

Karaaslan, K. G., Ay, Z. S. (2017). Öğretmen Adaylarının Olasılık Konusuna İlişkin Alan Bilgilerinin Kavramsal-İşlemsel Bilgi Kapsamında İncelenmesi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17(2), 716-736.

Geliş Tarihi: 23/08/2016

Kabul Tarihi: 08/05/2017

ÖĞRETMEN ADAYLARININ OLASILIK KONUSUNA İLİŞKİN ALAN BİLGİLERİNİN KAVRAMSAL-İŞLEMSEL BİLGİ KAPSAMINDA İNCELENMESİ*

Katibe Gizem KARAASLAN**
Zeynep Sonay AY***

ÖZET

Bu araştırmayla, öğretmen adaylarının olasılık konusuna ilişkin alan bilgilerinin kavramsal-ışlemsel bilgi kapsamında incelenmesi amaçlanmıştır. Durum çalışması olarak yapılandırılan bu araştırma, kritik durum örneklemesine göre seçilen dört ilköğretim matematik öğretmen adayı ile yürütülmüştür. Öğretmen adaylarının olasılık konusuna ilişkin bilgilerini ortaya çıkarmak için 6 sorudan oluşan soru formu uygulanmış ve klinik görüşmelerle bilgileri hakkında derinlemesine bilgi edinilmiştir. Veri analizi sonucunda öğretmen adaylarının olasılık konusuna ilişkin işlemsel bilgilere orta ve üst düzeyde sahip olmalarına rağmen kavramsal açıdan birçok eksikleri olduğu, işlemsel olarak cevap verdikleri soruları neden o şekilde çözdüklerini açıklayamadıkları görülmüştür. Öğretmen adaylarının kavramsal-ışlemsel bilgilerinin çok da dengeli olmadığı, kavramsal bilgilerin işlemsel bilgilere göre daha yetersiz olduğu belirlenmiştir. Araştırma sonucunda lisans seviyesinde verilen derslerde olasılık konusuna ilişkin işlemsel bilgi yanında kavramsal bilginin de geliştirilmesini hedefleyen içeriklerin geliştirilmesi önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: öğretmen adayı, olasılık, işlemsel bilgi, kavramsal bilgi

EXAMINATION OF PRE-SERVICE TEACHERS' SUBJECT MATTER KNOWLEDGE OF PROBABILITY WITHIN THE SCOPE OF CONCEPTUAL-PROCEDURAL KNOWLEDGE

ABSTRACT

The aim of this study is to investigate pre-service teachers' subject matter knowledge of probability, within the scope of conceptual and procedural knowledge. This case study, was carried out with four pre-service primary school mathematics teachers selected according to the critical case sample. To determine the pre-service teachers' knowledge of probability, firstly they were requested to answer the question form composed of six questions. After this process, obtaining in-depth information about their knowledge of the basic topics of probability was aimed with clinical interviews. As a result of the data analysis, it was seen that although the pre-service teachers had moderate and high level of procedural knowledge about probability, there were many deficiencies in the conceptual aspect and they could not explain why they solved the questions that they responded procedurally. Besides, it has been determined that pre-service teachers conceptual-procedural knowledge were not very balanced, and their conceptual knowledge was less adequate than their procedural knowledge. Research findings suggested that contents in undergraduate probability courses may include conceptual knowledge along with procedurel knowledge.

Keywords: pre-service teachers, probability, procedural knowledge, conceptual knowledge

* Bu çalışma XI. UFBMEK'te sözel bildiri olarak sunulmuştur.

** Arş. Gör., Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü/Matematik Eğitimi Anabilim Dalı, kgizemyig@mehmetakif.edu.tr

***Yrd. Doç. Dr., Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü/Matematik Eğitimi Anabilim Dalı, zsp@hacettepe.edu.tr

1.GİRİŞ

Öğretmenin sahip olduğu bilginin incelenmesi ile ilgili çalışmalar alanyazında oldukça önemli bir yere sahiptir (Ball, Thames & Phelps, 2008; Shulman, 1986). Birçok araştırmada öğretmenin niteliği ile matematik öğretiminin kalitesi ve öğrenci başarısının yakından ilişkili olduğu belirlenmiş (Fennema & Franke, 1992; Hill, Rowan & Ball, 2005; Ma, 1999), buna dayanarak öğretmenlerin matematik bilgisinin çeşitli mesleki gelişim kurslarıyla desteklenmesinin öğrenci başarısını arttıracakı belirtilmiştir (Hill vd. 2005).

Öğretmenlerin sahip olması gereken yeterliklerin anlaşılmasına çalışılması özellikle öğretmen yetiştiren eğitim fakültelerinde verilen eğitimin nasıl olması gerektiğiyle ilgili bilgilerde vermektedir (Baştürk & Dönmez, 2011). Dolayısıyla öğretmen bilgisinin incelenmesi konusu güncelliğini hala sürdürmektedir (Özgen, Narlı & Alkan, 2013).

Öğretmen bilgisi, alan yazında farklı araştırmacılar tarafından farklı şekillerde kategorize edilmiştir (örn; Grossman, 1990; Fennema & Franke, 1992 vb.). Öğretmen bilgisine yönelik bu sınıflamalarda ortak olan bazı bilgi türleri bulunmaktadır. “Konu alan bilgisi” Shulman (1986), Grossman (1990), Fennema ve Franke (1992) gibi farklı araştırmacıların sınıflamalarında yer almaktadır.

Konu alan bilgisi, belirli bir konu, konunun altında yatan ilkeler, kavramlar ve bu ilkeler ve kavramlar arasındaki ilişkiler hakkındaki bilgidir (Shulman, 1986). Sağlam bir matematik bilgisi matematiksel konuları anlamayı, prosedürleri ve kavramları bilmeyi ve konular, kavramlar ve prosedürler arasında ilişki kurmayı kapsar (Ball, 1988). Sağlam bir konu alan bilgisi öğretimin kalitesini ve öğrenci başarısını arttırmaktadır (Ball vd., 2008; Ma, 1999).

İşlem ve kavramların ayrımı matematiksel bilgi edinmede önemli bir rol oynamaktadır. (Hiebert & Lefevre, 1986). Literatürde farklı araştırmacılar tarafından farklı şekillerde ayrımı yapılmış olan matematiksel bilgi (Piaget, 1978; Tulving, 1983, Akt. Hiebert & Lefevre, 1986); en genel anlamda kavramsal bilgi ve işlemsel bilgi olarak ayrılmaktadır (Olkun & Toluk-Uçar, 2012). Bu ayrım tüm matematiksel bilgiler için doğru olmayabilir. Nitekim, Hiebert ve Lefevre, (1986) bazı bilgilerin hem kavramsal hem de işlemsel olarak tanımlanabileceğini, kavramsal ve işlemsel bilgi olmak üzere yapılan bu ayrımın öğrenme sürecini yorumlamak, öğrencilerin başarısını daha iyi anlamak için yardımcı olacağını belirtmişlerdir.

Van de Walle, Karp ve Bay-Williams’ a (2012) göre matematikte işlem bilgisi, işlemleri yaparken kullanılan kurallar ve sembollere ilişkin bilgiyken kavramsal bilgi konuya ve kavramlara dair temel fikirler, bu kavramlar arasındaki ilişkilere dair bilgilerdir. Kavramsal anlamadan yoksun olarak yapılan öğretimin hatalara ve matematiğin sevilmemesine yol açtığı belirtilmektedir (Van de Walle vd., 2012). Kavram bilgisi kavramın tanımını bilmekten öte kavramlar arasındaki geçişleri sağlayabilmeyi, eski bilgileri ile yeni bilgiyi ilişkilendirip anlamlı bir hale getirebilmeyi içerir (Baki & Kartal, 2004). Kavramsal bilgi, bilgiler arası ilişkiler yönünden zengin olup işlemsel bilgi sembol, matematiksel dil kullanımı, algoritma, kurallar, problem çözmek için prosedür bilgisi olarak tanımlanmaktadır (Hiebert & Lefevre, 1986).

Shulman’ a (1986) göre bir öğretmenin sahip olması gereken alan bilgisi yalnızca bir şeyin öyle olduğunu anlamakla sınırlı değildir. Bir öğretmen bundan daha öte bir bilgiye

sahip olmalı, neden öyle olduğunu, altında yatan sebepleri bilmelidir. Benzer şekilde Ball (1988) da öğretmenlerin işlem ve kavramlar hakkındaki bilgilerinin doğru olmasının yanında bu bilgiler arasındaki ilişkileri ve altında yatan nedenleri bilmeleri gerektiğini belirtmiştir. Alanyazındaki çalışmalara işlemsel ve kavramsal bilgi açısından baktığımızda, iyi bir alan bilgisi için her iki tür bilgiye de sahip olunması gerektiği anlamı çıkarılabilir.

Kavramsal ve işlemsel bilgi arasında ilişki kurmak veya bu bilgileri dengelemek matematiği anlamak için oldukça önemli olup bu alanda farklı matematik konuları yapılan birçok çalışma bulunmaktadır (Birgin & Gürbüz, 2009; Soylu & Aydın, 2006; Toluk-Uçar, 2011). Öğretmen adaylarıyla ve öğretmenlerle yapılmış çalışmalar incelendiğinde, öğretmen adaylarının genelde kural ve yöntemleri, bunların ne şekilde uygulanacağını bildikleri ancak bunların anlamlarını ve sebeplerini bilmedikleri görülmüştür (Toluk-Uçar, 2011). Farklı matematik konularına yönelik yapılan çalışmalarda işlemsel bilginin kalıcı olmadığı ifade edilmiş, işlemsel ve kavramsal bilginin dengelenmeyip, işlemsel bilginin daha ön planda olduğu belirtilmiştir (Birgin & Gürbüz, 2009; Soylu & Aydın, 2006).

Konu alan bilgisini ele alan çalışmalar incelendiğinde ise, öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının konu alanlarına yönelik kavramsal bilgilerinin yeterli olmadığı görülmektedir (Ball, 1988, 1990; Even, 1990). Oysaki öğretmenin matematiğe yönelik kavramsal anlamasının iyi olmasının öğretime olumlu etkileri bulunmaktadır ve bu bilgi işlemsel kurallar kadar önemlidir (Fennema & Franke, 1992).

Bu araştırmada öğretmen adaylarının olasılık konusuna ilişki alan bilgileri işlemsel ve kavramsal bilgi açısından incelenmiştir. Olasılıkla ilgili konular günlük yaşamda sıkça başvurduğumuz hava durumu tahminlerinden tıp alanına kadar her alanda kullanılmaktadır (Van de Walle vd., 2012). Bir olayın gerçekleşme ihtimalinin bir ölçüsü olan olasılık (Van de Walle vd., 2012), belirsizlik durumlarında başvurduğumuz bir alandır (Kazak, 2009). Ortaokul öğretim programında olasılık konularına 8. sınıfta yer verilmektedir ve bu seviyede “öğrencilerin bir olaya ait olası durumları ve farklı olasılıklara sahip olayları belirlemeleri, eş olasılıklı olayları incelemeleri ve basit olayların olma olasılıklarını hesaplamaları” (MEB, 2013, s. XIII) kazanımları yer almaktadır.

Alan yazın incelendiğinde olasılık konusunun öğrencilerin oldukça zorlandıkları bir konu olduğu görülmektedir (Kazak, 2009). Öğrencilerin olasılık konusunda zorlanmaların birçok sebebi bulunmakta olup bunlardan bazıları olasılık konusuna ilişkin kavram yanılgıları (Kazak, 2009), uygun öğretim materyalinin eksikliği (Gürbüz, 2006; 2007), konuyu anlatacak öğretmenlerin yeterli bilgiye sahip olmamalarıdır (Bulut, 2001; Bulut, Yetkin & Kazak, 2002). Öğrencileri yetiştirecek geleceğin öğretmenlerinin işlemsel kavramsal bilgilerinin dengeli olması ve öğrencilerinin kavramsal öğrenmelerini destekleyici bir öğretim sunmaları, öğrencilerin kavram yanılgılarını önlemede veya konuya ilişkin zorlukları gidermede önemli bir adım olarak görülebilir. Ata-Baran ve Yenilmez (2014), olasılık konusundaki zorlukların giderilmesinin öğretmenlerin alan bilgilerine bağlı olduğunu, öğretmenlerin olasılık konusunun kavramsal ve işlemsel yönleriyle olasılığa dayalı düşünmenin getireceği faydaları bilmeleri gerektiğini belirtmişlerdir. Bu araştırmada ilköğretim matematik öğretmen adaylarının olasılık konusuna ilişkin alan bilgilerine genel anlamda bakılmamış, işlemsel ve kavramsal

bilginin dengeli olmasının önemi göz önünde bulundurularak öğretmen adaylarının alan bilgilerinin işlemsel-kavramsal bilgi bağlamında ele alınması amaçlanmıştır.

Bu amaç doğrultusunda, “öğretmen adaylarının olasılık konusuna yönelik kavramsal ve işlemsel bilgileri nasıldır” araştırma problemine cevap aranmıştır. Araştırmanın alt problemleri aşağıda verildiği gibi belirlenmiştir.

- 1- Öğretmen adaylarının deney, örnek uzay, çıktı konuları ve basit olayların olasılık hesaplamalarına yönelik işlemsel-kavramsal bilgileri nasıldır?
- 2- Öğretmen adaylarının deneysel ve teorik olasılık konusuna yönelik işlemsel-kavramsal bilgileri nasıldır?
- 3- Öğretmen adaylarının birleşik olayların olasılık hesaplamalarına yönelik işlemsel- kavramsal bilgileri nasıldır?

2. YÖNTEM

Bu çalışmada öğretmen adaylarının olasılık konusuna ilişkin alan bilgileri işlemsel ve kavramsal bilgi temelinde detaylıca ele alınması amaçlanmıştır. Öğretmen adaylarının kavramsal ve işlemsel bilgi düzeylerinin nasıl olduğu ve bilgiler arasındaki ilişkiler, onları kontrol etmeden açıkça ortaya koyulmak istenmiştir. Bunun için öğretmen adaylarına nasıl ve neden soruları sorularak cevaplarının altında neler yattığıyla ilgili derinlemesine bilgi edinmek istenmiştir. Dolayısıyla araştırmacının nasıl ve neden sorularına cevap aradığı, kontrol edemediği bir durumu ayrıntılı ele almasına imkân veren nitel durum çalışması, bu araştırmanın yöntemi olarak benimsenmiştir (Yıldırım & Şimşek, 2008).

2.1. Çalışma Grubu

Bu çalışmada amaçlı örnekleme yaklaşımlarından kritik durum örnekleme tercih edilmiştir. Katılımcı olarak belirlenen ilköğretim matematik öğretmen adayları, temel olasılık konularının öğretilmesi için gerekli olduğu düşünülen Kavram Yanılgıları, Özel Öğretim Yöntemleri I ve II, İstatistik ve Olasılık I derslerini almış ve tüm dersleri en az BA notu ile tamamlamış öğretmen adayları arasından seçilmiştir. Öğrencilerin bu dersi almış olmalarının tercih edilme sebebi ise şöyle açıklanabilir. Öğrenciler İstatistik ve Olasılık I dersinde, temel olasılık kavramlarını öğrenmişlerdir ve verilerin toplandığı süreçte İstatistik ve Olasılık II dersini almaya devam ettiklerinden bu konulara ilişkin bilgilerinin aktif olarak kullandıkları düşünülmektedir. Kavram yanılgıları dersinde öğrenciler olasılık konusu da dâhil olmak üzere tüm öğrenme alanlarına yönelik kavram yanılgılarını görmüşler, özel öğretim yöntemleri dersinde ise olasılık ve istatistik öğrenme alanına yönelik etkinlik örneklerini görmüşlerdir. İstatistik ve Olasılık I dersine ilişkin ders geçme notları BA olan ve hala İstatistik ve Olasılık II dersini almaya devam eden 4 öğretmen adayı katılımcı olarak seçilmiştir. Araştırmada katılımcılar ÖA1, ÖA2, ÖA3 ve ÖA4 olarak ifade edilmiştir. Öğretmen adaylarının bahsedilen dersleri geçme notu en az BA olan öğrenciler arasından seçilmesinin nedeni, bu derse ilişkin başarılarının iyi derecede olduğu kabul edilen öğrencilerin işlemsel-kavramsal bilgilerinin nasıl yapılandırıldığına ortaya koyulmasını sağlamaktır. Daha başarılı öğretmen adaylarından daha zengin veri elde edilebileceği düşünüldüğünden bu araştırmayla, olasılık konusuna ilişkin başarı düzeyleri iyi olduğu bilinen öğretmen adaylarının kavramsal ve işlemsel bilgisi ortaya koyulmaya çalışılmıştır.

2.2. Veri Toplama Araçları ve Veri Toplama Süreci

Olasılık, ülkemizde ortaokul, lise ve lisans seviyesinde ele alınan geniş kapsamlı bir matematik konusudur. Bu araştırmada olasılık konularından deney, çıktı, olay, örnek (örneklem) uzay, basit olayların olma olasılıkları, deneysel ve teorik olasılık, birleşik olayların olma olasılıkları ele alınmıştır. Öğretmen adaylarının bu konulara ilişkin kavramsal-işlemsel bilgilerinin ortaya çıkarmak için 6 sorudan oluşan bir form hazırlanmıştır. Bu form ve soruların alındığı kaynaklar Ek-1’de sunulmuştur. Sorular çeşitli kaynaklardan yararlanılarak (Baykul, 2009; Bulut, 2001; MEB, 2005, TIMSS & PIRLS International Study Center, 2007) oluşturulmuş, bazı sorular aynen alınmış, bazılarında ise uyarlamalar yapılmıştır. Oluşturulan soru formu hakkında 3 matematik eğitimcisiinden uzman görüşü alınarak, soru formunun araştırmanın amacına uygunluğu sağlanmıştır. Kavramsal ve işlemsel bilgi ayrımını yapmak her zaman çok kolay olmamaktadır. Hiebert ve Lefevre’nin (1986) de belirttiği gibi bazı bilgiler hem işlemsel hem de kavramsal nitelikte olabilir. Bu bakımdan soruların hangi bilgiyi ölçtüğünü belirlemek de kolay olmamaktadır. Literatürde benzer bir çalışma gerçekleştiren Kartal ve Baki’nin (2006) kavramsal ve işlemsel bilgi tanımlarından yararlanarak işlemsel ve kavramsal bilgiyi karakterize eden nitelikleri belirlediği ve soruları bu kriterlerden faydalanarak değerlendirdikleri görülmektedir. Bu çalışmada da özellikle olasılık soruları bağlamında kavramsal ve işlemsel bilgiyi karakterize eden nitelikler literatürden faydalanarak (Baki & Kartal, 2004; Hiebert & Lefevre, 1986) aşağıdaki gibi belirlenmiştir. Bu çalışma kapsamında verilen cevaplarda gerekli olan ve kullanılan bilgi türü belirlenirken temel alınan özellikler Tablo 1’de ifade edilmiştir.

Tablo 1.
Bilgi Türünü Karakterize Eden Özellikler

Bilgi Türü	Bilgi Türünü Karakterize Eden Özellikler
İşlemsel bilgiyi karakterize eden özellikler	Önceden öğrenilen matematik bilgilerini (teorem, tanım, özellik) bilgi düzeyinde kullanabilme (Baki & Kartal, 2004) İlgili formal dili, algoritmaları ve kuralları bilme (Hiebert & Lefevre, 1986) İşlemleri adım adım yapma (Baki & Kartal, 2004; Hiebert & Lefevre, 1986)
Kavramsal bilgiyi karakterize eden özellikler	Konuyla ilgili temel kavramları ve bu kavramların anlamını bilme (Baki & Kartal, 2004) Önceden öğrenilen matematik bilgilerini (tanım, önerme ve teorem) kavrama veya uygulama düzeyinde kullanma (Baki & Kartal, 2004) Soruyu bir bütün olarak algılayarak verilen ipuçlarını yerinde ve doğru bir şekilde değerlendirme (Baki & Kartal, 2004)

Soruların çözülmesi için bilinmesi gereken olasılık konuları ve soruların çözümünde ağırlıklı olan bilgi türü Tablo 2’de verilmiştir. Ancak unutmamak gerekir ki bazı bilgiler hem kavramsal hem de işlemsel olabilir (Hiebert & Lefevre, 1986) ve bu araştırmadaki sorular aslında işlemsel ve kavramsal bilgi türlerinin her ikisini de de kullanmayı gerektirebilmektedir. Bu nedenle soruları sınıflarken ağırlıklı olarak gereken bilgi türü

ifadesi kullanılmıştır. Gerçekleştirilen bu sınıflama hakkında 3 matematik eğitimcisinden uzman görüşü alınmış ve uzmanlar arası görüş birliği sağlanmıştır.

Tablo 2.
Sorularda Yer alan Olasılık konuları ve Soruların Gerekthirdiđi Bilgi Türleri

Soru Numarası	Olasılık Konuları	Soruya Doğru Cevap Vermek İçin Ağırlıklı Olarak Gereken Bilgi Türü
1a	Deney, Örnek Uzay, Çıktı	Kavramsal Bilgi
1b/c	Basit Olasılık Hesabı	İşlemsel Bilgi
2	Olay, Örnek Uzay, Çıktı	Kavramsal Bilgi
3	Deney, Örnek Uzay, Çıktı, Basit Olasılık Hesabı	Kavramsal Bilgi
4a	Olasılık Hesabı	İşlemsel Bilgi
4b/c	Deneyssel ve Teorik Olasılık	Kavramsal Bilgi
5a/b/c	Olasılık Hesabı	İşlemsel Bilgi
6	Olasılık Hesabı	İşlemsel Bilgi

Öğretmen adaylarının soruları nasıl çözdüğünü, nasıl düşündüğünü, olasılığa ilişkin bilgileri kavramsal ve işlemsel bilgi anlamında nasıl yapılandırdığını daha iyi belirlemek için öğrencilerle klinik görüşmeler yapılmıştır. Klinik görüşmeler öğrencilerin düşüncelerindeki zenginliği keşfetmek ve öğrencilerin matematiksel davranışlarını gözlemleyerek, onların anlamalarını ve bilişsel süreçleriyle ilgili sonuç çıkarma amacıyla kullanılmaktadır (Goldin, 1998, Akt: Karataş & Güven, 2003). Bu yöntemle hatalar derinlemesine incelenebilir (Baki, Karataş & Güven, 2002). Görüşmeler sonucunda, bir soruyu işlemsel olarak doğru çözen öğretmen adayının sadece işlemsel bilgisi hakkında değil, kavramsal bilgi hakkında da veri elde edilmiştir.

Görüşmeler sırasında öğretmen adaylarının sesli düşünceleri istenmiştir ve görüşmeler kayıt altına alınmıştır. Sesli düşünme yöntemi düşünme süreçlerini ve adımlarını sözel olarak ifade etmeyi içermektedir. Bu yöntemin temel amacı etkinlik esnasında meydana gelen zihinsel işlemleri süreç ve düşünceleri ortaya çıkarmaktır (Güneş, 2012). Bu çalışmada da öğretmen adaylarının soruları çözüm süreçlerindeki ayrıntılara odaklanmak için, soruları nasıl çözdüğünü ve nasıl düşündüğünü ortaya koyacak şekilde sesli düşünceleri istenmiştir. Öğretmen adaylarının kavramsal ve işlemsel bilgilerini detaylandırmak için çeşitli sorular sorulmuştur. Bu sorular “Nasıl? Neden? Nasıl yaptığını açıklar mısın? Neden böyle yaptığını açıklar mısın?” gibi öğretmen adaylarının bilgilerini detaylı şekilde ortaya koymalarını sağlayan sorulardır.

Öğretmen adaylarıyla yapılan görüşmelerin en kısa olanı yaklaşık 24 dakika, en uzun olanı ise yaklaşık 34 dakika sürmüştür. Bu süre içinde katılımcıların verdikleri cevaplardan emin olmalarını sağlamak için istedikleri zaman önceki sorulara tekrar bakmalarına fırsat verilmiştir.

2.3. Verilerin Analizi

Öğretmen adaylarının soru çözümleri ve sorular hakkında yapılan görüşmelerden elde edilen veriler betimsel analiz yöntemiyle çözümlenmiştir. Betimsel analiz yaklaşımında, veriler önceden belirlenmiş temalara göre düzenlenip yorumlanır. Bu analizin asıl amacı okuyucuya özetlenmiş, düzenlenmiş ve yorumlanmış bulguları sistematik bir şekilde sunmaktır (Yıldırım & Şimşek, 2008). Bu çalışmada araştırma da elde edilen veriler araştırma problemlerinde yer alan olasılık konuları doğrultusunda üç başlık altında incelenmiştir. Bunların ilki; temel deney, örnek uzay, çıktı ve bunların basit hesaplamaları konularını içermektedir. Bu kavramlar birbirinden ayrı düşünülemeyeceğinden birlikte analiz edilmiştir. İkinci kısım deneysel ve teorik olasılık kavramlarını içermektedir. Son kısımda ise olasılık hesaplamalarına yönelik analizler yer almaktadır.

2.4. Araştırmanın Geçerlik ve Güvenirliği

Araştırmada kullanılan soru formunu oluşturmak için Baykul (2009), Bulut (2001), MEB (2005) ve TIMSS & PIRLS International Study Center (2007)'dan yararlanılmıştır. Soruların amaca uygunluğu için uzman görüşüne başvurulmuştur. Verilerin ayrıntılı olarak raporlaştırılması, sonuçlara nasıl ulaşıldığının açıklanması geçerlik, araştırmada kullanılan stratejilere detaylıca yer verilerek diğer araştırmacıların benzer araştırmalarda bu stratejileri kullanmalarına imkân verilmesi de güvenilirlik için alınabilecek önlemler arasındadır (Yıldırım & Şimşek, 2008). Bu çalışmada geçerlik ve güvenirlüğün sağlanması için seçilen katılımcıların özellikleri, veri toplama aracının oluşturulması ve veri toplama süreci ayrıntılı olarak verilmiştir. Araştırmada kullanılan soru formu ekte verilmiş olup, soruların nerelerden alındığı veya uyarlandığı ifade edilmiştir. Bunun yanında öğretmen adaylarının cevapları doğrudan alıntılarla ifade edilmiştir.

3. BULGULAR

Araştırmadan elde edilen bulgular, araştırma problemleri çerçevesinde sunulmuştur.

3.1. “Öğretmen adaylarının deney, örnek uzay, çıktı konuları ve basit olasılık hesaplamalarına yönelik işlemsel-kavramsal bilgileri nasıldır?”

Deney, örnek uzay, çıktı kavramlarının bilinmesini ve bu kavramların bilinmesini gerektiren basit olasılık hesaplarını içeren sorular 1a, 1b, 1c, 2. 3. ve 6. sorulardır. Bu bölümde öncelikle daha derinlemesine bilgi vereceği düşünülen 1. soru ayrıntılı olarak ele alınmıştır.

1.sorunun a seçeneği deney, çıktı, örnek uzay kavramlarının bilinmesini gerektirmekte, b ve c seçeneği ise olasılık hesaplamayı gerektirmektedir. Sorunun a seçeneği kavramsal bilgi ağırlıklı olup, b ve c seçenekleri ise ağırlıklı olarak işlemsel bilgiyle çözülebilecek sorulardır. A seçeneğinde bir deneyde mümkün olan çıktı yani sonuç sayısının bulunması istenmiştir. Ancak soruda aynı harfin yazılı olduğu kâğıtların bulunması öğrencilerin zorlandıkları bir durumdur. Öğretmen adaylarından ÖA1 ve ÖA2 önce “*aynı harfin alınmayacağını*” söyleyerek sonucun 6 olduğunu belirtmişlerdir.

ÖA3 ise doğrudan harfleri sayarak “8” doğru cevabını vermiş, ÖA4 ise, ÖA1 ve ÖA2 gibi, farklı olan sonuçlara odaklanarak “6” cevabını vermiştir. Ancak sorunun b ve c kısmına geçince ÖA1 ve ÖA2 a seçeneğine ilk verdikleri cevaplardan kuşku duymuşlar

ve doğru yanıtı vermişlerdir. Burada öğretmen adaylarından ÖA1, ÖA2 ve ÖA4'ün evrensel küme ve örnek uzay kavramlarına ilişkin ayrımı tam yapamadıkları görülmektedir. ÖA1'in 1. soruya ilişkin açıklamaları aşağıda verilmiştir.

ÖA1: Önce kaç tane harf olduğuna bakarım. O, L, A, S, I, K. 2 tane olanları yazmadım. 6 harf var o zaman 6 kağıt olması gerekiyor. O zaman cevap 6.

Araştırmacı: Neden aynı olanları 2 defa yazmadın?

ÖA1: Aynı olduğu için yazmadım, sonuçta aynı şeyi çekeceğim için.

(b seçeneğindeki soruya baktıktan sonra)

ÖA1: Toplam 8... Ama burada (a seçeneği için) yanlış yaptım galiba 2 defa yazmam gerekiyordu. Tek olarak düşündüğümde... Hepsini yazdığımda 8 tane harf var. O harfinin çekilme olasılığını 1/8 olarak yazarım. L harfinin çekilme olasılığı 2/8.

Araştırmacı: İlk başta 2 aynı olanı yazmam diyordun, şimdi yazmam gerekir diyorsun.

ÖA1: Aynı şey yazmış olacağım, aynı şeyi çekmiş olacağım. O zaman 6 ya evet 6. Bilmiyorum.... 8 ya 8 iki defa yazarız. Eminim.

Öğretmen adaylarının “çıktı” kavramının ne olduğunu bilmeyi gerektiren yani kavramsal bilgi gerektiren a seçeneğinde zorlandıkları, cevaplarından emin olmadıkları ve açıklayamadıkları görülmüştür. Bütün öğretmen adaylarının işlemsel bilgilerini kullanmayı gerektiren b ve c seçeneğinde zorlanmadan ve hızlı bir şekilde doğru cevap verdikleri gözlenmiştir. Sonuç olarak 1. sorunun b ve c seçeneğini tüm öğretmen adayları doğru cevaplamış, a seçeneğini ise sadece ÖA4 yanlış cevaplamıştır. Her ne kadar öğretmen adaylarından ÖA1 ve ÖA2 de b ve c seçeneğinden sonra a seçeneğini doğru olarak cevaplamışlarsa da kavramsal bilgilerindeki eksiklik göze çarpmaktadır, kavramlara veya tanımlara dayanan herhangi bir açıklama yapılamamıştır.

ÖA1'e “çıktı”nın ne olduğu sorulmuş ve “sonuç” cevabı alınmıştır. Ancak öğretmen adayının soru çözümlerine ilişkin açıklamalarına bakıldığında basit olasılıkları hesaplarken örnek uzaydaki eleman sayısını doğru olarak hesaplasa da örnek uzay ve çıktıya ilişkin kavramsal bilgisinin yeterli olmadığı görülmektedir. Benzer açıklamalar ÖA2 tarafından da yapılmış, cevabını kavramsal olarak açıklayamamıştır.

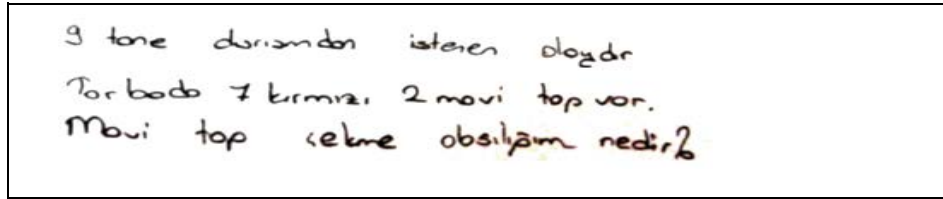
Soruyu doğru olarak cevaplayan ÖA3 de “çıktıyı” “sonuç” olarak tanımlamıştır. ÖA3 de diğer öğretmen adayları gibi örnek uzay kavramını açıklayamamıştır, “neden cevabın 8” diye sorulduğunda ise yalnızca “hepsini yazarız, öyle hatırlıyorum” cevabını vermiştir. ÖA3'ün de soruyu işlemsel doğru olarak cevaplamasına rağmen kavramsal herhangi bir açıklama yapamaması göze çarpmaktadır.

Soru 2'de ise yine katılımcıların çıktı kavramını bilmesini gerektirmektedir. ÖA4 soruyu şüphe etmeden doğru şekilde cevaplamıştır. Soruda “... bu olayın kaç çıktısı vardır?” ifadesi yer alsaydı da öğretmen adaylarından ÖA1, ÖA2 ve ÖA3 ilk etapta soruya olasılık değerini hesaplayarak cevap vermişlerdir. Öğretmen adaylarının soruyu doğru anlamalarını sağlamak için, soruyu tekrar okumaları istenmiş ve öğretmen adaylarının çıktının ne olduğunu bildikleri halde bir an için olasılık değeriyle karıştırmış olma ihtimalleri düşünülerek “bulduğun şey ne?” diye sorularak buldukları sonucun olasılık değeri olduğu fark ettirilmeye çalışılmıştır. Örneğin ÖA2 önce olasılık değerini hesaplamış, bulduğu sonucun ne olduğu sorulduğunda ise aşağıdaki cevabı vermiştir.

ÖA2: Çıktısı vardır derken olasılığını istiyor değil mi...

Daha sonra düşünüp ÖA2 “çıktının” “sonuç” olduğuna karar verip doğru cevaba ulaşmıştır. Sonuç olarak tüm öğretmen adaylarının 2. soruya doğru cevap verdikleri görülmüştür ancak öğretmen adaylarının “çıktı” kavramına ilişkin kavramsal anlamalarının yeterli olmadığı bu soruya verdikleri cevapla bir kez daha anlaşılmıştır.

Soru 3’te, verilen bir olasılık değeri üzerinde pay ve paydanın ne anlama geldiği sorulmuştur. Bu soruya tüm öğretmen adayları örnek bir soru oluşturarak cevap vermişlerdir. Bu durum öğretmen adaylarının işlemsel bilgilerinin baskın olduğunu düşündürmüştür. Çünkü öğretmen adaylarının açıklamaları aslında işlemsel olarak, soru 3’te yer alan olasılık değerini veren kalıplaşmış bir örnek oluşturmayı içermektedir ve tamamı doğru bir örnek oluşturabilmişlerdir. Öğretmen adaylarının oluşturdukları örnekler kitaplarda bulunan sorulara ve daha önceden çözmüş oldukları sorulara benzeyen sorular olup, öğretmen adaylarının bu soruları ezbere dayalı olarak yazdıkları gözlenmiştir. Ancak hiçbir öğretmen adayı pay ve paydanın anlamını olasılık kavramlarıyla açıklayamamıştır. ÖA1’in cevabı aşağıda Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1. ÖA1’in 3. soruya verdiği cevap

Öğretmen adaylarından pay ve paydayı açıklamaları istendiğinde ise ortak olarak “istenen durum/tüm durum” cevabı alınmıştır. Ancak olasılık kavramlarıyla açıklamaları istendiğinde hatırlayamadıklarını veya bilmediklerini söylemişlerdir. Öğretmen adaylarının bilmelerine rağmen hatırlayamamaları durumu olabileceği göz önünde bulundurularak daha açık olarak “örnek uzay” kavramıyla soruyu açıklamaları istenmiş ancak cevap alınamamıştır. Örneğin ÖA4 ile araştırmacı arasında aşağıdaki konuşma geçmiştir:

Araştırmacı: Örnek uzay, deney, çıktı kavramlarını hatırlıyor musun?

ÖA4: Örnek uzay diye bir şey hatırlıyorum ama ne olduğunu hatırlamıyorum.

Öğretmen adaylarının tamamı basit bir olayın olma olasılığının hesaplamasını içeren 6. soruyu doğru cevaplamışlardır. Bu soru diğerlerinden farklı olarak olasılık değerini verilen orana eşitleyerek bulmayı gerektirmektedir. Öğretmen adayları bu soruda isteneni kavramsal olarak anlayıp istenen değere eşitleyerek işlemsel olarak da çözebilmişlerdir. ÖA2’nin çözümü Şekil 2’de verilmiştir.

Şekil 2. ÖA2’nin 6. soruya ait çözümü

3.2. “Öğretmen adaylarının deneysel ve teorik olasılık konusuna yönelik işlemsel-kavramsal bilgileri nasıldır?”

4. sorunun a seçeneğinde iki zar atıldığında zar yüzeyine gelen sayıların toplamının 4 olma olasılığı sorulmaktadır. Sorunun a seçeneği teorik olasılığa dayanmakta ve bir olasılık değerinin hesaplanmasını içermektedir. b ve c seçeneğinde deneysel ve teorik olasılık arasındaki ilişkilerin kurulması amaçlanmaktadır. 4. sorunun b seçeneğinde deneysel bir duruma yer verilmiş, zarların 36 defa atılmış olup yalnızca 2 defa a seçeneğindeki istenen durumun elde edildiği belirtilmiştir. Bu soruda deney sonucu elde edilen frekans değeriyle teorik olasılık değerinin farklı olduğu vurgulanmış, bu durumun sebebinin ne olabileceği sorulmuştur. Öğretmen adaylarından bunun deneysel bir durumun sonucu olduğu ve teorik olasılık değerinden farklı olabileceğini söylemeleri beklenmektedir. Sorunun c seçeneğinde deney sayısının artırılmasının istenen olay sayısında nasıl bir değişikliğe sebep olacağı sorulmuştur. Burada da deney sayısının artması sonucu deneysel olasılık değerlerinin teorik olasılık değerine yaklaşacağını belirtmeleri beklenmektedir.

4. sorunun a seçeneğinin sonuçta tüm öğretmen adayları tarafından işlemsel olarak doğru olarak cevaplanmıştır. Ancak soruda hiçbir öğretmen adayının deneysel ve teorik olasılık arasındaki ilişkiyi kuramadıkları görülmüştür.

Örneğin ÖA3, 4. sorunun a seçeneğindeki olasılık değerini doğru hesaplasa da 4. sorunun b seçeneğini okuyunca, a seçeneği için verdiği cevaptan şüphe etmiştir. ÖA3 sorunun b seçeneğindeki “bir zar toplam 36 defa atılmış ancak üst yüze gelen zarların toplamı sadece 2 defa 4 yapmıştır” ifadesini gördükten sonra kendi cevabına bakarak tereddüt etmiş, doğru hesaplamış olmasına rağmen “*acaba bu ikisini (1,3)ve (3,1)’i bir mi alacağız?*” diye yanlış bir düşünceye kapılmıştır. Deney sonucundan yola çıkarak sorunun a seçeneğinde hesapladığı teorik olasılık sonucundan şüphe duymuştur.

Araştırmacı: Zar atma sayısı artarsa zarların üst yüzeyine gelen sayıların toplamının 4 yapma sayısında nasıl bir değişiklik olur?

ÖA3: 4 gelme sayısı artar, olasılık değeri değişmez.

Burada ÖA3 şüphelenmesine rağmen biraz düşünüp aynı olasılık değerinin değişmeyeceğini ifade etmiş, herhangi bir kavramsal açıklamada bulunmamıştır. ÖA3’e böyle düşünmesinin nedeni sorulduğunda ise cevap alınamamıştır. Deneysel olasılık ile teorik olasılık arasındaki farkı kavramsal olarak açıklayamadığı görülmektedir. Benzer şekilde ÖA1 ve ÖA4 de olasılık değerinin değişmeyeceğini ifade etmişler ancak buna ilişkin herhangi bir açıklama yapamamışlardır. ÖA2 ise deney sayısının artması sonucu ne olacağını aşağıdaki şekilde ifade etmektedir.

ÖA2: Hep de gelebilir, hiç de gelmeyebilir.

Görüşmelerde hiçbir öğretmen adayı deneme sayısının artması sonucu hesaplanan oranın teorik değere yaklaşacağına ilişkin herhangi bir açıklamada bulunamadığı belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının deneysel ve teorik olasılık bilgilerini ortaya çıkarmak için sorulan sorulara herhangi bir cevap alınamayınca doğrudan deneysel ve teorik olasılığın ne olduğu sorulmuştur. Bu durumda yine hiçbir öğretmen adayı açıklama yapamamıştır. Öğretmen adayları bilmediklerini veya hatırlamadıklarını ifade etmişlerdir.

Araştırmacı: Deneysel olasılık, teorik olasılık nedir?

ÖA1: .. hatırlamıyorum.

Sonuç olarak deneysel ve teorik olasılık kavramlarında da öğretmen adaylarının bu kavramlara ilişkin açıklama yapmadıkları, sorulara verdikleri yanıtları deneysel ve teorik olasılık kavramlarıyla ilişkilendiremedikleri yani kavramsal bilgi eksiklikleri olduğu gözlenmiştir. Deneysel ve teorik olasılık konusuna ilişkin sorular kavramsal bilgi ağırlıklı olup, öğrencilerin işlemsel bilgileriyle ilgili herhangi bir bulguya ulaşılamadığından bu alt problemde yalnızca kavramsal bilgiye ait bulgulara yer verilmiştir.

3.3. “Öğretmen adaylarının olasılık hesaplamalarına yönelik işlemsel- kavramsal bilgileri nasıldır?”

4. sorunun a seçeneği iki zarın aynı anda atılması durumunda zarların üst yüzeyine gelen sayıların toplamının 4 olma olasılığının bulunmasını istemektedir. Bu soruda öğretmen adayları olasılık değerini doğru bir şekilde hesaplamışlardır. Fakat bu soruyu cevaplarırken de öğretmen adaylarının hepsi çeşitli adımlarda tereddütler yaşamışlardır.

Örneğin ÖA1 sonunda soruya doğru cevap verse de istenen durumları yazarken zorlanmıştır. ÖA1'in çözümü ve cevabı Şekil 3'te verilmiştir.

Şekil 3. ÖA1'in 4a sorusuna ait çözümü

ÖA1: ...tekrar 2-2 olabilir. Bu da aynı şey gibi aslında. 4/36 derim. 2 zar var birinde 2 gelir diğerinde de 2 gelir. Tam tersi de olur. A zarında 2, B zarında 2. B zarında 2..aynı şey. Aynı şey ya... Aynı durum 2 kez yazılmaz, sonuç aynı çıkacaktır.

ÖA3 de verdiği cevaptan sonra 4. sorunun b seçeneğine geçince kısa bir tereddüt yaşamıştır. 4. sorunun b seçeneğinde 36 deneme sonucu zarların üst yüzeyine gelen sayıların sadece 2 defa 4 yaptığına dair bir ifade yer almaktadır. Bu seçeneği okuyan ÖA3 ise kendi cevabı doğru olmasına rağmen bir an tereddüt etmiştir.

Şekil 4. ÖA3'ün 4b sorusuna ait çözümü

ÖA3: (b seçeneğini okuduktan sonra) 2 defa 4 yaptıysa, 1 tanesi yapmamıştır. O zaman acaba bu ikisini (1,3) ve (3,1)'i bir mi alacağız....yok yok...

ÖA3'ün ifadeleri cevabından emin olmadığını, b seçeneğini okuduktan sonra (1,3) ve (3,1) i aynı olarak düşünüp ikisini tek almak gerektiğini aklından geçirmiş, ancak daha sonra bu fikrinden vazgeçmiştir. Bu durum ÖA3'ü her ne kadar ilk etapta işlemleri doğru yapsa da kavramsal açıdan yetersiz olduğunu göstermektedir.

ÖA4 de (1,3) ve (3,1) çıktılarının ikisinin de alınıp alınmayacağı konusunda kararsız kalıp sonra alınması gerektiğini düşünmüştür. ÖA4'ün çözümü aşağıdaki gibidir.

Handwritten solution for ÖA4. It shows a list of outcomes: 3 1, 2 2, 1 3, 1 2, 2 3, 2 4, 1 5, 1 6, 3 2, 2 2. Below the list, the fraction $\frac{3}{36}$ is written.

Şekil 5. ÖA4'ün 4b sorusuna ait çözümü

ÖA4 önce yalnızca (3,1)'i almış, ancak sonra düşünerek (1,3)'ü de eklemiştir. Çözümünde de önce $\frac{2}{36}$ yazmış, ardından (1,3)'ü de ekleyerek cevabını $\frac{3}{36}$ ya çevirmiştir. ÖA4 soruya doğru cevap verse de Şekil 5'te ÖA4'ün herhangi bir stratejiye başvurmadığı (3,1) ve (2,2) yazdıktan sonra liste yapmaya başvurduğu görülmektedir.

Soru 5a, 5b, 5c ağırlıklı olarak işlemsel bilgi gerektiren olasılık hesaplama soruları yer almaktadır. 5. sorunun a seçeneğinde torbadan rastgele çekilen iki bilyenin aynı renkte olma olasılığı, b seçeneğinde farklı renkte olma olasılığı c seçeneğinde ise en az birinin beyaz olma olasılığı sorulmuştur. Öğretmen adaylarının tamamı 5a sorusunun cevabı için doğru işlemleri yazmışlardır, ancak yalnızca ÖA2 sonuca ulaşmıştır. ÖA1, ÖA3 ve ÖA4 işlemi yazmış ancak hesaplamaları tamamlamışlardır. Öğretmen adaylarından ÖA2'nin 5a sorusuna ait çözümleri Şekil 6'da yer almaktadır.

Handwritten solution for ÖA2. It shows the calculation of combinations: $a_1 \binom{3}{2} + \binom{4}{2} + \binom{5}{2} =$
 $\frac{3!}{2!} + \frac{4!}{2!2!} + \frac{5!}{3!2!} =$
 $3 + 6 + 10 = 19$
 $\binom{12}{2} = \frac{12!}{10!2!} = 66$

Şekil 6. ÖA2'nin 5a sorusuna ait çözümü

ÖA2'nin 5a sorusuna verdiği yanıt incelenirse işlemsel bilginin göstergelerinden olan işlemleri adım adım yapma adımı da sorunlar olduğu görülmektedir. ÖA2 soruya doğru yanıtı vermiş ancak sorunun cevabını verecek olan algoritmayı tek bir seferde yazamamış, olasılık değerinin pay kısmını ayrı, payda kısmını ayrı hesaplamıştır. Burada dikkat çeken bir nokta Şekil 6'da görüldüğü gibi öğretmen adaylarından ÖA2'nin sadece a seçeneğinin cevabını hesaplaması dışında diğer hiçbir sorunun cevabı öğretmen

adayları tarafından hesaplanmamış işlemler yazılıp bırakılmıştır. Öğretmen adaylarına bunun nedeni sorulmuş, öğretmen adayları hesap yapmak istemediklerini belirtmişlerdir.

5. sorunun b seçeneği yalnızca ÖA2 tarafından doğru cevaplanmış, ÖA1, ÖA3 ve ÖA4 tarafından yanlış yanıtlanmıştır. Yanlış cevaplardan ÖA4'ün çözümü Şekil 7'de yer almaktadır.

$$b - \frac{3}{12} \frac{9}{11} + \frac{4}{12} \frac{8}{11} + \frac{5}{12} \frac{7}{11}$$

Şekil 7. ÖA4'ün 5b sorusuna ait çözümü

ÖA3 çekilen iki bilyenin farklı renkte olma olasılığını hesaplarken bir bilyeyi sırasıyla farklı renklerde seçmiş ancak ikinci bilyeyi seçerken hata yapmıştır. ÖA3'ün düşünme yolu beyaz ve diğerleri, siyah ve diğerlerinden mavi ve diğerlerinden olma olasılıklarının toplamı şeklindedir. Ancak bu durumda her bir durum iki kere hesaplanmaktadır. Örneğin beyaz ve mavi olma durumu hem beyaz ve diğerlerinden çekilme olasılığı hem de mavi ve diğerlerinden çekilme olasılığı içinde yer almaktadır.

5. sorunun c seçeneği ÖA2 ve ÖA4 tarafından doğru bir yaklaşımla ele alınmışken, ÖA1 ve ÖA3 tarafından işlemsel olarak da yanlış yanıtlanmıştır. ÖA3'ün yanlış çözümü Şekil 8'de yer almaktadır.

$$c) \frac{\binom{3}{1} + \binom{3}{2}}{\binom{12}{2}}$$

Şekil 8. ÖA3'ün 5c sorusuna ait çözümü

ÖA3 önce tek bir bilyeyi beyaz olacak şekilde seçmiş ancak ikinci bilyeye dair herhangi bir seçim yapmamış bu da onun yanlış çözüm yapmasına sebep olmuştur.

Öğretmen adayları soruları cevapladıktan sonra hesaplamalarda yer alan toplama ve çarpma işlemlerini neden yaptıkları sorulmuştur. Öğretmen adayları bu soruları yanıtlayamamışlardır. Örneğin ÖA4, "kuralı böyle hatırlıyorum" ifadesini kullanmıştır. Fakat çarpma ve toplama işlemlerinin altında yatan kavramsal nedenlere yer verilememiştir. Bu da yine öğretmen adaylarının prosedürlerin doğru şekilde nasıl uygulanacaklarını bilseler bile altta yatan anlamı bilmedikleri örneğin neden topladığı sorulduğunda ayrık olay olduğu için toplandığına dair bir açıklamaya yapamadıkları gözlenmiştir.

4. TARTIŞMA SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu araştırmada başarı düzeyi belirtilen kriterlere göre iyi olduğu kabul edilen dört öğretmen adayının, temel olasılık konularından bazılarına ilişkin alan bilgileri işlemsel kavramsal bilgi bağlamında incelenmiştir. Olasılığın temel kavramlarından deney, örnek uzay, çıktı olasılık hesaplamaları ve teorik deneysel olasılık konularına odaklanılmıştır. Araştırmanın bulguları, öğretmen adaylarının olasılıkla ilgili temel hesaplamaları yapabilseler de olasılığın temel kavramlarını soru çözümlerinde kullanamadıklarını

ortaya koymaktadır. Örneğin, örnek uzay kavramı olasılık için olmazsa olmaz bir kavramken ve tüm hesaplamalarda aslında dikkate alınması gereken bir kavramken öğretmen adaylarının soru çözümlerinde bu kavramı anlamadan kullandıkları görülmüştür. Bu araştırmada elde edilen bulgulardan öğretmen adaylarının evrensel küme, örnek uzay ayrımı yapamadıkları bulguları Bulut'un (2001) öğretmen adaylarıyla yaptığı çalışmanın öğretmen adaylarının evrensel küme ve örnek uzay ayrımı yapamadıkları, temel olasılık kavramlarına ilişkin performanslarının yüksek olmadığı bulgularıyla paralellik göstermektedir. Öğretmen adayları soru çözümlerinin açıklamalarında örnek uzay ve çıktı kavramının isimlerini kullansalar da kavramsal anlamını bilmeden doğru olmaktan uzak bir şekilde kullanmışlardır. Jones, Langrall ve Mooney, (2007) da örnek uzay kavramının matematiğin diğer kavramlarına göre daha anlaşılır gibi görünse de görüldüğünden daha zor algılanan bir kavram olduğunu ifade etmişlerdir. Olasılık konusuyla ilgili yapılan çalışmalara bakılırsa farklı yaş gruplarındaki öğrencilerin olasılık değerlerini hesaplariken örnek uzayı göz önünde bulundurmamaları görülmüştür (Fischbein & Schnarch, 1997). Öğretmen adaylarının iki zarın atılması sorusunda soruya doğru cevap verseler de (1,3) ve (3,1) ikililerinde sorun yaşadıkları dikkat çekmiştir. Fischbein, Nello ve Marino (1991) da 9-14 yaş gruplarındaki öğrencilerle yaptığı çalışma sonucunda öğrencilerin (a,b) ve (b,a) çıktılarının farkını anlayamadıklarını belirtmiştir. Bu durum göstermektedir ki olasılık konusu için en temel kavramlardan örnek uzay ve çıktı kavramları her yaş grubu için bir zorluk teşkil etmektedir. Hatta araştırma sonucu öğretmen adaylarının bile bu konuda zorlandıklarını, temel kavramları kullanamadıkları ve açıklayamadıklarını ortaya koyulmuştur. Araştırma bulgularında belirtilen ÖA3'ün "... (1,3) ve (3,1) 'i bir mi alacağız..." demesi buna bir örnektir.

Çalışmada dikkat çeken bir başka nokta öğretmen adaylarının işlemsel bilgilerinden yola çıkarak kavramsal bilgilerinde yeniden düzenleme yapmalarıdır. Örneğin, 1.sorunun a seçeneğine yanlış cevap veren ÖA1 ve ÖA2 basit olasılık hesaplaması gerektiren 1.sorunun b ve c seçeneğinden sonra örnek uzayın eleman sayısının hesaplanmasını gerektiren a seçeneğine doğru cevabı vermişlerdir. Bu durum Hiebert ve Lefevre'nin de (1986) belirttiği işlemsel ve kavramsal bilginin birbirinden tamamen bağımsız düşünülmemeyeceğini göstermeye bir örnek sunmaktadır. Bu çalışmada öğretmen adaylarının diğer seçenekten yararlanarak ilk soruya verdikleri cevapları yeniden gözden geçirmeleri kavramsal olarak anladıklarını göstermese de kavrama ilişkin bilgilerini sorguladıklarını görülmektedir. Burada bir örneği görüldüğü gibi kimi zaman işlemsel bilgi kavramsal bilginin edinilmesinde destekleyici olmaktadır (Baykul, 2009).

Öğretmen adaylarının hepsinde deneysel ve teorik olasılığa ilişkin kavramsal bilginin eksik olması da dikkat çeken bir diğer bulgudur. Öğretmen adayları deneysel olasılık hakkında herhangi bir yorum yapamamışlardır. Deney sayısının artmasının sonuç üzerinde nasıl bir değişikliğe sebep olacağını bilinmediği görülmüştür. Literatür incelendiğinde farklı yaş gruplarında da, deneysel veri ve çıktılar arasında ilişkilerin kurulamadığına deneysel ve teorik olasılık konularının tam anlaşılmadığını gösteren çalışmalar bulunmaktadır. Örneğin Çakmak ve Durmuş (2015), 6-8. sınıf öğrencilerinin deneysel olasılıkla karşılaştıklarında soruyu öncelikle teorik olarak çözme eğiliminde olduğunu belirtilmiş, öğrencilerin deneysel olasılığı anlayamadıkları, doğru şekilde hesaplayabilen öğrencilerin de bunu anlamadan yaptıklarını ifade ettiklerini belirtmiştir. Dereli (2009) ise 8. sınıf öğrencilerinin olasılık türlerinden deneysel olasılık ile teorik olasılığın ayırt edemediği ortaya koymuştur. Stohl ve Tarr (2002) da araştırma

bulgularında öğretmen adayları tarafından deneysel ve teorik arasındaki ilişkilerin kurulamadığını belirtmiştir.

Tartışılması gereken bir başka nokta öğretmen adaylarının olasılık hesaplamalarını genellikle doğru yapmış olmalarına rağmen, olasılık hesaplarında kullanılan toplama ve çarpma işlemlerinin anlamlarını bilmemeleridir. Bu da kavramsal ve işlemsel bilgi eksikliklerini oldukça iyi göstermektedir. Öğretmen adayları bağımlı, bağımsız olay ve bunların olma olasılıklarını hesaplamayla ilgili bilindik tanımlamaları gerçekleştirememişler, kullanılan işlemleri açıklayamamışlardır. Hatta kavramları kullanmaksızın günlük dili kullanarak da ifade edememektedirler. Öğretmen adayları yalnızca “*öyle hatırladıklarını*” veya “*kuralın öyle olduğunu*” belirtmektedirler. Açıklamaların kural temelli olduğu görülmektedir. Bu araştırma da Toluk-Uçar’ın (2011) da ifade ettiği öğretmen adaylarının kural ve yöntemleri bilip ancak bunların anlamlarını ve sebeplerini bilmemeleri durumuna paralel bir sonuç ortaya koymaktadır.

Özetle, bu çalışmada çalışma grubunda yer alan öğretmen adaylarının olasılığın temel konularından deney, örnek uzay, çıktı, deneysel/teorik olasılık ve olasılık hesaplamaları konularına yönelik kavramsal ve işlemsel bilgilerinin dengelenmediği görülmektedir. Öğretmen adaylarıyla yapılan literatürdeki diğer çalışmalarda (Birgin & Gürbüz, 2009; Soylu & Aydın, 2006; Toluk-Uçar, 2011) da ortaya koyulduğu gibi, bu çalışmada da işlemsel öğrenmenin ön planda olduğu görülmüştür. Araştırmadaki katılımcıların başarı düzeyi iyi olan öğretmen adayları olduğu düşünüldüğünde, araştırma sonuçları kaygı verici olmaktadır. Çünkü öğretmen adaylarının, öğretmen bilgisinin temeli olarak görülebilecek alan bilgisi açısından yetersiz olduğu görülmüştür. Bu sonuçlardan yola çıkılarak öğretmen adaylarının alan bilgilerinin geliştirilmesi gerektiği sonucu ortaya çıkmaktadır. Öğretmen adaylarının alan bilgilerinin geliştirilmesinde lisans derslerine önemli bir rol düşmektedir. İlköğretim Matematik Eğitimi Lisans Programında İstatistik ve Olasılık dersi yer almaktadır. Bu dersler için temel konu ve kavramlara da ağırlık verilmeli öğrencilerin işlemsel bilgilerinin yanında kavramsal bilgilerinin de geliştirecek içerik oluşturulabilir. Özel Öğretim Yöntemleri ve Kavram Yanılgıları gibi derslerde öğretmen adaylarının konulara yönelik pedagojik alan bilgileri geliştirilirken, alan bilgilerindeki eksikliği fark etmeleri de sağlanabilir.

Lisans seviyesindeki derslerde kavramsal ve işlemsel bilgiye yapılan vurgu dersin ölçme-değerlendirme basamağında da yer alabilir. Lisans seviyesindeki derslerinin ölçme-değerlendirme aşamalarında, işlemsel bilgi yanında kavramsal bilgiyi değerlendirmeyi de içeren sınavlar veya alternatif ölçme-değerlendirme uygulamalarına da yer verilebilir. Bu sayede öğretmen adaylarının bu iki bilgi türüne de önem vermeleri desteklenebilir.

KAYNAKÇA

- Ata-Baran, A. ve Yenilmez, K. (2014). Öğretmen adaylarının olay çeşitlerine ilişkin kavramsal ve işlemsel bilgilerinin incelenmesi. *The Journal of Academic Social Science Studies*, 28, 465-480.
- Baki, A. ve Kartal, T. (2004). Kavramsal ve işlemsel bilgi bağlamında lise öğrencilerinin cebir bilgilerinin karakterizasyonu. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 2(1):27-48.
- Baki, A., Karataş, İ., ve Güven, B. (2002). Klinik mülakat yöntemi ile problem çözme becerilerinin değerlendirilmesi. *Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Eğitim Fakültesi*, 16-18.
- Ball, D. L. (1988). *Research on teaching mathematics: Making subject matter knowledge part of the equation*. (Report No. NCRTE-RR-88-2) East Lansing, MI: National Center for Research on Teacher Learning. (ERIC Document Reproduction Service No. ED301467)
- Ball, D. L. (1990). The mathematical understandings that prospective teachers bring to teacher education. *The Elementary School Journal*, 90 (4), 449-466.
- Ball, D. L., Thames, M.H. and Phelps, G. (2008). Content knowledge for teaching: What makes it special. *Journal of Teacher Education*, 59(5), 389-409.
- Baştürk, S. ve Dönmez, G. (2011). Matematik öğretmen adaylarının pedagojik alan bilgilerinin ölçme ve değerlendirme bilgisi bileşeni. *Ahi Evran University. Journal of Kırşehir Education Faculty*, 12(3), 17-37.
- Baykul, Y. (2009). *İlköğretim matematik öğretimi (6-8 sınıflar)*. Ankara: Pegem Yayıncılık.
- Birgin, O. ve Gürbüz, R. (2009). İlköğretim II. kademe öğrencilerinin rasyonel konulardaki işlemsel ve kavramsal bilgi düzeylerinin incelenmesi. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22(2) 539-550.
- Bulut, S. (2001). Investigation of performances of prospective mathematics teachers on probability. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi* 20,33-39.
- Bulut, S., Yetkin, İ.E. ve Kazak, S. (2002). Matematik öğretmen adaylarının olasılık başarısı, olasılık ve matematiğe yönelik tutumlarının cinsiyete göre incelenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22, 21-28.
- Çakmak, Z. T. ve Durmuş, S. (2015). İlköğretim 6-8. sınıf öğrencilerinin istatistik ve olasılık öğrenme alanında zorlandıkları kavram ve konuların belirlenmesi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 15 (2), 27-58.
- Çepni, S. (2010). *Araştırma ve proje çalışmalarına giriş* (5. bs.). Trabzon.
- Derele, A. (2009). *Sekizinci sınıf öğrencilerinin olasılık konusundaki hataları ve kavram yanlışlıkları*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Even, R. (1990). Subject matter knowledge for teaching and the case of functions. *Educational Studies in Mathematics*, 21(6), 521-544
- Fennema, E. and Franke, M. L. (1992). Teachers' knowledge and its impact. In D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 147-164). NY: Macmillan Publishing Co.
- Fishbein, E. and Schnarch, D. (1997). The evolution with age of probabilistic, intuitively based misconception. *Journal for Research in Mathematic Education*, 28(1), 96-105.
- Fiscbein, E., Nello, M. S. and Marino, M. S. (1991). Factors affeting probabilistic judgments in children in adolescence. *Educational studies in mathematics*, 22, 523-549.

- Güneş, F. (2012). Eğitimde sesli düşünme. *Akademik araştırmalar dergisi*, 14(55), 83-102.
- Gürbüz, R. (2006). Olasılık kavramlarıyla ilgili geliştirilen öğretim materyallerinin öğrencilerin kavramsal gelişimine etkisi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi* 20, 59-68.
- Gürbüz, R. (2007). Bilgisayar destekli öğretimin öğrencilerin kavramsal gelişimlerine etkisi: Olasılık örneği. *Eurasian Journal of Educational Research*, 28, 77-87.
- Grossman, P. L. (1990). *The making of a teacher: Teacher knowledge and teacher education*. New York: Teachers College Press.
- Hiebert, J. and Lefevre, P. (1986). Conceptual and procedural knowledge in mathematics: An introductory analysis. In J. Hiebert (Ed), *Conceptual and procedural knowledge: The case of mathematics* (1-27). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Hill, H. C., Rowan, B. and Ball, D. L. (2005). Effects of teachers' mathematical knowledge for teaching on student achievement. *American educational research journal*, 42(2), 371-406.
- Jones, G.A., Langrall, C. W. and Mooney, E. S. (2007). Research in probability. In F.K. Lester (Ed.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning* (p.909-955). National Council of Teachers of Mathematics.
- Karataş, İ., ve Güven, B. (2003). Problem çözme davranışlarının değerlendirilmesinde kullanılan yöntemler: Klinik mülakatın potansiyeli. *İlköğretim Online*, 2(2).
- Kazak, S. (2009). Olasılık konusu öğrencilere neden zor gelmektedir. Bingölbali, E., Özmantar, M. F. (Ed.), *Matematiksel kavram yanlışları ve çözüm önerileri* içinde (s.217-239). Ankara: Pegem Akademi.
- MEB Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı (2005). 9.-12. Sınıflar matematik dersi öğretim programı ve kılavuzu. Ankara: MEB.
- MEB Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı, (2013). Ortaokul matematik dersi (5, 6, 7 ve 8. sınıflar) öğretim programı., Ankara: MEB.
- Ma, L. (1999). *Knowing and teaching elementary mathematics: Teachers' understanding of fundamental mathematics in China and the United States*. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Olkun, S. ve Toluk-Uçar, Z. (2012). *İlköğretimde etkinlik temelli matematik öğretimi*. (5. Baskı). Ankara: Eğiten Kitap.
- Özgen, K., Narlı, S. ve Alkan, H. (2013). Matematik öğretmen adaylarının teknolojik pedagojik alan bilgileri ve teknoloji kullanımı sıklığı algılarının incelenmesi. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 12(44), 31-51.
- Patton, M. Q. (2002). *Qualitative research and evaluation methods*. (3rd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- Soylu, Y. ve Aydın, S. (2006). Matematik derslerinde kavramsal ve işlemsel öğrenmenin dengelenmesinin önemi üzerine bir çalışma. *Erzincan Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(2), 83-94.
- Stohl, H. and Tarr, J. E. (2002). Developing notions of inference using probability simulation tools. *The Journal of Mathematical Behavior*, 21(3), 319-337.
- TIMSS and PIRLS International Study Center (2007). TIMSS 2007 açıklanan matematik soruları (<http://egitek.meb.gov.tr/earged/arasayfa.php?g=115> adresinden 04.04.2013 tarihinde edinildi.)

- Toluk-Uçar Z. (2011). Öğretmen adaylarının pedagojik içerik bilgisi: Öğretimsel açıklamalar. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 2(2), 87-102.
- Van de Walle, J. A., Karp, K. S and Bay-Williams, J. M. (2012). *İlkokul ve ortaokul matematiği*. Çeviren S. Durmuş. Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2008). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. (7. bs.). Ankara: Seçkin Yayıncılık.

OLASILIK SORU FORMU

1. OLASILIK kelimesinin her bir harfi bir kâğıda yazılıyor.
 - a. Kâğıtların bir torbaya koyulup bir tanesinin çekilmesi durumunda, mümkün olan kaç sonuç vardır?
 - b. O harfinin çekilme olasılığı nedir?
 - c. L harfinin çekilme olasılığı nedir? (Bulut, 2001'den uyarlanmıştır.)
2. 3 erkek ve 2 bayandan oluşan bir komitede, başkan komite üyeleri arasından rastgele seçilmektedir. Eğer olay “ bir bayan seçmek” ise, bu olayın kaç çıktısı vardır? (Bulut, 2001)
3. $\frac{2}{9}$ olasılık değerinde “2” neyi ifade eder? (Bulut, 2001)
4. İki zar aynı anda atıyor.
 - a. Zarların üst yüzeyine gelen sayıların toplamının 4 olma olasılığı nedir?
 - b. İki zar toplam 36 defa atılmış ancak üst yüze gelen zarların toplamı sadece 2 defa 4 yapmıştır. Bir önceki cevabı göz önünde bulundurarak bu durumun sebebini açıklayınız.
 - c. Zar atma sayısını artırırsak, zarların üst yüzeyine gelen sayıların toplamının 4 yapma sayısında nasıl bir değişiklik olur? Açıklayınız. (Baykul, 2009, s.545'ten uyarlanmıştır.)
5. 3 beyaz, 4 siyah ve 5 mavi bilyenin bulunduğu bir torbadan rastgele çekilen 2 bilyenin;
 - a. Aynı renkte olma olasılığı,
 - b. Farklı renkte olma olasılığı,
 - c. En az birinin beyaz olma olasılığı nedir? (MEB, 2005)
6. Bir kabın içinde, hepsi aynı büyüklükte olan 36 tane renkli boncuk var. Bu boncukların biraz mavi, biraz yeşil, ve geri kalanı da sarıdır. Kaptan, rengine bakılmadan bir boncuk çekildiğinde bu boncuğun mavi olma olasılığı $\frac{4}{9}$ olduğuna göre kaptan kaç mavi boncuk vardır? (TIMSS 2007, açıklanan matematik soruları)

EXTENDED ABSTRACT

1. Introduction

The literature contains a considerable number of studies dealing with the knowledge possessed by teachers (Ball, Thames & Phelps, 2008; Shulman, 1986). Teacher's knowledge is categorized in a different way by different researchers (e.g. Grossman, 1990; Fennema & Franke, 1992 vb.). "*Subject matter knowledge*" is common in the categorizations of Shulman (1986), Grossman (1990), and Fennema and Franke (1992) concerning teacher's knowledge.

Subject matter knowledge refers to knowledge about a subject and the relations underlying it (Shulman, 1986). A strong mathematical knowledge involves understanding mathematical subjects, knowing procedures and concepts, and establishing a relationship between these subjects, concepts, and procedures (Ball, 1988). Mathematical knowledge, which is categorized by different researchers in a different way in the literature (Piaget, 1978; Tulving, 1983; Cited. Hiebert & Lefevre, 1986), is divided into two, in the most general sense: conceptual knowledge and procedural knowledge (Olkun & Toluk-Uçar, 2012). This distinction may not be true for all mathematical knowledge. Some knowledge may be defined as both conceptual knowledge and procedural knowledge. However, this distinction contributes to interpreting the learning process and understanding student success or failure better (Hiebert & Lefevre, 1986). In mathematics, procedural knowledge refers to the knowledge of the rules and symbols that are used while performing mathematical operations while conceptual knowledge is defined as basic ideas related to the mathematical subjects and concepts and knowledge of the relationships between such concepts. It is reported that teaching without conceptual understanding leads to mistakes and lack of interest in math (Van de Walle, Karp & Bay-Williams, 2012). Procedural knowledge, on the other hand, refers to the knowledge of using symbols, a formal mathematical language, algorithms, and rules to solve mathematical problems (Hiebert & Lefevre, 1986).

Establishing a connection or balance between conceptual knowledge and procedural knowledge is quite important to understand mathematics. In literature, there are studies dealing with this within the scope of different subjects (Birgin & Gürbüz, 2009; Soylu & Aydın, 2006; Toluk-Uçar, 2011). Previous research indicates that procedural knowledge is not permanent, and procedural knowledge and conceptual knowledge are not balanced as procedural knowledge is featured more (Birgin & Gürbüz, 2009; Soylu & Aydın, 2006).

The present study focuses on pre-service teachers' subject matter knowledge within the scope of the subject of probability. Probability is among the mathematical subjects in which students have difficulty (Kazak, 2009). This study aims to explore pre-service primary school mathematics teachers' subject matter knowledge of probability within the context of procedural knowledge and conceptual knowledge. To this end, an answer is sought to the following research question: "*What are pre-service teachers' levels of conceptual knowledge and procedural knowledge of probability*". The sub-questions of the study are as follows:

What are pre-service teachers' levels of conceptual knowledge and procedural knowledge of calculations of probability of experiment, probability of sample space, probability of output, and probabilities of simple events?

What are pre-service teachers' levels of conceptual knowledge and procedural knowledge of experimental probability and theoretical probability?

What are pre-service teachers' levels of conceptual knowledge and procedural knowledge of calculations of probabilities of compound events?

2. Method

This is a case study. The research participants are four pre-service teachers who had completed the Misconceptions in Mathematics, Special Teaching Methods I, Special Teaching Methods II, and Statistics and Probability I courses, which are considered to be important for the teaching of basic probability topics, with a grade not lower than BA before the implementation of the present study and were still taking the Statistics and Probability II course at the time the present study was carried out. To determine the pre-service teachers' levels of procedural and conceptual knowledge, a question form composed of six questions about probability of experiment, probability of sample space, probability of output, and probabilities of simple events; experimental probability and theoretical probability; and probabilities of compound events was used. Clinical interviews were carried out with the pre-service teachers in order to see better how they solved the problems, how they reasoned, and how they constructed their conceptual knowledge and procedural knowledge of probability. They were asked to think aloud, and the interviews were recorded. The data obtained from the solutions of the problems and the interviews carried out about the problems were subjected to descriptive analysis.

3. Findings, Discussion and Results

The findings of the present study indicate that although the pre-service teachers were able to make simple calculations about probability, they failed to use the basic concepts of probability for solving the problems and their conceptual knowledge of the concepts of experiment, output, and sample space was insufficient relative to their procedural knowledge. It is reported in the literature that students cannot make a distinction between universal set and sample space (Bulut, 2001); they do not take sample space into account while calculating the probability value (Fischbein & Schnarch, 1997); and they do not understand the difference between the outputs (a, b) and (b, a) (Fischbein, Nello & Marino 1991). These are consistent with the findings of the present study.

The findings of this study also show that the pre-service teachers had procedural knowledge of probabilities of simple events and were able to calculate the probability values. Consistently with what is indicated by Hiebert and Lefevre (1986), the findings of the present study suggest that procedural knowledge and conceptual knowledge cannot be taken independently of each other. It was seen that the pre-service teachers made conceptual interpretations after they calculated the probability values and rearranged their conceptual knowledge based on their procedural knowledge.

None of the participating pre-service teachers were able to establish a connection between experimental probability and theoretical probability. They were seen to have imperfect conceptual knowledge. Their conceptual knowledge of experimental probability and

theoretical probability was insufficient relative to their procedural knowledge. Research on middle school students reports that they cannot distinguish experimental probability from theoretical probability (Dereli, 2009) and that when they encounter an experimental probability, they tend to solve it theoretically first (Çakmak & Durmuş, 2015). In another study carried out with pre-service teachers, Stohl and Tarr (2002) found out that pre-service teachers cannot establish a connection between experimental probability and theoretical probability. All in all, it is clear that experimental probability and theoretical probability are topics in which individuals from all age groups have difficulty. As stated by Stohl and Tarr (2002), educational environments that support pre-service teachers' learning the relationships between experimental probability and theoretical probability by themselves should be provided in undergraduate courses.

As to the pre-service teachers' knowledge of calculations of probabilities, they were seen to have imperfect procedural and conceptual knowledge though the former was better than the latter. They had difficulty in performing the operations step by step, which is one of the indicators of procedural knowledge, failed to write algorithms at once, and calculated the numerators and denominators of the probability values separately. They were not able to make any conceptual explanation about the calculations of probabilities. Even if they knew how to apply the procedures, for example, they failed to attribute why the probability values were summed to their being discrete events. In other words, they did not know the underlying facts.

The participating pre-service teachers did not have a balance of conceptual knowledge and procedural knowledge of such basic topics of probability as probability of experiment, probability of sample space, probability of output, experimental probability and theoretical probability, and calculations of probabilities. Consistently with the findings of other studies involving pre-service teachers (Birgin & Gürbüz, 2009; Soylu & Aydın, 2006; Toluk-Uçar, 2011), it was found out in the present study that procedural learning is featured more.

As a consequence, pre-service teachers' subject matter knowledge must be improved. To achieve this, more attention can be paid to basic topics and concepts in the courses received by pre-service teachers during their undergraduate education. In addition, contents that can improve pre-service teachers' conceptual knowledge besides their procedural knowledge can be formed. Furthermore, the emphasis put on conceptual and procedural knowledge in lessons can be included in the assessment stage as well. Tests or alternative assessment practices that involve assessing conceptual knowledge besides procedural knowledge can be included in the assessment stages of undergraduate courses. In this way, it can be assured that pre-service teachers attach importance to both types of knowledge.