşımı benimsenmiştir. Nitel araştırmalarda nitel veri toplama yöntemleri ile çalışılan olgunun anlamına ya da bireylerin bu olgudan anımsadığı düşünceye odaklanılır ve bunları yorumlayarak ortaya çıkarmak amaçlanır (Merriam, 2013). Araştırma deseni olarak nitel araştırma desenlerinden durum çalışması kullanılmıştır. Durum çalışmasında, mevcut bir araştırma sorusu kapsamlı ve derinlemesine tanımlanmaktadır. Araştırmaya odak olan konuya ilişkin nasıl ve neden sorularının yanıtlanması üzerine bir izleme yapılır. Burada araştırmacının amacı genelleme yapmak değildir, durumun ayrıntıları ile betimlenmesidir. Araştırmanın analiz birimi dikkate alındığında tek bir analiz birimi olarak fen bilimleri öğretmen adayları ile çalışma yürütüldüğü için durum çalışması desenlerinden bütüncül tek durum deseni uygun görülmektedir (Yıldırım ve Şimşek, 2013; Yin, 2003).

Çalışma Grubu

Çalışma grubu İç Anadolu'da bulunan bir üniversitenin fen bilgisi öğretmenliği bölümü 3. sınıf öğrencilerinin oluşturduğu 44 kişilik bir sınıftan oluşmaktadır. Veri toplama sürecinde bilimin doğası ve tarihi dersini almakta ve bu bakımdan bilimsel süreçle ilgili bazı temel kavramlara yönelik farkındalıkları olduğu varsayılan katılımcıların dağılımı aşağıda Tablo 1 ile gösterilmektedir.

Tablo 1. Katılımcıların cinsiyet dağılımı

Cinsiyet	Kadın	Erkek
Katılımcı Sayısı	35	9
Toplam	44	

Verilerin Toplanması

Araştırmada katılımcılara rastlantısal bilim üzerine bilgi, görüş ve anlayışlarını ortaya koyacağı düşünülen açık uçlu soruların yer aldığı bir görüş formu kullanılmıştır. Sorular hazırlanırken öğretmen adaylarının konu ile ilgili ön bilgileri ve yetkinlik düzeyleri dikkate alınmıştır. Sorular dil bilgisi ve imlâ kuralları ile açık anlaşılır ve net olacak biçimde düzenlenmiştir. Açık uçlu sorulardan oluşan görüş formunda yer alan sorular rastlantı ile ilgili genel düşünce, rastlantı kelimesi ile ilişkilendirilen çağrışımlar, rastlantı kavramını tanımlayabilme, günlük hayatta rastlantı, bilim rastlantı bağlantısı gibi boyutlarda cevap alınabilecek bir genellikte hazırlanmıştır. Bu karar daha fazla sayıda soru içeren taslak görüş formu sorularının alanda uzman kişiler, Fen Bilimleri ve Türkçe öğretmenleri tarafından incelenmesi ve 4. sınıf öğretmen adaylarından oluşan 12 kişilik bir grupla yapılan pilot uygulamanın değerlendirilmesi sonucu alınmıştır. Yeniden düzenlenerek son halini alan görüş formu ana uygulamada kullanılmıştır. Görüş formunda yer alan sorular aşağıdaki tabloda paylaşılmaktadır.

Tablo 2. Görüş formundaki sorular

1. Rastlantı kavramı denildiğinde aklınıza ne gelmektedir? Açıklayınız.
2. Bilim ve rastlantı arasında bir bağlantı kurulabilir mi? Cevabınız evet ise nasıl bir bağlantı kurulabilir? Örneklerle açıklayınız. Cevabınız hayır ise nedenini örneklerle açıklayınız.

Verilerin Analizi

Veri analizi aşamasında görüş formu ile toplanan nitel veriler, içerik analizi kullanılarak analiz edilmiştir. Cohen, Manion ve Morrison'a (2002: s. 47) göre elde edilen yazılı verilerden alınan bilgilerin genel olarak içerikleri ve barındırdığı mesajların özetlenmesine dayanan işlem ve değerlendirmeler içerik analizi olarak tanımlanmaktadır. Bu nedenle öğrencilerin verdikleri cevaplar incelenerek, biçimsel ve kavramsal olmak üzere iki boyutta kategorilendirilmiştir (Strauss ve Corbin, 1998). Biçimsel kategorilendirme verilen cevabın formel yapısına göre; yeterli açıklama, kısmi açıklama, yetersiz açıklama şeklinde yapılmıştır. Sorulan sorunun köküne bağlı olarak *hem açıklamanın hem de örneklemenin ayrıntılı olarak yapıldığı yanıtlamalar yeterli açıklama kategorisinde* incelenmiştir. Bununla birlikte *yalnızca genel ifadelerin bulunduğu detaylı açıklamalar içermeyen yanıtlar ya da yalnızca örnek ifadelerin yazıldığı açıklama ve tanımlama barındırmayan yanıtlar kısmi açıklama kategorisinde* değerlendirilmiştir. *Çok genel, kısa cevaplar içeren ya da kendi içerisinde anlamlı olmayan çelişen ifadeler içeren yanıtlamalar ise yetersiz açıklama kategorisinde* değerlendirmeye alınmışlardır.

Sorulara yanıt vermeyen ya da konu ile ilgisi olmayan yanıtların olmaması sebebiyle tüm cevaplar üç kategoride değerlendirilerek sınıflandırılmaya tabi tutulmuştur. Örneğin Ö26 kodlu katılımcının *“Bilim ile rastlantı arasında bir bağlantı kurulabilir mi? Cevabınız evet ise nasıl bir bağlantı kurulabilir? Örneklerle açıklayınız. Cevabınız hayır ise nedenini örneklerle açıklayınız.”* sorusuna *“Bilim ile rastlantıların birbirini etkilediğini düşünmüyorum. Kontrollü deneylerle rastlantı faktörü en aza*

düşmektedir.” biçimindeki cevabı yetersiz açıklama cevap kategorisine örnek gösterilebilir. Diğer bir örnekte Ö29 kodlu katılımcının aynı soruya verdiği cevap *“Bilimi hızlandırıcı etkisi vardır. Bazı şeyleri görebilmeyi sağlar.”* biçimindeki cevabı kısmi açıklama cevap kategorisine örnek gösterilebilir. Katılımcılardan Ö36 kodlu *“Evet, Arşimet’in suyun kaldırma kuvvetini bulması ilk olarak rastlantısal bir şekilde böyle bir olayı fark ediyor sonra ise çalışmalarına başlıyor.”* cevabı yeterli açıklama yanıt kategorisine örnek olarak gösterilebilir.

Verilerin kavramsal kategorilere ayrılması ise bilim tarihi ve felsefesi literatürü ışığında verilen cevapların, bilim ile rastlantı arasında kurulan bağlantıların, kavramsal olarak uygun olup olmadığına göre yapılmış ve üç kategori; uygun bağlantı, kısmen uygun bağlantı ve uygun olmayan/bağlantısız şeklinde ortaya çıkmıştır. Araştırma bulguları değerlendirilirken yanıtların kategorilere ayrılması araştırmacıların müzakeresi ile yürütülmüş ortak fikirler ve kararlar doğrultusunda cevaplar sınıflandırılmıştır.

Araştırmanın Geçerlik ve Güvenirliği

Nitel yöntemlerle planlanan ve yürütülen araştırmanın yapı geçerliği, iç geçerlik (inandırıcılık), dış geçerlik (genelleme, aktarılabirlik), iç güvenirlilik (tutarlık) ve dış güvenirliliğini (teyit edilebilirlik) sağlamak için çeşitli önlem ve uygulamalar gerçekleştirilmiştir (Yıldırım ve Şimşek, 2013). Yapı geçerliğine yönelik olarak elde edilen veriler çalışma grubunda yer alan öğrencilerden birine okutulurak katılımcı teyidi alınmıştır. İç geçerlik (inandırıcılık), araştırma bulgularının gerçeği doğru bir biçimde yansıtması ve araştırmanın kendi içinde açık, tutarlı, teyit edilebilir olması olarak tanımlanabilir. Bu araştırmada da inandırıcılığı sağlayabilmek için gerek veri toplama araçları ile elde edilen verilerin çalışma grubu tarafından teyit edilmesi sağlanmış gerek veri toplama araçlarının geliştirilmesinde gerekse analiz edilmesinde alan uzmanlarının görüşüne başvurulmuştur. Dış geçerlik (genelleme, aktarılabirlik) nitel araştırma sonuçlarının benzer ortamlara aktarılabirme derecesidir. Nitel araştırmalarda nicel araştırmalarda olduğu gibi elde edilen sonuçların

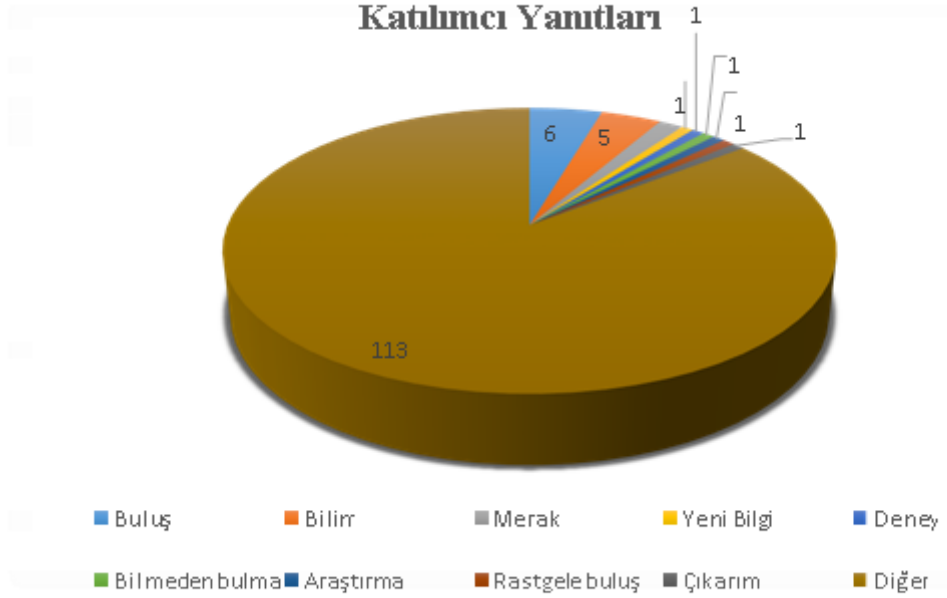
doğrudan genellenebilmesi mümkün olmamaktadır. Bu araştırmanın aktarılabirlik derecesini arttırmak için elde edilen bulgular veri alıntılarını ile sunulmuştur. İç güvenilirlik (tutarlık) ve dış güvenilirlik (teyit edilebilirlik) için araştırmada nitel veri toplama aracının hazırlanması, uygulanması ve verilerin analiz edilmesi aşamaları detaylı açıklanmış, değerlendirilmiş, verilerin analizi sonucu oluşturulan kategorilerin ve yorumlamaların uzman gözüyle teyit edilmesi sağlanmıştır. Bu bağlamda kodlayıcılar arası güvenilirlik düzeyi %98 olarak belirlenmiştir (Miles ve Huberman, 1994).

BULGULAR

Rastlantı Kavramı

Katılımcılara “rastlantı” denildiğinde akıllarına ne geldiğine ilişkin verdikleri yanıtların dağılımını Şekil 1’de sunulmuştur.

Rastlantı kavramı ile ilgili akla gelen ilk sözcüklerin paylaşıldığı ilk soruda katılımcıların rastlantı kelimesini bilim, buluş ya da araştırma gibi bilimsel kavramlarla ilişkilendirme oranları dikkate alınarak bir grafik hazırlanmıştır. Birden fazla çağrışımsal kelime ifade etme imkânı olan katılımcıların yanıtları en az oranla (%0.75) çıkarım, rastgele buluş, araştırma, bilmeden bulma, deney, yeni bilgi kelimelerinden oluşmaktadır. Yanıtların %1.5’i merak, %3.78’i bilim, %4.5’i buluş kelimelerinden oluşmaktadır. Geriye kalan yanıtlar ise %85.6 oranıyla diğer ifadeleri içermektedir. Bu doğrultuda katılımcıların yanıtlarında rastlantı kelimesini bilimle ya da bilimsel kavramlarla çok az oranlarda çağrışımında bulundurduğu görülmektedir.



Diğer yandan katılımcıların cevaplarında rastlantı kelimesini bilimsel ifadelerle çok az oranda ilişkilendiren katılımcıların %64'ü rastlantıyı tanımlarken bilim tarihinde rastlantı eseri keşfedilen örnekler üzerinden açıklama yapmışlardır. Bu gruptaki katılımcıların %36'sı ise rastlantıyı bilimsel ifadeler içermeyen, günlük yaşamdaki durumlara gönderme yapan açıklamalarla tanımlamaya çalışmışlardır.

Bilimle Rastlantı Arasındaki İlişki

Rastlantı bilim bağlantısını kurmaya yönelik olarak sorulan soruya verilen açıklama ve örnekler analiz edildiğinde katılımcıların cevapları biçimsel açıdan üç biçimsel kategoride toplanmıştır. İlgili kategoriler ve cevapların sayısı ve oranı aşağıda (Tablo 3) sunulmaktadır.

Tablo 3. Biçimsel kategoriler

Biçimsel Kategori	Katılımcı Kodu	N	%
Yeterli Açıklama	Ö31, Ö3, Ö1, Ö38, Ö5, Ö36, Ö33, Ö11, Ö30, Ö10, Ö44, Ö24, Ö41, Ö39, Ö4, Ö37, Ö16	17	38.6
Kısmi Açıklama	Ö34, Ö18, Ö25, Ö19, Ö14, Ö13, Ö20, Ö8, Ö35, Ö32, Ö17, Ö2, Ö28, Ö12, Ö40, Ö42, Ö27, Ö7, Ö23, Ö15, Ö21, Ö22, Ö29, Ö6	24	54.5
Yetersiz Açıklama	Ö26, Ö43, Ö9	3	6.8
Toplam		44	100

Katılımcıların bilim ile rastlantı bağlantısının varlığı ve niteliği ile ilgili yanıtlarının %38.6'sı yeterli açıklama düzeyinde, %54.5'i kısmi açıklama düzeyinde, %6.8'i ise yetersiz açıklama düzeyindedir. Katılımcılar çoğunlukla kısmi açıklama düzeyinde cevaplar vermişler; bilim rastlantı bağlantısını doğrudan bilim tarihinden *kendi yorumları* ile sundukları örneklerle anlatmaya çalışmışlardır. Bu yanıtlarında rastlantı bilim bağlantısını örnekler üzerinden anlatabildikleri fakat bu bağlantıyı nitelenmek konusunda yetersiz kaldıkları söylenebilir. Yanıtların %6.8'i kendi içinde çok genel, kısa cevaplar içeren ya da kendi içerisinde anlamlı olmayan çelişen ifadeler içeren açıklamalar olduğu için yetersiz açıklama kategorisinde yer almıştır.

Katılımcı açıklamalarında bilim ile rastlantı arasında kurulan bağlantıların, kavramsal olarak uygun olup olmadığına göre yapılan kategorileştirme sonucunda elde edilen kavramsal kategoriler ve bunların biçimsel kategorilerle olan ilişkisi örnek veri alıntılarını eşliğinde aşağıdaki tabloda (Tablo 4) verilmektedir.

Tablo 4. Kavramsal ve biçimsel kategorilerin ilişkisi

Kavramsal Kategoriler	İlgili Biçimsel Kategori	Örnek Alıntı
Uygun bağlantı	Yeterli açıklama	Evet. Üzerinde araştırma yapılan bir konu veya problem üzerinde başka bir sonuç, başka bir etken bulunabilir. Bilime tesadüf ve rastlantılar sonucu ulaşılabilir. Einstein çalışmaları örnek verilebilir. (A1)
		Evet. Bilim ve rastlantı arasında dolaylı bir şekilde bağlantı kurulabilir. Rastlantılar bazen bilimde yeni buluşlara ve örneklere dayanır. (A2)
	Kısmi açıklama	Evet. Bilim insanları yaptıkları araştırmalar hakkında bir sonuca rastlantı eseri ulaşabilirler. Cevaba ulaşabileceklerini düşünmezken bulabilirler. (A3)
		Evet. Arşimet rastlantı sonucu krala yaptırılan tacı görerek onu test etmek için su dolu bir küvete koyarak suyun kaldırma kuvvetini bulmuştur. (A4)
		Evet. Rastlantısal kesitler bilimi ileri taşıyabilir ama bilimin rastlantıları etkilediğini düşünmüyorum. Kontrollü deneylerde rastlantı faktörü en aza düşmektedir. (A5)
Kısmen uygun bağlantı	Yeterli açıklama	Evet kurulabilir. Her bilgi ya da bilim direkt oluşmaz. Rastlantı sonucu araştırılıp sonuca varılır. Elmanın düşmesiyle yerçekimi, taşın suyun üstünde kalmasıyla suyun kaldırma kuvveti bir rastlantıdır. (A6)
	Kısmi açıklama	Evet. Bilim dünyayı, çevremizi anlama sürecidir bu süreçte rastlantılar işimizi kolaylaştırır. Newton'un kafasına düşen elma. (A7)
Uygun olmayan bağlantı/Bağlantısız	Yeterli açıklama	Evet. Bilimsel bir araştırma üzerindeyken bulmak istenilen bir şey yerine başka bir şeyin bulunması. Ateşin bulunması buna örnektir. (A8) Evet. Bilim yeni buluşlar ortaya çıkarmak ister. Bunun içinse ortaya bir

	durum konulmalıdır. Bu durum ise rastlantılar sonucu merak duygusuyla meydana gelir. Yerçekimi kuvveti bir rastlantıyla bulunmuştur. (A9)
Kısmi Açıklama	Evet kurulabilir. Bilim rastlantılar sonucunda ilerler. Bu rastlantılar bulunan sonuca engel değilse, kanıtlanabilirliği yüksektir. (A10)
Yetersiz Açıklama	Evet. Bilim rastlantılar sonucu doğar. (A11) Evet kurulabilir. Bilim ve rastlantı arasında bağlantı kurulması gerekir. (A12)

Tablo 4 incelendiğinde genel olarak katılımcıların tümünün, rastlantı ve bilim arasında bağlantı olduğuna yönelik bir anlayışa sahip olduğu görülmektedir. Ancak kategoriler arasındaki ilişki incelendiğinde katılımcıların verdikleri cevapların biçimsel uygunluğu ile kavramsal uygunluğu arasında bir çelişki ortaya çıkmıştır. Örneğin biçimsel olarak yeterli farklı açıklamalarda bilimle rastlantı arasındaki ilişkinin kavramsal olarak uygun, kısmen uygun ve uygun olmayan şeklinde ifade edildiği görülmektedir. Başka bir ifade ile yeterli açıklama yapan katılımcıların açıklamalarındaki iddiaları ve bunları desteklemek için verdikleri örnekler literatür açısından pek uygun değildir. Örneğin yeterli bir açıklama yapan bir katılımcı ateşin bulunmasındaki rastlantıyı (A8) bilimsel bir sürecin parçası olarak ifade etmektedir (bilimin tanımlanmasına/doğasına ilişkin kavramsal hata). Başka bir yeterli açıklamada yer çekiminin rastlantı sonucu bulunduğu (A9) örneği verilmektedir (bilim tarihine ilişkin yanlış bilgi). Yine başka bir yeterli açıklamada taşın suyun üstünde kalması örnek verilmektedir (bilimsel kavramsal yanlış).

Diğer yandan bazı açıklamalarda rastlantı kavramına bilimsel süreç için haddinden fazla belirleyicilik ve gereklilik atfedilmektedir. Örneğin Tablo 4.'te görüldüğü üzere bir açıklamada bilimin rastlantılar sonucu doğduğu ifade edilmekteyken (A11) bir başkasında bilimin rastlantılar sonucu ilerlediği (A10) ifade edilmektedir.

SONUÇ VE TARTIŞMA

Bulgular ışığında çalışmadan elde edilen sonuçların iki anlama geldiği düşünülebilir. İlk olarak katılımcı fen bilimleri öğretmen adaylarının çok azı herhangi bir yönlendirme olmadığında (sadece “rastlantı” kavramına yönelik görüşleri alındığında) “rastlantı” kavramını bilim ile ilişkilendirmektedir. İkinci olarak ise öğretmen adaylarının tümünün bir yönlendirme ile (“bilim ve rastlantı” ilişkisine yönelik soru üzerinde) düşündüklerinde bilimle rastlantı arasında bir ilişki olduğunu kastetmelerine rağmen bir kısmının bu ilişkiyi yeterli düzeyde ve yeterli bir kavramsal bağlantı ile kuramadıkları, daha büyük bir kısmının ise biçimsel olarak yeterli açıklama yapmalarına rağmen ilişkiyi kavramsal açıdan uygun kuramadıkları görülmektedir.

Veriler incelendiğinde (Tablo 4) bu uygunsuzluğun nedeninin *bilim tarihine, bilimsel içerik bilgisine ve bilimin doğasına ilişkin kavramsal eksiklikleri* veya yanlışları olduğu söylenebilir. Bununla birlikte hem biçimsel hem de kavramsal olarak yeterli ve uygun açıklamalar ile rastlantı kavramını bilimle ilişkilendirenlerin olması, katılımcı grubun bilim tarihi ile ilgili ders almış olmaları ile açıklanabilir. Nitekim bilim tarihi gerçekten de rastlantının bilimde önemini göz önüne seren süreçlerin örneklerini içermektedir (Feyerabend, 1991).

Katılımcıların çok azının yönlendirme olmaksızın “rastlantı” kelimesini bilimle ilişkilendirmiş olması, rastlantı kelimesinin günlük yaşamda çok farklı kullanılmasından kaynaklanmış olabilir. Türkçede rastlantı kavramı dilimizde bilgiye, isteğe, kurala veya *belli bir sebebe dayanmaksızın oluveren karşılaşma, tesadüf...* biçiminde anlamlandırılmaktadır (Türk Dil Kurumu [TDK], 2020). Oysa bilimde asıl olan rastlantı ile karşılaşılan sürprizin bilimsel sürece katkı sunmasında temelde belli bir nedeni olduğu fikrini benimsemektir. Bu noktada Türkçe kavramların fen bilimleri derslerinde yaygın ve teknik anlam seviyelerinin farkındalığı ile kullanılması ve bu farkındalığın benimsenmesi gerekliliği akla gelmektedir.

Diğer yandan rastlantı kelimesinin bilimle ilişkisine yönelik açık bir soru sorulduğunda bu ilişkilendirme biçimsel olarak katılımcıların cevaplarında ortaya çıkmaktadır. Ancak bu durumda ilişkilendirmenin bilim tarihi, felsefesi ve bilimsel içerik açısından uygun olmayan; başka bir ifade ile bilimsel gerçekliğe uygun olmayan kurgularla, yanlışlarla yapılması ise fen eğitimi açısından önemli bir sorunu ortaya çıkarmaktadır. Bu durumda katılımcıların bir kısmında rastlantının bilimdeki gerçek fonksiyonuna ilişkin gelişmiş bir anlayışın olmadığı düşünülebilir. Bu noktada katılımcıların dış faktörlerden etkilenmiş olmaları olasıdır. Katılımcıların uygun olmayan bağlantılarda verdikleri örnekler düşünüldüğünde bu faktörlerin bilim tarihine ve bilimin sürecine ilişkin aformal kaynaklar olan bilim tarihi ile ilgili popüler bilim kitapları, belgeseller, biyografik filimler, internet ortamları gibi nedenlerin olması mümkündür. Nitekim bilim tarihi ile ilgili bu tür kaynakların fen öğretmenlerine bilimin doğası ile ilgili yanlış mesajlar verebildiği bilinmektedir (Sarıtaş, 2020; Zaidi, 2008). Yine bilimin sürecini bir şekilde ele alan bilim kurgu filmleri gibi kurgusal nitelikli aformal kaynaklar da etkili olmuş olabilir (Dhingra, 2003; Bixler, 2007). Bu noktada bilim hakkındaki mitlerin büyük bir nedeninin olağan sosyal yaşamdan alınan bilime ilişkin mesajlar ve bilgiler olduğu unutulmamalıdır (McComas, 1998).

Tüm bunlara rağmen, rastlantı kavramının bilimsel süreçteki gerçekliğe uygun olarak tanımlamanın en iyi yolu şüphesiz bilim tarihi ve felsefesidir. Bilim tarihi ve felsefesi bilimin doğasını ve niteliklerini anlamada fen eğitimi açısından önemli bir araç durumundadır (Matthews, 2012). Bu noktada derslerde gerçek bilim tarihinin entegre edilmesi ve tarihsel araştırmanın analiz yöntemlerine dayalı etkinliklere yer verilmesi değerli görünmektedir. Diğer yandan bilim eğitimcilerinin bilimsel yöntem anlayışları genellikle güncel bilim felsefesinin çok gerisinde kalmaktadır (Hodson, 1991). Bilim felsefesinde bilimsel bilginin elde edilme sürecinin rastlantı gibi bilim dışı olduğu düşünülen faktörlerden etkilenen esnek bir doğaya sahip olduğuna ilişkin etkin görüşler vardır (ör. Feyerabend, 1991). Ancak günümüzde artık bir mit olarak görülen tek bir evrensel (adım-adım ve belirli bir) bilimsel yöntem anlayışının güçlü olduğu ortamlardan birisi

fen eğitimi alanıdır (Hepburn ve Ardersen, 2021). Bu nedenle doğası gereği bilimsel süreç becerileri ve bilimsel yöntemlerin kullanımını gerektiren güncel birçok öğretim yaklaşımının (araştırma-sorgulamaya dayalı öğretim, proje tabanlı öğretim vb.) fen eğitiminde bilimin doğası açısından uygun kullanımı için rastlantı kavramının bilimsel süreçteki yerinin uygun bir şekilde öğrenciler ve öğretmen adaylarınca kavranması gereklidir. Bu noktada bilim felsefesinden faydalanılabilir. Ayrıca rastlantının bilimsel süreçteki durumu, bilimsel deneyim etkinlikleri ile de kavranabilir; çünkü rastlantı ve bilimsel süreç ilişkisine yönelik az sayıdaki çalışmada planlanmış etkinliklerin öğrencilerde rastlantı sürecini deneyimleme ve bunu bilimsel süreçte rasyonel hale getirmede etkili olduğunu göstermektedir (Giordano, 2010; Sawaizumi vd., 2007).

Sonuç olarak rastlantısal bilimin, bilimsel süreç ve bilimin doğası ile bağlantılı olduğu düşünülmektedir. Bu bağlantıyı ortaya çıkarmak için uluslararası alanda eğitimle doğrudan ilgili olmayan bazı çalışmalara rastlanmaktadır (e Cunha vd., 2010; Moss, 2001; Murayama vd., 2015; Ramakrishnan ve Grama, 1999). Fen eğitimi ile ilişkilendirilmiş benzer çalışmaların bilimin doğası bağlamında fen eğitimi literatüre ışık tutması mümkündür. Özellikle fen eğitiminde ulusal boyutta rastlantısal bilimin, bilim ve bilimin doğası ile etkileşimini ortaya koyacak çalışmalar mevcut olmadığından bu çalışmanın özgün olduğu değerlendirilen sonuçlarının bu noktada literatüre katkı sunması umulmaktadır.

KAYNAKLAR

- Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L. & Lederman, N. G. (1998). The nature of science and instructional practice: *Making the unnatural natural. Science education*, 82(4), 417-436.
- Aktamış, H. & Ergin, Ö. (2006). Fen eğitimi ve yaratıcılık. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20.

- Arfini, S., Bertolotti, T. & Magnani, L. (2018). The Antinomies of Serendipity How to Cognitively Frame Serendipity for Scientific Discoveries. *Topoi*, 1-10.
- Bell, R. L. (2009). Teaching the nature of science: Three critical questions. *Best Practices in Science Education*, 22, 1-6.
- Bixler, A. (2007). Teaching evolution with the aid of science fiction. *The American Biology Teacher*, 69(6), 337-340.
- Buchem, I. (2011). Serendipitous learning: Recognizing and fostering the potential of microblogging. *Form@ re-Open Journal per la formazione in rete*, 11(74), 7-16.
- Capano, G. (2008). Looking for serendipity: the problematical reform of government within Italy's Universities. *Higher education*, 55(4), 481-504.
- Cihaner, A. (2009). İletken ve Plastik Bukalemunlar, *İz Atılım Dergisi*, 5, 22-24.
- Clough, M. P. (1997). Strategies and activities for initiating and maintaining pressure on students' naive views concerning the nature of science. *Interchange*, 28(2), 191-204.
- Cohen, L., Manion, L. & Morrison, K. (2002). *Research methods in education*. Routledge.
- Çakatay, U. & Kayalı, R. (2006). Serbest radikal biyokimyasının tarihsel süreçteki gelişimi. *Cerrahpaşa Tıp Dergisi*, 37(4), 162-167.
- Dagher, Z. R. & Erduran, S. (2016). Reconceptualizing the nature of science for science education. *Science & Education*, 25(1-2), 147-164.
- Demirçeken, F., Dereli, E., Kuloğlu, Z., Kansu, A., Deda, G. & Girgin, N. (2003). Serum aminotransferaz aktivite yüksekliğinin asemptomatik müsküler distrofi tanısındaki önemi Olgu Sunumu. *Türk Pediatri Arşivi*, 38(3).

- Dew, N. (2009). Serendipity in entrepreneurship. *Organization studies*, 30(7), 735-753.
- Dhingra, K. (2003). Thinking about television science: How students understand the nature of science from different program genres. *Journal of research in science teaching*, 40(2), 234-256.
- e Cunha, M. P., Clegg, S. R. & Mendonça, S. (2010). On serendipity and organizing. *European Management Journal*, 28(5), 319-330.
- Elliältioğlu, B. (2006). Rastlantısallık, *Journal of istanbul Kültür University*, 4, 269-276.
- Erduran, S. & Dagher, Z. R. (2014). Scientific Knowledge, Practices and Other Family Categories. *Reconceptualizing the Nature of Science for Science Education*, 67-90.
- Erduran, S. & Dagher, Z. R. (2014). Reconceptualizing nature of science for science education. *In Reconceptualizing the nature of science for science education* (pp. 1-18). Springer, Dordrecht.
- Feyerabend, P. K. (1991). *Yönteme hayır*. (Çev. A. İnam). İstanbul: Ara Yayıncılık.
- Fine, G. A. & Deegan, J. G. (1996). Three principles of serendip: insight, chance, and discovery in qualitative research. *International Journal of Qualitative Studies in Education*, 9(4), 434-447.
- Fook, C. Y., Sidhu, G. K., Narasuman, S., Fong, L. L. & Rahman, S. B. A. (Eds.). (2015). *7th International Conference on University Learning and Teaching (InCULT 2014) Proceedings: Educate to Innovate*. Springer.
- Foster, A. & Ford, N. (2003). Serendipity and information seeking: an empirical study. *Journal of documentation*, 59(3), 321-340.
- Giordano, P. J. (2010). Serendipity in Teaching and Learning: The Importance of Critical Moments. *Journal on Excellence in College Teaching*, 21(3), 5-27.

- Gluckman, P. (2011). *Looking ahead: Science education in the 21st century: a report from the Prime Minister's Chief Science Advisor*. Retrieved from Office of the Prime Minister's Science Advisory Committee: <http://www.pmcsa.org.nz/wp-content/uploads/Looking-ahead-Science-education-for-the-twenty-first-century.pdf>.
- Hepburn, B. & Andersen, H. (2021). "Scientific Method", *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Summer 2021 Edition), Edward N. Zalta (ed.), URL = <https://plato.stanford.edu/archives/sum2021/entries/scientific-method/>.
- Hodson, D. (1991). Philosophy of science and science education. In M. Matthews (ed.), *History, Philosophy, and Science Teaching*, Toronto, ON: OISE Press, pp. 19-32.
- Hamann, E. T. (2005). Systemic high school reform in two states: The serendipity of state-level action. *The High School Journal*, 89(1), 1-17.
- Irzik, G. & Nola, R. (2011). A family resemblance approach to the nature of science for science education. *Science & Education*, 20(7), 591-607.
- Irzik, G. & Nola, R. (2014). New directions for nature of science research. In *International handbook of research in history, philosophy and science teaching* (pp. 999-1021). Springer, Dordrecht.
- Kahana, O. & Tal, T. (2014). Understanding of high-achieving science students on the nature of science. *International Journal of STEM Education*, 1(1), 1-13.
- Kaya, E. & Erduran, S. (2016). From FRA to RFN, or how the family resemblance approach can be transformed for science curriculum analysis on nature of science. *Science & Education*, 25(9-10), 1115-1133.

- Klopfer, L. E. (1969). The teaching of science and the history of science. *Journal of research in science teaching*, 6(1), 87-95.
- Kuhn, T. (1962). *The structure of scientific revolutions*. Chicago: Univ. Press, Chicago.
- Laszlo, P. (2014). Chemistry, Knowledge Through Actions. *HYLE–International Journal for Philosophy of Chemistry*, 20(4), 93-119.
- Lederman, N. G. (1992). Students' and teachers' conceptions of the nature of science: A review of the research. *Journal of research in science teaching*, 29(4), 331-359.
- Lloyd, B. (2010). Gender identities and education: Serendipity in social research. *Papers on social representations*, 19(1), 7-1.
- Matthews, M. R. (2012). Changing the focus: From nature of science (NOS) to features of science (FOS). In *Advances in nature of science research* (pp. 3-26). Springer, Dordrecht.
- McCay-Peet, L., Toms, E. G. & Kelloway, E. K. (2015). Examination of relationships among serendipity, the environment, and individual differences. *Information Processing & Management*, 51(4), 391-412.
- McComas, W. F. (1998). The principal elements of the nature of science: Dispelling the myths of science. In W. F. McComas (Ed.) *The Nature of Science in Science Education: Rationales and Strategies* (pp. 53-70). Kluwer (Springer) Academic Publishers.
- Merriam, S. B. (2013). *Nitel Araştırma*, (Çeviri Edit. Selahattin Turan.) Nobel Yayınları, Ankara.
- Merton, R. K. & Barber, E. (2011). *The travels and adventures of serendipity*. Princeton University Press.
- Mezirow J. (2009). *Transformative Learning Theory*. In J. Mezirow ve E.W. Taylor (eds.), *Transformative Learning in Practice: Insights from Community, Workplace, and Higher Education*, San Francisco, Jossey-Bass, pp. 18-33.

- Milli Eğitim Bakanlığı (2005). *İlköğretim Fen ve Teknoloji Dersi Öğretim Programı* (6, 7 ve 8. Sınıflar). Ankara: MEB Yayınevi.
- Milli Eğitim Bakanlığı (2013). *İlköğretim Kurumları (İlkokullar ve Ortaokullar) Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı* (3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar). Ankara: MEB Yayınevi.
- Milli Eğitim Bakanlığı (2018). *Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı* (İlkokul ve Ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar).
- Miles, M. B. & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis*. (2nd ed.). Thousand
- Moss, D. M. (2001). Examining student conceptions of the nature of science. *International Journal of Science Education*, 23(8), 771-790.
- Murayama, K., Nirei, M. & Shimizu, H. (2015). Management of science, serendipity, and research performance: Evidence from a survey of scientists in Japan and the US. *Research Policy*, 44(4), 862-873.
- National Research Council. (1996). *National science education standards*. National Academies Press.
- National Research Council (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. National Academies Press. New York, NY, US: Routledge/Taylor ve Francis Group.
- Okasha, S. (2016). *Philosophy of Science: Very Short Introduction*. Oxford University Press.
- Özcan, H. (2013). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının fen içeriği ile ilişkilendirilmiş bilimin doğası konusundaki pedagojik alan bilgilerinin gelişimi*. Yayımlanmamış Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Popescu, L. M. & Faussone-Pellegrini, M. S. (2010). Telocytes—a case of serendipity: the winding way from Interstitial Cells of Cajal (ICC), via Interstitial Cajal-Like Cells (ICLC) to Telocytes.

- Popper, K. (2005). *The logic of scientific discovery*. Routledge.
- Ramakrishnan, N. & Grama, A. Y. (1999). Data mining: From serendipity to science. *Computer*, 32(8), 34-37.
- Roberts, R. M. (1989). *Serendipity: Accidental discoveries in science* (p. 288). ISBN 0- 471-60203-5. Wiley-VCH, June 1989., 288.
- Robinson, A. (2013). *Bilim insanları bir keşif destanı*. İstanbul: Yapı Kredi yayınları.
- Roy, A. (2017). Story of superconductivity. *Resonance*, 22(5), 461-473.
- Rulev, A. Y. (2017). Serendipity or the art of making discoveries. *New Journal of Chemistry*, 41(11), 4262-4268.
- Saalfrank, R. W., Maid, H. & Scheurer, A. (2008). Supramolecular coordination chemistry: the synergistic effect of serendipity and rational design. *Angewandte Chemie International Edition*, 47(46), 8794-8824.
- Saritas, D. (2020). What messages a documentary and biographical film give about the nature of science to prospective science teachers? *International Journal of Progressive Education*, 16(2), 262-278.
- Sarıtaş, D. (2020). Fen bilimleri öğretmen adaylarının endüstriyel alanların ve mesleklerin kimya ile ilişkisine yönelik anlayışları. *Turkish Studies- Education*, 15(5), 3651-3667. <https://dx.doi.org/10.47423/TurkishStudies.44689>
- Sawaizumi, S., Katai, O., Kawakami, H. & Shiose, T. (2007). Using the concept of serendipity in education.
- Sönmez, V. (2009). *Bilimsel buluşları etkileyen etkenler*, DEUHYO ED, 1(1), 69-78.
- Strauss, A. & Corbin, J. (1998). *Basics of qualitative research techniques* (pp. 1-312). Thousand oaks, CA: Sage publications.
- TDK (2020). Rastlantı. <https://sozluk.gov.tr/> adresinden erişilmiştir.

- Tebes, J. K., Thai, N. D. & Matlin, S. L. (2014). Twenty-first century science as a relational process: From Eureka! to team science and a place for community psychology. *American Journal of Community Psychology*, 53(3-4), 475-490.
- Temel, F., Vaizoğlu, S. A. ve Güler, Ç. (2009). Teflon ve Sağlık Etkileri. *TAF Preventive Medicine Bulletin*, 8(3).
- Trilling, B. & Fadel, C. (2012). Tactics for success. *RSA Journal*, 158(5550), 10-15.
- Vedder-Weiss, D. (2017). Serendipitous science engagement: A family self-ethnography. *Journal of Research in Science Teaching*, 54(3), 350-378.
- Yıldırım, A. & Şimşek, H. (2013). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. 9. Genişletilmiş Baskı, Ankara: Seçkin Yayınevi.
- Yin, R. K. (2003). *Case study research: design and methods*, p. 181. Thousand Oaks, Calif.
- Zaidi, W. (2008). "Television. 'Einstein and Eddington' (BBC2) Saturday 22 November 2008, 9:10 pm." Viewpoint. *Newsletter of the British Society for the History of Science* (88): 11, February 2009.