

EĞİTİM ve İNSANİ BİLİMLER DERĐİSİ

Teori ve Uygulama

Cilt: 10 / Sayı: 20 / Güz 2019

JOURNAL of EDUCATION and HUMANITIES

Theory and Practice

Vol: 10 / No: 20 / Fall 2019

**Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Öğrenciyi
Anlama Öz - Yeterlilik Ölçeği'nin Geliştirilmesi:
Geçerlik ve Güvenirlik Çalışması**

The Development of Pre-Service Science Teachers'
Self- Efficacy for Understanding Students Scale:
A Validity and Reliability Study

Makale Türü (Article Type): Araştırma (Research)

Tufan İNALTEKİN
Mehpare SAKA

Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Öğrenciyi Anlama Öz - Yeterlilik Ölçeği'nin Geliştirilmesi: Geçerlik ve Güvenirlilik Çalışması

Tufan İNALTEKİN¹

Mehpare SAKA²

Öz: Bu çalışmanın amacı, fen bilimleri öğretmen adaylarının öğrenciyi anlama öz yeterliliklerini belirlemek için bir ölçme aracı geliştirmektir. Araştırma iki grup örneklem üzerinden yürütülmüştür. Birinci grup örneklem Türkiye'nin farklı bölgelerinden 11 üniversitenin eğitim fakültesi fen bilimleri öğretmenliği programı 4. sınıfında öğrenim gören 502 (360'ı kadın, 142'si erkek), ikinci grup örneklem ise 8 üniversiteden 454 (289'u kadın, 165'i erkek) öğretmen adayından oluşmaktadır. Ölçeğin yapı geçerliliğini belirlemek amacıyla açımlayıcı ve doğrulayıcı faktör analizleri yapılmıştır. Ölçeğin güvenirliliği için Cronbach alfa iç tutarlılık katsayısı, Sperman Brown iki yarı test korelasyon katsayısı ve test-tekrar test korelasyon katsayısı hesaplanmıştır. Açımlayıcı faktör analizi (AFA) sonucunda ölçeğin 35 maddeye sahip 5 faktörlü bir yapı sergilediği ve bu faktörlerin toplam varyansın % 58'ini açıkladığı tespit edilmiştir. Belirlenen bu beş faktörlü yapının model uyumunun değerlendirilmesi için yapılan doğrulayıcı faktör analizi (DFA) sonucunda elde edilen uyum değerleri şöyledir: $\chi^2/sd= 2.44$, RMSEA= 0.06, NFI= 0.97, CFI= 0.98, IFI= 0.98, SRMR= 0.04, GFI= 0.85 ve AGFI= 0.83'tür. FÖAY'ın güvenirlilik hesaplamaları sonucu, Cronbach alfa iç tutarlılık katsayısının ölçeğin bütünü için .95, Sperman Brown iki yarı test korelasyon katsayısı .88 ve test-tekrar test korelasyon katsayısı ise .86 olarak bulunmuştur. Bu sonuçlar, fen bilimleri öğretmen adaylarının öğrenciyi anlamaya yönelik öz yeterliliklerini ölçmede, FÖAYÖ'nün 35 madde ve 5 faktörden oluşan beşli derecelendirmeye sahip geçerli ve güvenilir bir ölçme aracı olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Fen bilimlerinde öğrenciyi anlama, öz yeterlilik, fen bilimleri öğretmen adayı, ölçek geliştirme.

Makale Hakkında:

Geliş Tarihi: 03.10.2019; Revizyon Tarihi: 09.11.2019; Kabul Tarihi: 17.11.2019

1) Dr. Öğr. Üyesi, Kafkas Üniversitesi, Dede Korkut Eğitim Fakültesi, Kars, inaltekintufan@gmail.com

ORCID ID: 0000-0002-3843-7393

2) Dr., Trakya Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Edirne, mehpiresaka@gmail.com ORCID ID: 0000-0001-9730-8607

Giriş

21. yy.ın getirdiği bilimsel yenilikler, yaşamımızda çok önemli değişimlere yol açmaktadır. Bu değişimler bir yandan bireylerin yaşamını kolaylaştırırken diğer yandanda bu değişimi yönetebilecek bilgi ve beceriye sahip bireylerin yetişmesi zorunluluğunu ortaya çıkarmaktadır. Toplumların bu değişime uyum sağlayabilmesi ancak nitelikli eğitim politikaları inşa etmeleriyle mümkün hale gelebilir.

Eğitimde nitelik, birçok unsur üzerinden tartışılması gereken çok yönlü bir konudur. Fakat eğitimde niteliği belirleyen en temel faktörlerden birisi öğretmenler ve onların mesleki bilgileridir (Evens, Elen, Larmuseau ve Depaepe, 2018; Gess-Newsome, 2015; Gess-Newsome, Taylor, Carlson, Gardner, Wilson ve Stuhlsatz, 2017; Grangeat ve Hudson, 2015). Son yıllarda öğretmenlerin mesleki bilgileri üzerine yapılan araştırmaların büyük çoğunluğu, öğrenciyi anlama bilgisi ve bu bilgi yapısını şekillendiren süreçler üzerine yoğunlaşmaktadır (Bergqvist ve Chang Rundgre, 2017; Gess-Newsome ve diğ., 2017; Nilsson ve Karlsson, 2019; Sanchez-Matamoros, Fernandez ve Llinares, 2015; Park, Suh ve Seo, 2018; Rajput, 2018; Russ, 2018; Suh ve Park, 2017). Öğretmenlerin bu bilgi yapısı, öğrencilerinin bilişsel, duyuşsal ve psikomotor öğrenme durumlarını anlamalarını ve buna uygun öğretim süreçleri oluşturmalarını içermektedir (Chan ve Yung, 2017; Cochran, Deruiter ve King, 1993; Magnusson, Krajcik ve Borko, 1999; Park ve Oliver, 2008; Schneider ve Plasman, 2011). Bu anlayışla birlikte öğretmen adaylarının mesleğe başlamadan önceki hazırlık sürecinde öğrenciyi anlayacak bir mesleki bilgi temeli inşa etmeleri, bugün birçok öğretmen hazırlığı programının temel çabalarından biri haline gelmiştir (Bektaş, 2015; Hume ve Berry, 2010; Nilsson ve Loughran, 2012; Zhou, Wang ve Zhang, 2016; Zhou ve Xiao, 2018).

Öğretmenlerin mesleğe hazırlık sürecine ilişkin ifade edilen bu dönüşümün kendisini en fazla hissettirdiği alan şüphesiz fen bilimleridir. Fen bilimlerinde öğrencilerin bilgiyi doğru anlamlandırması ve bu bilgiyi yaşamlarında nasıl etkili bir şekilde kullanabilecekleri hususunda doğru rehberlik yapabilecek nitelikte öğretmenlere olan ihtiyaç her geçen gün daha da artmaktadır. Burada ifade edilen doğru rehberlik yapabilme konusu, uzun süredir özellikle öğretmenlerin fen bilimleri alanında öğrenciyi anlamaya ilişkin yeterlilik durumlarıyla ilişkilendirilmektedir (Depaepe ve König, 2018; Kola ve Sunday, 2016). Literatürde fen bilimleri öğretmenlerinin öğrenciyi anlama konusunda etkili bir bilgi yapısının sahip olabilmelerinin, mesleki deneyimle gerçekleşeceğine dikkat çekilmektedir (Gess-Newsome ve diğ., 2017; Gomez, 2008; Whitworth ve Chiu, 2015). Bunun yanında meslek öncesi hazırlıkta öğrenciyi anlama bilgisi temelinde öğretmen adayı ihtiyaçlarının belirlenip buna uygun pedagojik süreçlerle destek sağlanması, adayların mesleğe başladıklarında öğrencilerin öğrenme özelliklerine uygun öğretim süreçlerini daha kolay anlamlandırmalarını sağlayacaktır (Sorge, Kröger, Petersen ve Neumann, 2019). Günümüzde fen bilimleri alanına öğretmen hazırlayan birçok program, öğrencilerin fendeki öğrenmelerine etki eden bilişsel, duyuşsal, psikomotor,

sosyal ve kültürel özelliklerin öğretmen adayları tarafından etkili bir şekilde anlaşılmasını sağlayacak öğretimsel süreçler üzerinde önemle durmaktadır (Coenders ve Verhoef, 2019; Drewes, Henderson ve Mouza, 2018). Dahası son yıllarda fen bilimleri öğretmen eğitimcileri, öğretmen adaylarını bu konuda en iyi şekilde hazırlama konusunda büyük baskı altındadırlar. Bu durum eğitimcileri, aday öğretmenler için daha etkili uygulamalar yapmaya zorlamakta ve bunun sonucu olarakta birçok konuda özyeterliliği daha yüksek öğretmenler yetişmektedir (Hechter, 2011).

Next Generation Science Standards [NGSS] (2013), öğretmen hazırlığı programlarının, aday öğretmenleri öğrenciyi anlama konusunda deneyim kazanacakları süreçlere yönelmesi gerektiğine işaret etmektedir (Naah, 2015). Çünkü birçok araştırma, fen bilimleri öğretmenlerinin derse hazırlanırken sadece kendilerine odaklandıklarını, buna karşın öğrencilerinin fen bilimlerindeki yeni içerikle yüz yüze geldikleri zaman nasıl sorunlarla karşılaşacaklarını düşünmediklerini ortaya koymaktadır (Brown, Friedrichsen ve Abell, 2013; Gess-Newsome ve diğ., 2017; Gullberg, Kellner, Attorps, Thoren ve Tarneberg, 2008; Kellner, Gullberg, Attorps, Thoren ve Tarneberg, 2011). Bununla birlikte öğretmenler her yıl çok farklı düzey ve özelliklere sahip öğrencilerle karşılaşır. Dolayısıyla fen bilimleri öğretmenlerinin derslerinde öğrencilerin farklı öğrenme ihtiyaçlarını karşılayacak etkili öğretim faaliyetlerini yapılandırmaları beklenmektedir (Juang, Liu ve Chan, 2008).

Literatür incelendiğinde hem fen bilimleri öğretmenlerinin hem de öğretmen adaylarının öğrenciyi anlama durumları üzerine yapılan çalışmaların, çoğunlukla özel bir fen konusu bağlamında yapıldığı anlaşılmaktadır (Friedrichsen, Van Driel ve Abell, 2010; Gunckel, 2013; Park ve diğ., 2018). Yine bu çalışmalar incelendiğinde fen bilimleri öğretmen adaylarının öğrenciyi anlamaya ilişkin durumlarının, çoğunlukla bilişsel öğrenme alanına yönelik olduğu anlaşılmaktadır. Buna karşın fen bilimleri öğretmen adaylarının eğitiminde öğrenciyi anlamaya yönelik mesleki bilgi yeterlik belirleme çalışmalarının yer almadığı görülmektedir. Öğretmenlerin davranış ve inanışları onların niteliği hakkında önemli bilgiler ortaya koymaktadır (Van Der Werf, Creeemers, De Jong ve Klaver, 2000). Öğretmen niteliğine ilişkin bu tanımlama genellikle onların kendi yeterliliklerine ilişkin değerlendirme verilerinden ortaya çıkmaktadır. Hizmet öncesi dönem fen bilimleri öğretmen eğitiminde adaylar için konu alanı ve pedagoji bilgisi bakımından tüm beklentiler karşılanırsa bile, bu bilgileri kullanma noktasında adayların inanışlarının ne düzeyde olduğunun tespit edilmesi gerekmektedir. Adayların sahip oldukları mesleki yeterliliklere ilişkin inanışları, öğretmen eğitimcilerinin onları mesleğe hazırlarken dikkate almalarını gerektiren en önemli hususlardan biri olarak değerlendirilmektedir (Gunning ve Mensah, 2011).

Fen bilimleri öğretmenleri, alan ve pedagoji bilgisi bakımından lisans döneminde iyi eğitimler alsalar bile, birçok konuda yetersizliklerini öğretim süreçlerine yansıtmaktadırlar. Dahası birçok öğrenci, fen öğretimi öz yeterliliği zayıf olan öğretmenler tarafından fenle tanıştı-

ılmaktadır. Dolayısıyla öğretmen hazırlığı sürecinde bu yetersizliklerin tespit edilerek, bu konudaki eksiklikleri giderecek uygulamaların planlanması gerekmektedir. Bu kapsamda özellikle son yıllarda fen öğretmenlerinin mesleki bilgi yapılarından olan öğrenciyi anlama bilgisi üzerinde önemle durulmakta ve bu bilgi yapısına ilişkin öğretmen adaylarının anlayış ve öz yeterliliklerini geliştirme çalışmaları yürütülmektedir. Fen bilimleri eğitiminde bu tür çalışmaların gerekliliği ve uygulama sonuçlarını görmek için araştırmacılar çeşitli testlere ve ölçme araçlarına ihtiyaç duymaktadırlar. Literatürde fen bilimleri öğretmen adayları için çeşitli konularda öz yeterliliği değerlendirmek amacıyla geliştirilmiş birçok ölçme aracı yer almaktadır. Buna karşın öğretmen adaylarının öğrenciyi anlama öz yeterliliklerini değerlendirmeye hizmet edecek bir ölçme aracının literatürde yer almadığı belirlenmiştir. Bu değerlendirmeler sonucunda hizmet öncesi dönem fen bilimleri öğretmen adaylarının öğrenciyi anlamaya ilişkin öz yeterlilik inanışlarını belirlemek amacıyla kullanılabilir bir ölçme aracı kazandırmanın önemli olduğu düşünülmüştür. Çünkü böyle bir ölçme aracı, fen bilimleri öğretmen adaylarının öğrenciyi anlama konusundaki yeterlilik durumlarının tespit edilmesine olanak sağlayacağı ve zayıf olduğu anlaşılan bilgi boyutlarında onların mesleki gelişimlerini iyileştirecek rehberliklerin sağlanması konusunda öğretmen adayı eğitimcilerine önemli ipuçlarını vereceği düşünülmektedir. Bu kapsamda, fen bilimleri öğretmen adaylarının öğrenciyi anlamaya ilişkin öz yeterlilik inanışlarını geçerli ve güvenilir bir şekilde ölçmeye olanak sağlayacak bir ölçme aracının geliştirilmesi bu çalışmada amaçlanmıştır.

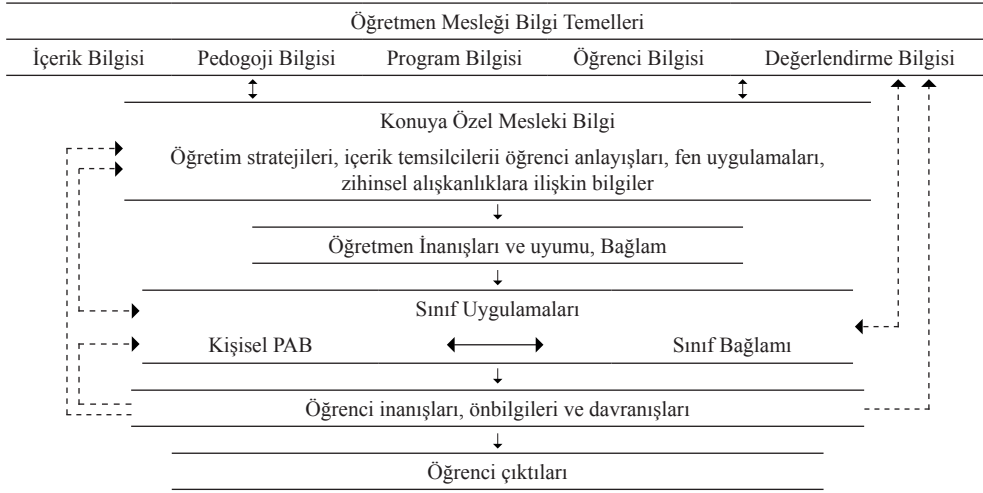
Pedagojik alan bilgisi (PAB) ve öğrenciyi anlama bilgisi

Öğretmen eğitimine ilişkin yapılan tartışmaların çoğu, öğretmenlerin etkili uygulayıcılar olmaları için ne tür bilgilere sahip olmaları gerektiği ve bu bilgilerin pedagojik uygulamalarla nasıl biçimleneceğine odaklanmaktadır (Tairab, 2012). Günümüzde fen bilimleri öğretmen eğitim programlarının temel amacı, pedagoji ve içerik eğitimi arasında denge kurarak, etkili öğretmenlerin yetişmesini sağlamaktır. Etkili öğretmenler için genellikle alan, pedagoji ve pedagojik alan bilgisi olarak tanımlanan üç tip bilgi alanına yoğunlaşmaktadır (Jegade, Taplin ve Chan, 2000). Çok yakın zamana kadar fen bilimleri öğretmenlerinin konu alan bilgisi, öğretmen yetiştiren kurumların birçoğunun öncelikli amacı olmuştur. Fakat birçok ülkede uluslararası fen bilimleri sınavlarının sonuçlarına ilişkin yapılan değerlendirmeler, öğretmenlerin mesleki bilgi yapılarını ve yeterliliklerini yeniden tartışmaya açmıştır. Bununla birlikte başarılı bir öğretim için öğretmenin mesleki bilgisini biçimlendiren bir yapı olarak pedagojik alan bilgisi (PAB) öne çıkmaya başlamıştır. PAB kavramı ilk olarak Shulman (1986) tarafından *“en güçlü analogiler, açıklamalar ve örneklerin kullanılması yoluyla konuyu başkaları için anlaşılır bir şekilde sunma ve formüleleştirme yolu”* olarak tanımlanmıştır (s.9). PAB, geleneksel olarak ayrılmış konu içeriği ve pedagojik bilgi tabanlarını etkili bir şekilde harmanlayan epistemolojik bir kavram olarak değerlendirilmektedir (Mishra ve Koehler, 2006). Shulman'ın bu tanımlamasından sonra PAB pek çok araştırmacı tarafından

yeniden tartışılmıştır (Geddis, 1993; Grossman, 1990; Gess-Newsome ve Lederman, 1995).

Phelps ve Schilling (2004) PAB'ı, öğretmenlerin etkili öğretim yollarıyla öğrencilerin ihtiyaç duydukları konu alanı bilgisini, diğer öğretmenlerden farklı şekilde öğretebilemleri olarak ifade etmektedir. PAB, öğrenci öğrenmesini kolaylaştıran öğretmenler için konu bilgisinin yorumlanmasını ve dönüştürülmesini ifade eder (Geddis, 1993; Van Driel, Verloop ve De Vos 1998). PAB, araştırmacılar için öğretmenlerin bilgi ve becerilerini daha iyi anlamaya yakından bakmak için yeni olanaklar sağlamanın bir yoludur (Berry, Loughran ve Van Driel, 2008). Shulman (1987), en iyi öğretmen olabilmek için sağlam bir PAB'a ihtiyaç duyulduğunu belirtmiştir. Shulman'ın ilgi çeken bu iddiası pek çok tartışmayı beraberinde getirmiş ve başka araştırmacılar tarafından PAB'ın öğretmen bilgi modeli çerçevesinde yeniden yorumlanmasını sağlamıştır (Abell, 2007; Baxter ve Lederman, 1999; Cochran vd., 1993; Geddis, 1993; Gess-Newsom, 1999; Grossman, 1990; Hashweh, 2005; Loughran, Berry ve Mullhall, 2006; Magnusson ve diğ., 1999; Park ve Oliver, 2008; Tamir, 1988; Van Driel ve diğ., 1998).

Bugün dünyada nitelikli öğretmen yetiştirme politikası, kariyeri boyunca pedagojik ve konu alanı bilgisi bakımından güçlü bir yapıya sahip bireylerin yetiştirilmesi olarak tanımlanmaktadır (Bolyard ve Moyer-Packenham, 2008; Wallace ve Loughran, 2012; Kelly, 2000). Fen bilimleri öğretmenlerinin mesleki bilgi yapısı üzerine dikkat çeken bu tanımlamayla birlikte, PAB'ı oluşturan bilgi temelleri üzerinde de yoğun bir tartışma başlamıştır. Bu süreçle beraber birçok araştırmacı PAB'ın alt bilgi boyutlarını tanımlamışlardır (Grossman, 1990; Cochran ve diğ., 1993; Geddis, 1993; Gess Newsome, 1999; Lee & Luft, 2008; Loughran ve diğ., 2006; Magnusson ve diğ., 1999; Park ve Oliver, 2008) Bu tanımlamalar incelendiğinde, PAB yapısı içerisinde en temel bilgi alanı olarak öğrenciyi anlama bilgisinin, tüm PAB modellerinde öne çıktığı görülmektedir. Fen bilimleri alanında öğretmenlerin öğrenciyi anlamaya ilişkin bilgileri, öğrencilerin özel bir fen konusu hakkında benimsediği fikirlerin çeşitliliği, o konu hakkındaki ön bilgileri, kavram yanılgıları ve öğrenme zorluklarına dair bilgileri içermektedir. Bu bilgi yapısı ayrıca öğrencilerin öğrenmedeki farklılıkları, öğrenme stilleri, gelişim seviyesi ve ihtiyaçlarına ilişkin bilgiyi de kapsamaktadır (Park ve Oliver, 2008). Fen bilimlerinde öğretmenlerin öğrenciyi anlama bilgilerini içeren en son modellerden birisini Gess-Newsome (2015) ortaya koymuştur. Öğretmen mesleki bilgisi içerisinde tanımlanan bu bilgi alanına ilişkin model Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Gess-Newsome (2015) öğretmen mesleki bilgi modeli

Gess-Newsome'un (2015) tanımladığı öğretmen mesleki bilgi modelinde, fen bilimleri öğretmenlerinin öğrenciyi anlama bilgilerinin, öğrenci inanışı, ön bilgi ve davranışları gibi faktörlerden etkilediğine dikkat çekilmektedir. Ayrıca aynı faktörlerin fen bilimlerinde hem konuya özel mesleki bilgi yapılanması hem de sınıf uygulamalarını etkileyen bir yapı olduğu da vurgulanmaktadır. Bu faktörlerin etkisi sonuç olarak öğrenci öğrenme çıktılarına yansımaktadır. Kind (2017) fen bilimleri öğretmen adaylarının konuya özel pedagojik bilgi yapısı oluşturmalarında, öğrencilerin bireysel özelliklerine ilişkin sahip olunan bilgiler ile öğrencilerin ön bilgi ve kavram yanılgıları farkındalığının önemli bir etkiye sahip olduğuna dikkat çekmektedir. Magnusson ve diğ. (1999) fen bilimleri öğretmenlerinin öğrenciyi anlama bilgisini; öğrencilerin konuları öğrenebilmesi için hangi ön bilgi ve beceriye sahip olmaları gerektiği, öğrenmelerini engeleyecek zorlukların ne olduğu, konulara özel öğrenci kavram yanılgılarının neler olabileceğine ilişkin anlayışları temelinde açıklamışlardır. Anderson ve Clark (2012) ile Cochran ve diğ., (1993) bu yapıyı, öğretmenlerin öğrenci ön bilgileri, ön kavramları ve öğrenme zorluklarını anlamaları olarak tanımlamışlardır. Schneider ve Plassman (2011) ise bu yapıyı, öğretmenlerin öğrenciler için fen fikirlerinin zorluğunu anlayabilmesi olarak tanımlamışlardır. Ayrıca Park ve Oliver'a (2008) göre bu bilgi alanı, öğrencilerin kavram yanılgıları, öğrenme zorlukları ve ihtiyaçları, motivasyon ve ilgi durumları hakkında öğretmenlerin sahip olduğu bilgi yapısıdır.

Ortaokul öğrencileri bilimsel doğruluktan yoksun olarak doğal dünyaya ilişkin çeşitli ön bilgilerle fen sınıflarına gelirler (Donovan ve Bransford 2005). Dolayısıyla fen öğrenme çevrelerinin öğrencilerin daha fazla bilimsel kavramı doğru bir şekilde anlamaya ve mevcut fikirlerini arındırmaya yol açacak bilimsel öğrenme deneyimleri sağlayabilmelidir (Sabel, Forbes ve Flynn, 2016). Dahası öğretmenlerin doğru öğretimi organize edebilmeleri ancak öğrenci anlayışlarını dikkate almalarıyla sağlanabilir (Padilla, Ponce-De-León, Mabel Rembado ve Garritz, 2008).

Fen bilimleri öğretmen adaylarının öğrenciyi anlama bilgilerinin incelenmesi

Günümüzde fen bilimleri öğretmen adaylarının öğrenciyi anlamaya ilişkin durumlarını değerlendirmek amacıyla yarı yapılandırılmış görüşmeler, öğretim temsil formları (CoRe), ders gözlemleri ve kavram haritaları en çok tercih edilen teknikler olarak karşımıza çıkmaktadır (Loughran, Mulhall ve Berry, 2004; Park, Jang, Chen ve Jung, 2011). Bunun yanında son yıllarda özellikle hazırlık süreci daha zorlu olan problem senaryosu temelli ölçme maddelerini içeren yeni tekniklerinin de fen bilimleri öğretmenleri ve adaylarının öğrenci anlayışına ilişkin durumlarını belirlemek amacıyla kullanıldığı görülmektedir (Jüttner ve Neuhaus, 2012; Nelson ve Davis, 2012; Jüttner, Boone, Park ve Neuhaus, 2013; Schmelzing ve diğ., 2013). Problem senaryosu temelli tekniğe öncülük eden Schmelzing ve diğ. (2013), dolaşım sistemi konusunda hem fen bilimleri öğretmenleri hem de öğretmen adaylarının öğrenciyi anlama durumlarını (*students' misconceptions*) değerlendirmek amacıyla 5 maddelik bir test geliştirmişlerdir. Bu test maddeleri dolaşım sistemi konusunda öğretime ilişkin bir pedagojik senaryo, bu senaryoya ilişkin öğrenci anlayışı üzerine bir problem durumu ve bu problemin çözümüne ilişkin cevap seçeneklerinden oluşmaktadır. Bir diğer çalışmada, Jüttner ve diğ. (2013), biyoloji öğretmenlerinin öğrenciyi anlama bilgilerinin belirlemek amacıyla benzer bir ölçme aracı geliştirmişlerdir. Yine Jüttner ve Neuhaus (2012), biyoloji dersinde öğrencilerin refleks konusunda sahip oldukları bilgi hatalarına ilişkin olarak öğretmenlerin öğrenciyi anlama durumlarını inceleyen bir test ortaya koymuşlardır. Bunun dışında Nelson ve Davis (2012) fen bilimleri öğretmen adaylarının ortaokul öğrencilerinin fen derslerinde çizmiş oldukları modellere ilişkin olarak öğretmenlerin öğrenciyi anlama bilgilerinin değerlendirmişlerdir. Bu teknikte araştırmacılar, öğrencilerin buharlaşma ve yoğunlaşma konusunda çizmiş oldukları modellere ilişkin fen bilimleri öğretmen adaylarının öğrenciyi anlama bilgilerinin ne düzeyde olduğunu incelemişlerdir. Yine son olarak Park ve diğ. (2018) fen bilimleri öğretmenlerinin fotosentez konusunda öğrenciyi anlama bilgilerinin belirlemek amacıyla anket tipi bir ölçme aracı geliştirmişlerdir. Bu ölçme aracındaki maddeler üç bölümden oluşmuştur. Bunlar; i) bir fen bilimleri öğretmenin fotosentez konusunu öğrettiği dersten bir bölümün senaryo olarak tanımlanması, ii) fotosentez konusuna ilişkin öğrenci tartışma cümleleri ve iii) öğretmenin öğrencilerin tartışmada ortaya koydukları fikirlere ilişkin yorumları ve bu yorumları anket tarzında değerlendirme. Bu çalışmalar incelendiğinde fen bilimleri eğitimi alan yazınında, duyuşsal anlamda fen bilimleri öğretmeni ve adaylarının öğrenciyi anlamaya ilişkin kendi durumlarını değerlendirmek için herhangi ölçme aracının yer almadığı görülmektedir. Bunun yanında ilgili alan yazınında sadece öğretmenin öğrenciyi anlama durumunun öğrenci tarafından likert tarzda değerlendirmek amacıyla geliştirilen bir ölçeğe rastlanmıştır. Bu ölçme aracı öğretmenlerin öğrenciyi anlama bilgisine ilişkin durumlarının ortaokul öğrencilerinin bakış açısıyla değerlendirilmesini içermektedir (Jang, Guan ve Hsieh, 2009).

Fen bilimleri öğretmenleri ve öğretmen adaylarının öz yeterliliği

Öğretmen kariyerinde PAB'ın gelişimine katkı sağlamada üç faktör etkili olmaktadır; birincisi nitelikli konu alan bilgisine sahip olma, ikincisi sınıf deneyimi ve üçüncüsü ise kişisel özyeterliliğin iyi seviyede olmasıdır (Kind, 2009). Bu faktörlerden özyeterlilik, Albert Bandura'nın 1977'deki sosyo bilişsel kuramıyla ortaya çıkmıştır. Bandura (1977) öz yeterlilik kavramını kişinin bir işi belirli seviyede başarmasına ilişkin inancı olarak tanımlamıştır. Belki de en açık tanım olarak öz yeterlilik, bir işteki becerileri ortaya koymada gerekli eylemin yapılması veya organize edilmesi için kişinin yeteneklerine olan inanışıdır (Bandura, 1997). Bandura (1986), insanın davranış ve motivasyonunu etkilemede öz yeterliliğin merkezi rolüne dikkat çekmektedir. Daha fazla öz yeterlilik, insanları zorlukların üstesinden gelmede daha ısrarcı ve daha fazla çaba harcamaya teşvik eder (Zimmerman, 2000). Bununla birlikte öğretmen öz yeterliliği, öğretim hedefleri için etkili metotları uygulama kapasitesine ilişkin öğretmenin inancı olarak tanımlanmaktadır (Park ve Oliver 2008). Öğretmen öz yeterliliği, öğrencilerin doğrudan etkili deneyimlerle meşgul olmalarını desteklemede ihtiyaç duyulan bir içsel motivasyondur (Bradbury, Wilson ve Brookshire, 2018). Öz yeterlilik kuramına göre, daha yüksek öz yeterlilik hissi, öğrencilerinin gelişimi için mücadele eden daha kararlı öğretmenleri yansıtmaktadır (Woolfolk, Winne, Perry ve Shapka, 2009). Öz yeterlilik aynı zamanda insanların bir zorlukla yüzleştğinde ne kadar çaba harcayacaklarının bir ölçüsüdür (Çetinkaya-Aydın ve Çakıroğlu, 2017). Bireylerin davranışlarını etkileyen özyeterliliğin iki temel bileşeni vardır; (1) önceki yaşam deneyimlerine dayalı bir eylemin çıktılarına ilişkin beklentileri ve (2) uygulama deneyimlerinin üstesinden gelmede kendi yeteneklerine olan inanışları. Bir öğretmenin yüksek öz yeterliliği, başarılı bir şekilde en zorlu öğrencilere bile öğretebilme inanışıdır. Buna karşın düşük öz yeterlilik, öğretimde öğrencilerin motive edilmeyeceği bir inanışa karşılık gelmektedir (Bandura, 1997).

Öğretmen öz yeterliliği öğrenci öğrenme çıktılarıyla doğrudan ilişkilidir (Klassen, Tze, Betts ve Gordon, 2011). Araştırmalar, öğretmen öz yeterliliğinin etkili öğretim ve öğrenci başarısındaki pozitif etkilerine dikkat çekmektedir (Ying, Connor, Yanyun, Roehrig ve Morrison, 2012; Miller, Ramirez ve Murdock, 2017; Putman, 2012). Güçlü öğretim öz yeterliliği hissi, sıklıkla yüksek motivasyon, daha fazla çaba, kararlılık ve dirençle sonuçlanır. Buna karşın öğretmenlerde düşük öz yeterlilik, akademik olarak öğrencileri iyileştirme mücadelesi vermeyerek, sadece onlara eleştirel olarak yaklaşan negatif davranışlarla sonuçlanmaktadır (Bandura, 1997; Palmer, 2011; Tschannen-Moran, Hoy ve Hoy, 1998). Son yıllarda birçok araştırma öğretmen adaylarının mesleki bilgi ve becerilerini öğretim süreçlerine taşıyabilme öz yeterlilikleri üzerine yoğunlaşmıştır (Bergman ve Morphew, 2015; Cinici, 2016; Han, Shin ve Ko, 2016; van Rooij, Fokkens-Bruinsma ve Goedhart, 2019). Bu araştırmalar öğretmen adaylarının gelecekte çeşitli öğretim hedeflerini başarmaları için öz yeterlilik durumlarının tespiti ve buna uygun ihtiyaç analizlerini içermektedir (Ma ve Cavanagh, 2018; Fahlman,

Hall ve Gutuskey, 2013). Öğretmen adaylarının hazırlık süreci gelecekte tecrübe edecekleri öğretim süreçleri üzerinden değerlendirilmeli ve bu süreçlere ilişkin öğretmen adaylarının öz yeterlilik algıları belirlenip, ihtiyaç duyulan gelişim fırsatlarının, meslek öncesi dönemde öğretmen eğitimcileri tarafından onlara sağlanmasını içermelidir (Brown, Lee ve Collins, 2015). Öz yeterlilik, öğretmen sorumluluğunu, çabasını ve performansını dahası gelecek kariyer seçimini etkilemektedir (Webb-Williams, 2018). Öğretmen motivasyonu ve performansı ile ilişkilendirilen öz yeterlilik inancı, öğretmen adaylarının eğitiminde de oldukça önemli bir köşe taşıdır. Öğretmen adaylarının öz yeterliliğinin değerlendirilmesi devam eden hazırlık sürecinin iyileştirilmesi bakımından araştırmacılara, eğitim politikacılarına ve öğretmen eğitimcilerine önemli ipuçları sağlamaktadır (Wyatt, 2015).

Fen öğretiminde öz yeterlilik kavramı, Riggs ve Enochs (1990) tarafından ortaya koyulmuştur. Araştırmacılar bu kavramı fende öğrenci öğrenmesini etkileme becerisine sahip olan bireylerin güven seviyelerine ilişkin inanışları olarak tanımlamışlardır. Fen öğretim öz yeterliliği, iki özel inanış tipini birleştirmektedir: i) kişisel fen öğretim yeterliliği ve ii) fen öğretimi çıktı beklentisi. Fen öğretim yeterliliği, etkili bir şekilde fen öğretmek için öğretmenin kendi yeteneğine olan inanışını temsil eder. Buna karşın fen öğretim çıktı beklentisi ise öğrencilerin feni öğreneceklerine ilişkin olarak öğretmenin inanış derecesini yansıtır. Öz yeterlilik, fen bilimlerinde öğretme ve öğrenme süreçlerinin kalitesini geliştirme bakımından en önemli faktörlerden birisi olarak tanımlanmaktadır (Çakıroğlu, Çapa-Aydın ve Woolfolk Hoy, 2012; Çetinkaya-Aydın ve Jale Çakıroğlu, 2017). Kazempour ve Sadler'e (2015) göre, yetersiz fen öğretimi deneyimine bağlı olarak öğretmenlerin negatif inanışlara sahip olmaları, etkili öğretim uygulamalarını önemli bir şekilde zayıflatmaktadır. Araştırmalar yüksek öz yeterliliğe sahip fen öğretmenlerinin, başarılı ön deneyimlere sahip olduğunu rapor etmektedir (Clark ve Newberry, 2019; Ma ve Cavanagh, 2018). Son yıllarda birçok çalışma fen bilimlerinde öğretmen adaylarının öz yeterliliği üzerine yoğunlaşmıştır (Avery ve Meyer, 2012; Ford, Field, Madsen ve Qian, 2013; Liang ve Richardson, 2009; McCall, 2017; Knaggs, Sondergeld ve Henry, 2017). Öz yeterlilik inancı öğretmenlerin fen öğretim uygulamalarındaki kararlılıklarında önemli rol oynamaktadır. Dolayısıyla bugün fen bilimleri alanına öğretmen yetiştiren birçok kurum ve araştırmacı bu kavram üzerinde önemle durmaktadır (Menon ve Sadler, 2018). Bugün fen bilimleri öğretmenin eğitiminin merkezindeki en temel konu, öğretmenleri feni başarılı bir şekilde nasıl öğretebileceği konusunda hazırlayabilmektir. Bununla birlikte etkili bir öğretmen olmak için sadece fen bilimleri eğitimi içeriğine ilişkin yüksek öz yeterliliğe sahip olmak değil, aynı zamanda bu bilgileri uygulamada da yüksek öz yeterliliğe sahip olması gerekmektedir (Yangin ve Sidekli, 2016).

Öz yeterlilik bir beklenti inanışıdır çünkü o görev performans edilmeden ölçülür (Wigfield, Muenks ve Rosenzweig, 2015). Öz yeterlilik araştırmalarında, öz yeterlilik inanışlarını ölçmek için likert ölçeklerin kullanılması eğilimi öne çıkmaktadır (Tschannen-Moran ve Wo-

olfolk Hoy, 2001; Klassen ve Usher, 2010). Nadiren de olsa öz yeterlilik araştırmalarında nitel yaklaşımlarda kullanılmaktadır (Zeldin ve Pajares 2000; Usher, 2009; Klassen ve Usher 2010; Chen ve Usher 2013). Fen bilimleri eğitimi alanında öğretmen ve öğretmen adaylarının öz yeterliliğini değerlendirme çalışmalarının büyük oranda ölçekler yoluyla yapıldığı görülmektedir. Literatürde “Teacher Self-Efficacy Scale-TSES en yaygın olarak karşımıza çıkan öğretmen öz yeterlilik ölçeğidir (Tschannen ve Hoy, 2001). Bununla birlikte fen öğretmenleri ve adaylarının genel öğretim öz yeterliliklerini belirlemek için de çeşitli ölçme araçları geliştirilmiştir. “STEBI-A” (Riggs, 1988)” ve “STEBI-B” (Enochs ve Riggs, 1990) bunlardan en önemlileridir. Bununla birlikte yine fen bilimlerinde öğretmen ve adaylarının çeşitli öğretim yaklaşımlarını kullanabilme öz yeterliliklerini incelemek amacıyla ölçek geliştirme çalışmalarında yapıldığı görülmektedir (Moseley, Utley, Angle ve Mwavita, 2016). Ayrıca konu alanı (biyoloji, fizik, kimya, çevre ve astronomi) ve özel fen içeriği bağlamında da çok sayıda özyeterlilik ölçeği geliştirme çalışmasının literatürde yer aldığı görülmektedir (Baldwin, Ebert-May ve Burns, 1999; Demirci ve Özyurek, 2018; Tatar, Yıldız, Akpınar ve Ergin, 2009).

Yöntem

Çalışma grubu

Bu araştırmada iki ayrı çalışma grubu kullanılmıştır. Birinci çalışma grubu, Türkiye’deki 11 üniversitenin eğitim fakültesi fen bilgisi öğretmenliği programı 4. sınıfta öğrenim gören 360’ı kadın, 142’si erkek, toplam 502 öğretmen adayını içermektedir. İkinci çalışma grubunu ise Türkiye’deki 8 üniversitenin eğitim fakültesi fen bilgisi öğretmenliği programı 4. sınıfta öğrenim gören 289’u kadın, 165’i erkek, toplam 454 öğretmen adayı oluşturmaktadır. Ölçek geliştirme çalışmalarında faktör analizi için, 500 ve üzeri çok iyi örneklem sayısı olarak nitelendirilmektedir (Tabachnick ve Fidell, 2007). Bunun yanında, oluşturulan madde havuzunda yer alan madde sayısının on katı bir örnekleme ulaşmak oldukça yeterli bir sayı olarak kabul edilmektedir (Worthington ve Whittaker, 2006). Bu çalışmanın, daha kapsayıcı olmasını sağlamak amacıyla Türkiye’nin her bölgesinden farklı özellik ve çeşitlilikle dördüncü sınıf fen bilimleri öğretmen adaylarına ulaşılması tercih edilmiştir. Ayrıca çalışma örnekleminin 4. sınıf öğretmen adaylarından seçilme nedeni, fen bilimlerinde öğrenciyi anlamaya ilişkin öz yeterlilik durumlarının meslek öncesi hazırlığın son aşamasında daha belirgin şekilde ortaya koyulacağı düşünülmesidir. Çalışma grubunun üniversitelere göre dağılımı Tablo1’de gösterilmiştir.

Tablo 1. Birinci ve ikinci çalışma gruplarının üniversitelere göre dağılımı

1. Çalışma Grubuna Ait Veriler			2. Çalışma Grubuna Ait Veriler		
Üniversiteler	<i>f</i>	%	Üniversiteler	<i>f</i>	%
A	52	10.4	A	53	11.7
B	45	9.0	B	50	11
C	38	7.6	C	41	9
D	65	12.9	D	59	13
E	39	7.8	E	57	12.6
F	37	7.4	F	68	15
G	33	6.6	I	53	11.7
H	50	10.0	J	73	16.1
I	46	9.2	Kadın	289	63.66
J	56	11.2	Erkek	165	36.34
K	41	8.2	Toplam	454	100
Kadın	360	71.7			
Erkek	142	28.3			
Toplam	502	100			

Ölçek geliştirme süreci

Öncelikle ölçek geliştirilmesi düşünülen özelliğin, kuramsal yapısının bilinmesi gerekmektedir. Çünkü tüm ölçekler, belirli bir kuramdan hareket eder ve bulguları o kuramı doğrulamaya yönelik olarak hazırlanmış araçlardır (Şeker ve Gençdoğan, 2014). Yine Erkuş'a (2014) göre ölçek geliştirmenin en temel basamağı ölçülecek özelliğin kavramsal ve kuramsal tanımının iyi yapılmasıdır. Çünkü sonraki işlem ve süreçlerin hemen hepsi bu temele göre biçimlenmektedir. Bu bağlamda ilk önce kapsam geçerliliğine yönelik çalışmalar yapılmıştır. Kapsam geçerliliği, ölçekte yer alan maddelerin, seçilen bir çalışma grubunun ölçülmek istenen davranışlarını ölçmede ne düzeyde temsil ettiğini belirlemek amacıyla yapılmaktadır (Fraenkel ve Wallen, 2008; Josi, Kale, Chandel ve Pal, 2015; Kooken, Welsh, McCoach, Johnston-Wilder ve Lee, 2016). Diğer bir ifadeyle, ölçeğe ilişkin maddelerin, ölçülmek istenen davranışları yeterli oranda temsil edip etmediğiyle ilgilidir (Fraenkel ve Wallen, 2008). FÖAYÖ'nün kapsam geçerliliğini sağlamak amacıyla ilk önce fen bilimlerinde öğrencinin sahip olacağı bilgi ve bunu etkileyen durumlar üzerine uluslararası literatürde yer alan araştırmalar incelenmiştir. Bu bağlamda fen bilimlerinde öğrenci anlayışı üzerine beş ana temanın öne çıktığı görülmüştür. Bunlar: ön bilgiler (Ahmar, Ramlawati ve Ahmar, 2017; Cheng, She ve Huang, 2017; Kendeou ve O'Brien, 2016; Suma, Sadia ve Pujani, 2018), kavram yanılgıları (Ainiyah, İbrahim ve Hidayat, 2018; Moodley ve Gaigher, 2017; Naah, 2015), öğrenme zorlukları (Osman, BouJaoude ve Hamdan, 2017), bireysel farklılıklar ve öğrenme süreçleri (McDaniel, Cahill, Frey, Rauch ve diğ., 2018). Bu başlıklar altında ayrıntılı literatür taraması yapıldıktan sonra bu temalara dayalı madde havuzu oluşturulmuştur. Bu kapsamda her iki araştırmacı bağımsız bir şekilde, yukarıda ifade edilen beş ana temaya ilişkin maddeler hazırlamışlardır. Her iki araştırmacı tarafından hazırlanan maddeler daha

sonra bir araya getirilerek birleştirilmiştir. Toplamda 81 maddelik havuz ortaya çıkmıştır. Bu işlem sonucunda araştırmacılar tarafından havuzda yer alan maddelerden aynı anlama gelen ve benzer kelimelerle kurulu madde kökleri tespit edilerek, bu maddelerin tek ve en uygun olacak şekilde yeniden düzenlenmesi sağlanmıştır. Bu değerlendirmeler sonucunda madde havuzunda geriye 69 madde kalmıştır. Kapsam geçerliliğine ilişkin bu başlangıç işlemlerinin ardından FÖAYÖ'ye ilişkin ilk taslak form uzmanların değerlendirmesine uygun hale getirilmiştir. Daha sonra FÖAYÖ'nün maddelerinin kapsam geçerliliği için uzman görüşlerine başvurulmuştur. Üç fen bilimleri eğitimi, bir Türkçe eğitimi ve bir de ölçme değerlendirme alanında uzman beş öğretim üyesi tarafından ölçekteki maddeler incelenmiştir. Taslak form, fen bilimleri alanındaki uzmanlardan ikisine görüşlerinin alınması için e-posta yoluyla gönderilmiştir. Diğer fen bilimleri eğitimi uzmanı, ölçme değerlendirme uzmanı ve Türkçe dil uzmanıyla ise yüz yüze görüşmeler yapılarak ölçek maddelerine ilişkin görüşler alınmıştır. Bu incelemeler sonucunda fen bilimleri alanında uzman öğretim üyeleri tarafından toplamda yirmi iki maddenin ölçekten çıkarılması konusunda görüş bildirilmiştir. FÖAYÖ'nün geriye kalan 47 maddesi, Türkçe dil kuralları ve anlaşılabilirlik bakımından dil uzmanı bir öğretim üyesince incelenmiştir. Bu incelemeler sonucunda aynı anlama geldiği düşünülen ve madde kökünün anlaşılması bakımından eksik ve yetersiz olduğu görülen 6 maddenin daha ölçekten çıkarılması yönünde görüş bildirilmiştir. Bu işlemin ardından geriye kalan 41 maddelik FÖAYÖ'nün ilk taslak formu örnekleme uygulanmak üzere hazır hale getirilmiştir. Yukarıda ifade edilen bu incelemelere ilişkin araştırmacılar ve alan uzmanları tarafından yapılan madde değerlendirmelerini örnekleyen durumlar Şekil 2'de verilmiştir. Yine ölçme değerlendirme alanında uzman bir öğretim üyesinden alınan görüşler doğrultusunda ölçekte yer alan ifadeler için *Oldukça yeterliyim (5), Yeterliyim (4), Kısmen Yeterliyim (3), Yetersizim (2) ve Oldukça yetersizim (1)* şeklinde beşli bir derecelendirme yapılmasına karar verilmiştir. Ayrıca ön deneme olarak ölçeğin cevaplama süresi ve maddelerin anlaşılabilirliğini belirlemek için toplam 32 dördüncü sınıf fen bilimleri öğretmen adayı üzerinde deneme uygulaması yapılmıştır. Bu uygulama sonucunda ilk cevaplama süresiyle son cevaplama süresi toplanıp ikiye bölünerek 41 maddenin ortalama 25 dakikada yanıtlandığı tespit edilmiştir. Bu kapsamda ölçeğin tüm üniversitelerdeki uygulama süresi en fazla 30 dakika olarak belirlenmiştir. Ölçeğin taslak formu, katılımcı üniversitelere kargo yoluyla gönderilmiş ve gönüllülük esasına dayalı olarak adaylara uygulanmıştır.

20	Yeni öğrendikleri konuya ilişkin bilgi hatalarını düzeltmeleri konusunda (uygun örnekler ve açıklamalar kullanabilmede)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	Açıklma (Office7): Binişik olmuş madde. Hem örnek hem açıklama bir arada, çıkarılmalı.
47	Her birinin fiziksel ve duygusal durumunu dikkate alabilmek kousunda	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	

Şekil 2. FÖAYÖ'nün ön taslak maddelerine ilişkin uzman değerlendirmesinden örnek alıntılar

Verilerin analizi

FÖAYÖ'nün taslak formu, çalışma grubuna uygulandıktan sonra ölçümlerin psikometrik özelliklerini belirlemek için istatistiksel analizler yapılmıştır. Ölçeğin yapı geçerliliğini belirlemek için açımlayıcı faktör analizi (AFA) ve doğrulayıcı faktör analizi (DFA) yapılmıştır. Bu ölçek geliştirme çalışmasında AFA için temel bileşenler analizi faktörleştirme tekniği kullanılmıştır. Bu teknik ölçeklerin yapısal özelliklerini belirlemek açısından diğerlerine göre çok daha güçlü ve yorumlanması daha kolaydır. Özellikle de değişkenlerin azaltılması anlamlı bir kavramsal yapıya ulaşmada etkili bir çözümleme yoludur (Büyüköztürk, 2013; Tabachnick ve Fidell, 2015). Bu çalışmada AFA için SPSS 20.0 paket programı kullanılmıştır. Bu kapsamda ilk önce örneklem grubundan toplanan verilerin faktör analizine uygunluğu için Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) katsayısı ve Bartlett küresellik testi analizleri yapılmıştır. KMO katsayısı, örneklem grubundan toplanan verilerin analiz için yeterli sayı olup olmadığının bir ölçüsüdür. KMO değerinin 0.90 üzerinde çıkması, toplanan verilerin faktör analizi için mükemmel düzeyde uygunluğuna işaret etmektedir (Tavşancıl, 2010). Ayrıca Bartlett küresellik testi sonucunda hesaplanan ki-kare değerinin anlamlı çıkması veri matrisinin uygun olduğunun bir göstergesidir. Bu değer anlamlı çıkması elde edilen puanların normallığının de bir kanıtıdır (Büyüköztürk, 2013). KMO ve Bartlett Test'i analizden elde edilen sonuçların bu ölçek geliştirme çalışması için uygun olduğu görülmüş ve veriler üzerinde faktör analizi yapılmasına başlanmıştır. Faktör analizi çok sayıdaki değişkenden, daha az sayıdaki faktör boyutlarına indirgeme işlemidir (Şeker ve Gençdoğan, 2014). Ölçeğin faktör yapısına, öz değer göstergeleri, açıklanan varyans oranları, yamaç eğim grafiği ve yapının döndürülmesi işlemleri dikkate alınarak karar verilmiştir.

Ölçek geliştirirken faktör belirleme kuralları açısından olabildiğince birden çok yönteme başvurulması gerekmektedir. Çünkü ölçek yapısı ve alt yapılarının nasıl ve kaç tane olduğu, en doğru olarak bu şekilde kestirilebilir (Erkuş, 2014). Bu ölçek geliştirme çalışması için faktörler arasında ilişki olacağı öngörüsünde bulunularak eğik döndürme işlemi yapılmıştır. Eğik döndürme işlemi, ölçeğin faktörlerinin birbiriyle ilişkili olduğu sayılına dayanmaktadır (Büyüköztürk, 2013; Erkuş, 2014; Tabachnick ve Fidell, 2015). Ölçekte yer alan önemli faktör sayısı belirlendikten sonra, maddelerin ilgili faktörlerle korelasyonunu ifade eden faktör yükleri incelenmiştir. Bu faktör yükleri bakımından .35 değeri alt sınır olarak kabul edilmiştir. Birden fazla faktörde, faktör yüküne sahip maddeler incelenerek, en yüksek iki faktör yükü arasındaki farkın alt sınır olarak belirlenen .10'dan büyük olup olmadığı dikkate alınmıştır (Çokluk, Şekercioğlu ve Büyüköztürk, 2010). Çok faktörlü bir yapıda, birden çok faktörde yüksek faktör yükü değerini veren madde binişik madde olarak tanımlanır ve ölçekten çıkarılması gerekir (Büyüköztürk, 2013). Bu kapsamda Promax döndürme tekniğiyle binişik maddelerin ölçekten çıkarılması dokuz tekrarlı gerçekleştirilmiştir.

Hem faktör yükü değeri bakımından hemde birden fazla faktörde yukarıda ifade edilen ölçütleri karşılamayan maddeler ölçekten çıkarılmıştır. Ayrıca ölçeğin madde ortak varyans değerleri (>.60) ve önemli kabul edilen faktörlerin açıkladıkları varyans oranları incelenerek bu değerlerin kabul düzeylerini karşılayıp karşılamadığı belirlenmiştir. Öz değeri 1'den büyük olan önemli faktörlerin ölçeğin toplam varyansının % 60'ını açıklaması iyi bir sonuç olarak ifade edilmektedir (Büyüköztürk, 2013). Bununla birlikte ölçekteki önemli faktörlerin toplam varyansın en az % 40'ını açıklaması eğitim bilimleri açısından yeterli görülmektedir (Kline, 1994; O'Rourke, Psych ve Hatcher, 2013). AFA sonucunda ortaya çıkan 5 faktörlü ölçek yapısını sınamak için ikinci aşamada DFA kullanılmıştır. DFA için LISREL 8.70 programı kullanılmıştır. Bu kapsamda DFA ile sınanan ölçek modeli ki-kare testi (χ^2), uyum indeks değerleri, hata varyansları, gözlenen değişkenlerin t değerlerinin anlamlılığı ve modifikasyon önerileri bakımından incelenmiştir (Schermelleh-Engel, Moosbrugger ve Müller, 2003).

FÖAYÖ'nün yapı geçerliliği kapsamında ayrıca madde toplam korelasyonu (madde ayırt ediciliği), ölçeğin toplam puanları bakımından oluşturulan alt % 27 ve üst % 27'lik grupların madde ortalama puanları arasındaki farkların ilişkisiz t-testi yoluyla sınanması ve ölçeğin bütünü ve faktörleri arasındaki korelasyonun incelenmesi yapılmıştır. Ölçeğin güvenirliliği için ise cronbach alfa ve güvenirlik hesaplamaları yarılama tekniği olana Sperman-Brown formülü ve Guttman split-half kullanılmıştır. Ayrıca FÖAYÖ'nün 35 maddelik son hali, örneklem içerisinde yer alan 4 üniversiteden toplam 165 4. sınıf fen bilimleri öğretmeni adayına 4 hafta arayla tekrar uygulanarak, test tekrar test korelasyon değerleri hesaplanmıştır. FÖAYÖ'nün puanlanmasında "Oldukça Yetersizim" (1), "Yetersizim" (2), "Kısmen Yeterliyim (3), "Yeterliyim" (4) ve "Oldukça Yeterliyim" (5) biçiminde 5'li likert tipine sahip derecelendirme kullanılmıştır.

Bulgular

Yapı geçerliliğine ilişkin bulgular

FÖAYÖ'nün yapı geçerliliğine ilişkin analiz bulguları iki ana başlık altında düzenlenmiştir. Bunlar açımlayıcı ve doğrulayıcı faktör analizleridir.

Açımlayıcı faktör analizi (AFA)'ne ilişkin bulgular

Faktör analizine geçilmeden önce, çalışma grubundan elde edilen veri setinin faktör analizi yapmaya uygunluğunu incelemek için Kaiser-Meyer Olkin (KMO) ve Bartlett küresellik testi değerleri hesaplanmıştır. Çalışma grubundan toplanan veri setinin faktör analizine uygunluğu için yapılan, Kaiser Meyer-Olkin testi ve Bartlett testi sonuçları Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2. Verilerin faktör analizine uygunluğu analiz sonuçları

Kaiser-Meyer-Olkin (KMO)		.96
Bartlett Testi	Ki Kare Değeri (χ^2)	11863.74
	Serbestlik Derecesi (df)	820
	Anlamlılık Düzeyi (p)	.000*

* $p < 0.001$

Tablo 2 incelendiğinde, KMO= .96; Bartlett küresellik testi değeri ise $\chi^2 = 11863.741$; sd= 820 ($p = .000$) olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan KMO katsayısı, kritik değer olarak kabul edilen .70'in üzerindedir. Bu çalışmada KMO değerinin yüksek olması ve 1'e yaklaşması, veri yapısının uygun olduğunun göstergesidir. Ayrıca veriler için hesaplanan Bartlett Küresellik Testi'de .001 düzeyinde manidardır. Bartlett Küresellik Testinden elde edilen ki-kare değerinin anlamlı çıkması, verilerin çok değişkenli normal dağılımdan geldiğini ortaya koymaktadır. Bu analiz sonuçları, 41 maddelik FÖAYÖ üzerinde faktör analizi yapılmasının uygun olduğunu göstermiştir. Bu iki sayıltının karşılanması sonradan AFA'ya ilişkin analiz bulguları incelenmiştir.

Ölçek maddelerini faktörleştirmek için temel bileşenler analizi yapılmıştır. Temel bileşenler analizi sonucunda ölçeğin öz değeri 1'den büyük beş önemli faktör altında toplandığı belirlenmiştir. Ayrıca faktör sayısına karar vermede yamaç eğim grafiği de incelenmiş ve beşinci noktadan sonra grafikteki eğimin yatay bir hal aldığı görülmüştür. Bu bakımdan ölçeğin beş faktörlü bir yapıya sahip olduğuna karar verilmiştir. Daha sonra döndürme yaklaşımı kullanılarak, ölçek maddelerinin faktör yükü değerleri ve hangi faktörle yüksek yük değeri verdikleri tespit edilmiştir. FÖAYÖ'nün 41 maddesinin beş faktörlü yapı içerisinde nasıl dağılım sergilediğini belirlemek için yapılan döndürme işlemine ait analiz sonuçları Tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo 3. FÖAYÖ' nün döndürülmüş bileşenlerine ilişkin faktör yükü değerleri analiz bulguları

Faktör Adı						Faktör Adı					
Madde No	F1	F2	F3	F4	F5	Madde No	F1	F2	F3	F4	F5
M7	.741					M22	.422	.433			
M5	.698					M41		.438		.334	
M4	.693					M23	.321	.426		.390	
M10	.671					M21		.369		.331	
M9	.632					M14			.739		
M6	.628					M18		.333	.709		
M1	.626					M16			.705		
M8	.619					M15			.698		
M2	.616					M13			.682		
M3	.610					M17			.627		
M19	.434	.333	.402			M37				.683	
M20	.424	.372	.366			M12				.677	
M28		.718				M36				.650	
M26		.707				M35		.331		.538	.361
M24		.692				M11				.513	
M27		.614				M39		.456		.470	
M25		.604				M33				.775	
M40		.595				M34		.324		.601	
M38		.519		.418		M30	.339			.599	
M29	.344	.508				M31		.291		.295	.498
M32		.446			.301						

Tablo 3 incelendiğinde, faktör yükü bakımından tüm maddeler için kabul düzeyi olarak belirlenen .32 değerini karşıladıkları görülmektedir. Bunun yanında beş faktör altında kümelenen maddelerin döndürme işlemi sonrasında binişiklik durumları bakımından 19, 20, 21, 22, 23 ve 39. maddelerin birden fazla faktörde yüksek faktör yükü değerine sahip oldukları görülmektedir. 19 ve 20. maddelerin 1., 2. ve 3. faktörlerde, 21. maddenin 2. ve 4. faktörlerde, 22. maddenin 1. ve 2. faktörlerde, 23. maddenin 1., 2. ve 4. faktörlerde, 39. maddenin ise 2. ve 4. faktörlerde yüksek faktör yükü değerine sahip oldukları görülmektedir. Ayrıca bu maddelerin birden fazla faktörde sahip oldukları yük değerleri arasındaki farkın kabul edilebilirlik değeri olan .10'dan daha küçük olduğu anlaşılmaktadır. Bu bakımdan, yukarıda ifade edilen altı maddenin tek bir özelliği ölçmemesi bakımından FÖAYÖ'den çıkarılmasının uygun olacağına karar verilmiştir.

Yukarıda ifade edilen altı binişik maddenin ölçekten çıkarılmasının ardından geriye kalan 35 maddesi için tekrar yapılan AFA sonucunda FÖAYÖ'nün 5 faktörünün herhangi bir maddede birlikte açıkladıkları ortak faktör varyansları (OFV) Tablo 4'te gösterilmiştir.

Tablo 4. FÖAYÖ'nün maddelerine ilişkin ortak varyans tablosu

Madde	OFV.	Madde	OFV	Madde	OFV
M1	.508	M13	.620	M30	.580
M2	.522	M14	.676	M31	.544
M3	.527	M15	.617	M32	.507
M4	.628	M16	.696	M33	.654
M5	.592	M17	.594	M34	.580
M6	.531	M18	.684	M35	.591
M7	.622	M24	.625	M36	.661
M8	.558	M25	.575	M37	.669
M9	.591	M26	.659	M38	.520
M10	.597	M27	.590	M40	.486
M11	.483	M28	.652	M41	.497
M12	.623	M29	.536		

Tablo 4 incelendiğinde, ölçeğin belirlenen 5 önemli faktörünün her bir maddeye ilişkin birlikte açıkladıkları ortak faktör varyanslarının .48-.69 aralığında değiştiği görülmektedir. Ortak faktör varyansının 1'e yaklaşması ölçek için iyi bir çözüm olarak kabul edildiğinden, bu analiz bulguları ölçeğin her bir maddesine ilişkin ortak faktör varyansının iyi düzeyde olduğuna işaret etmektedir.

Ölçeğin belirlenen beş önemli faktörünün açıklanan toplam varyansa yaptıkları katkıya ilişkin analiz bulguları Tablo 5'te gösterilmiştir. Bu bulgular, ölçekteki önemli faktörleri ve bu faktörlerin açıkladıkları toplam varyans değerlerini ifade etmektedir.

Tablo 5. Açıklanan toplam varyans dağılımları

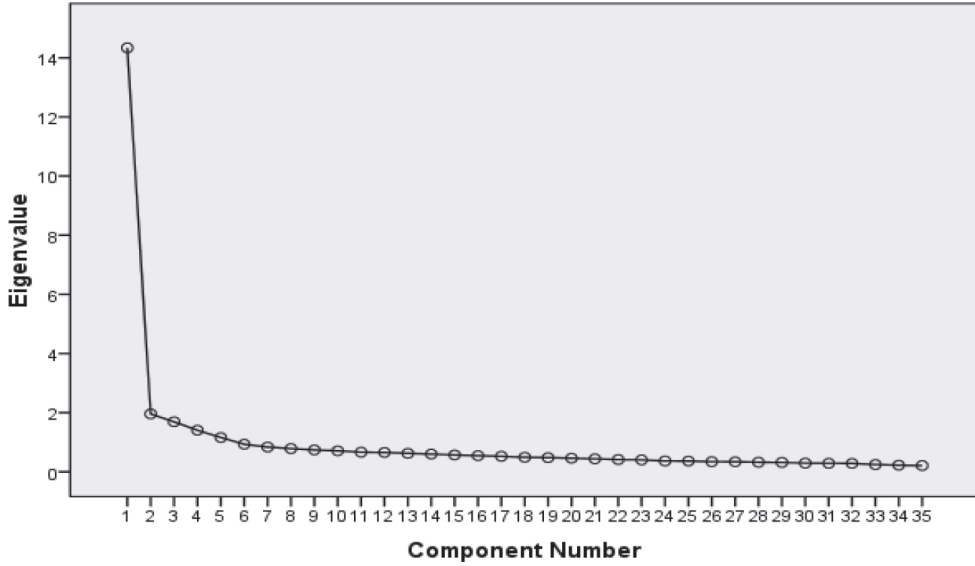
Bileşen	Başlangıç öz değerleri			Kareli yük toplamlarının ilk hali			Kareli yük toplamlarının rotasyonlu hali		
	Toplam	Vary. %	Küm.%	Toplam	Vary.%	Küm.%	Toplam	Vary. %	Küm.%
1	14.33	40.95	40.95	14.33	40.95	40.95	5.80	16.59	16.59
2	1.95	5.59	46.54	1.95	5.59	46.54	4.98	14.23	30.82
3	1.69	4.82	51.37	1.69	4.82	51.37	4.11	11.75	42.57
4	1.40	4.01	55.39	1.40	4.01	55.39	3.12	8.92	51.50
5	1.17	3.30	58.69	1.15	3.30	58.69	2.51	7.19	58.69
6	.91	2.66	61.36						
7	.83	2.39	63.75						

Tablo 5'teki analiz bulguları incelendiğinde, 35 maddelik FÖAYÖ'nün, beş faktör altında toplanan çok boyutlu bir yapıya sahip olduğu görülmektedir. Ölçeğin öz değer ölçütü olarak 1 ve üzerinde değeri karşılayan beş önemli faktöre sahip olduğu anlaşılmaktadır. FÖAYÖ'nün beş faktörlü yapısının toplam varyansa yaptıkları katkılar ise sırasıyla şu şekildedir: 1. faktör % 16.59, 2. faktör % 14.23, 3. faktör % 11.75, 4. faktör % 8.92 ve 5. faktör % 7.19'dur. Ayrıca bu beş faktörün toplam varyansın yaklaşık % 59'unu açıkladıkları görülmektedir. Çok

faktörlü ölçeklerde açıklanan varyansın % 40 ile % 60 arasında olması sosyal bilimler alanı için yeterli bir ölçüt olarak kabul edilmektedir. Bu bulgulara dayalı olarak FÖAYÖ'nün açıklanan toplam varyans oranı bakımından yeterli düzeyde olduğu tespit edilmiştir.

Ölçeğin beş faktörlü yapısını gösteren diğer bir yöntem olan yamaç eğim grafiği, Şekil 3'te yer almaktadır. Bu grafiğe göre birinci faktörden sonra yüksek ivmeli dikey bir düşüş gözlenirken, beşinci faktörden sonra yatayına bir değişimin olması ölçeğin beş faktörlü oluşunu destekleyen bir diğer kanıt olduğu anlaşılmaktadır.

Scree Plot



Şekil 3. Yamaç eğim grafiği

FÖAYÖ'nün faktör döndürmesi sonrasında, ölçeğin faktörlerinin kendileriyle yüksek oranda ilişki veren maddeleri ortaya koyan döndürülmüş temel bileşenler analizinin bulguları Tablo 6'da gösterilmiştir.

Tablo 6. FÖAYÖ'nün döndürülmüş temel bileşenler analizi sonuçları

Madde No	Faktör Adı					Madde No	Faktör Adı				
	F1	F2	F3	F4	F5		F1	F2	F3	F4	F5
M7	.735					M14			.745		
M4	.704					M18			.711		
M5	.697					M16			.707		
M10	.676					M15			.703		
M9	.641					M13			.689		
M1	.636					M17			.619		
M6	.625					M37				.672	
M3	.620					M36				.684	
M8	.619					M12				.667	
M2	.614					M35				.555	
M28		.739				M11				.522	
M26		.716				M33					.786
M24		.691				M30					.621
M27		.640				M34					.598
M25		.603				M31					.528
M40		.578									
M38		.530									
M29		.507									
M32		.456									
M41		.411									

Tablo 6 incelendiğinde, yeniden döndürme işlemi sonrası 35 maddenin, 1. faktöre (F1), (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10) on madde, 2. faktöre (F2) (24, 25, 26, 27, 28, 29, 32, 38, 40, 41) on madde, 3. faktöre (F3) (13, 14, 15, 16, 17, 18) altı madde, 4. faktöre (F4) (11, 12, 35, 36, 37) beş madde ve 5. faktöre (F5) ise (30, 31, 33, 34) dört madde şeklinde dağıldığı görülmektedir. Maddelerin faktör yükü değerleri F1, .61-.74, F2, .41-.74, F3, .62-.75, F4, .52-.67 ve F5 ise .53-.78 aralığında değişmektedir. Tablo 6'daki faktör yükü değerleri büyüklük bakımından incelendiğinde, 41. madde haricinde diğerlerinin yük değerlerinin iyi ve mükemmel düzeyde olduğu söylenebilir. Çünkü bir maddenin faktör yükü değerinin, .45 ya da daha büyük olması maddelerin faktörlerle olan ilişkisini açıklamada iyi bir ölçüt olarak kabul edilmektedir.

Ölçekte yer alan maddelerin ayırt edicilik güçlerini belirlemek için hesaplanan madde toplam korelasyonları ile alt % 27 ve üst % 27'lik gruplara ait madde ortalama puanları arasındaki farkların sınanmasına ilişkin t-testi sonuçları Tablo 7'de gösterilmiştir.

Tablo 7. FÖAYÖ'nün madde-toplam korelasyonları ile alt % 27 ve üst % 27'lik grupların madde puanlarının karşılaştırılmasına ilişkin t-testi analiz bulguları

Madde No	Madde Top. Kor. ¹	t (Alt%27-Üst%27) ²	Madde No	Madde Top. Kor. ¹	t (Alt%27-Üst%27) ²	Madde No	Madde Top. Kor. ¹	t (Alt%27-Üst%27) ²
M1	.57	13.56*	M15	.59	15.10*	M34	.59	14.05*
M2	.61	14.07*	M16	.66	16.37*	M35	.60	13.16*
M3	.59	15.18*	M17	.62	15.52*	M36	.60	15.97*
M4	.64	17.23*	M18	.65	16.26*	M37	.62	15.70*
M5	.60	15.40*	M24	.64	16.56*	M38	.60	13.40*
M6	.61	15.28*	M25	.68	17.37*	M40	.61	14.29*
M7	.60	15.72*	M26	.66	17.55*	M41	.63	14.71*
M8	.64	16.63*	M27	.65	17.15*			
M9	.67	17.67*	M28	.63	16.00*			
M10	.65	15.97*	M29	.67	18.47*			
M11	.49	11.62*	M30	.56	13.65*			
M12	.55	14.05*	M31	.67	16.14*			
M13	.61	15.05*	M32	.64	16.48*			
M14	.58	15.32*	M33	.45	6.94*			

¹n=502, ²n₁=136, *p<.001

Tablo 7 incelendiğinde, ölçekte yer alan maddelerin, madde-toplam korelasyonlarının .45 ile .67 arasında değiştiği gözlemlenmektedir. Madde toplam korelasyon değerinin .30'dan daha yüksek olması, maddelerin bireyleri ölçülen özellik bakımından iyi düzeyde ayırt ettiğine işaret etmektedir. Bu bağlamda ölçeğin her bir maddesine ilişkin madde toplam korelasyon değerinin .30'dan yüksek olduğu ve iyi derecede ayırt edici maddeler olduğu anlaşılmaktadır. Yine alt % 27 ve üst % 27 grupların t değerlerinin ($p < .001$) anlamlı olduğu görülmektedir. Madde toplam korelasyon değerleri ve alt %27– üst %27'lik grupların madde ortalama puanları arasındaki farklara ilişkin t-testi sonuçları ölçekteki maddelerin geçerliliklerinin yüksek olduğunu göstermektedir.

Ölçeğin faktörleri ve bütünü arasındaki ilişkiyi gösteren korelasyon katsayıları analiz bulguları Tablo 8' de sunulmuştur.

Tablo 8. FÖAYÖ'nün bütünü ve alt faktörleri arasındaki korelasyon katsayıları

	F1	F2	F3	F4	F5	FÖAYA
F1	1**	.52**	.50**	.56**	.70**	.86**
F2		1	.57**	.59**	.67**	.79**
F3			1	.55**	.66**	.81**
F4				1	.67**	.76**
F5					1	.91**

“Fen Bilimlerinde Öğrenciyi Anlama Bilgisi Yeterlilik Algısı (FÖABYA)”, faktörlere ise, Derse Ön Hazırlık (F1), Öğrenme Sürecinin Rehberlik Etme (F2), Bireysel Farklılıkları Bilme (F3), Bilgiyi Günlük Yaşamla İlişkilendirme (F4), Öğrenme Zorluklarını Bilme (F5)

Tablo 8 incelendiğinde her faktörün diğer bir faktörle .50 ile .70 arasında değişen oranlarda .001 düzeyinde pozitif anlamlı korelasyona sahip olduğu görülmektedir. Faktörler arasındaki korelasyon değerleri incelendiğinde, en yüksek korelasyon değerine Ön Hazırlık (F1) ve Öğrenme Zorluklarını Bilme (F5) faktörleri arasında ulaşılmıştır. Bu durum, öğretmen adaylarının, öğrencilerin ders öncesinde sahip olacakları ön bilgi ve kavramlara ilişkin öğrenme zorluklarını anlama uyumlarına işaret etmektedir. Faktörlerin ölçeğin bütünüyle olan korelasyon değerleri incelendiğinde de yine .76 ile .91 arasında değişen yüksek düzeyde pozitif bir korelasyonun olduğu anlaşılmaktadır. Bu analiz sonuçları, FÖAYÖ'nün tüm faktörlerinin aynı yapıyı ölçmeye yönelik bütüncül uyumuna işaret etmektedir. Ölçeğin faktörleri arasındaki korelasyon katsayısının yüksek olmaması ($r > .85$) modelin doğrulanması açısından oldukça önemlidir. Bu nedenle yukarıdaki faktörler arasındaki korelasyon değerleri incelendiğinde kabul düzeyini karşıladığı görülmektedir.

DFA öncesinde AFA sonucu ölçekte kalan 35 madde için yeniden bir numara düzenlemesi yapılmıştır. AFA sonucunda kalan maddeler ve DFA analizinde kullanılan madde numaraları aşağıda Şekil 4'te gösterilmiştir.

Analiz Aşaması	Madde No/ Faktör No																	
AFA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
DFA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F1	F4	F4	F3	F3	F3	F3	F3	F3
AFA	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	40	41	
↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
DFA	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	
	F2	F2	F2	F2	F2	F2	F5	F5	F2	F5	F5	F4	F4	F4	F2	F2	F2	

Not: AFA'da 6 madde (19, 20, 21, 22, 23, 39) ölçekten çıkarılmıştır.

Şekil 4. AFA ve DFA aşamalarındaki madde numaralandırma sistematığı

Doğrulayıcı faktör analizi (DFA) bulguları

AFA sonucunda beş faktörlü bir yapıyı temsil ettiği belirlenen 35 maddelik FÖAYÖ'nün, model uyumu için doğrulayıcı faktör analizi (DFA) uygulanmıştır. Maksimum olasılık tekniği kullanılarak yapılan ikinci düzey doğrulayıcı faktör analizi sonucunda modele ilişkin ortaya çıkan uyum indeks değerleri Tablo 9'da gösterilmiştir.

Tablo 9. FÖAYÖ'nün uyum indeks ve sınır değerleri

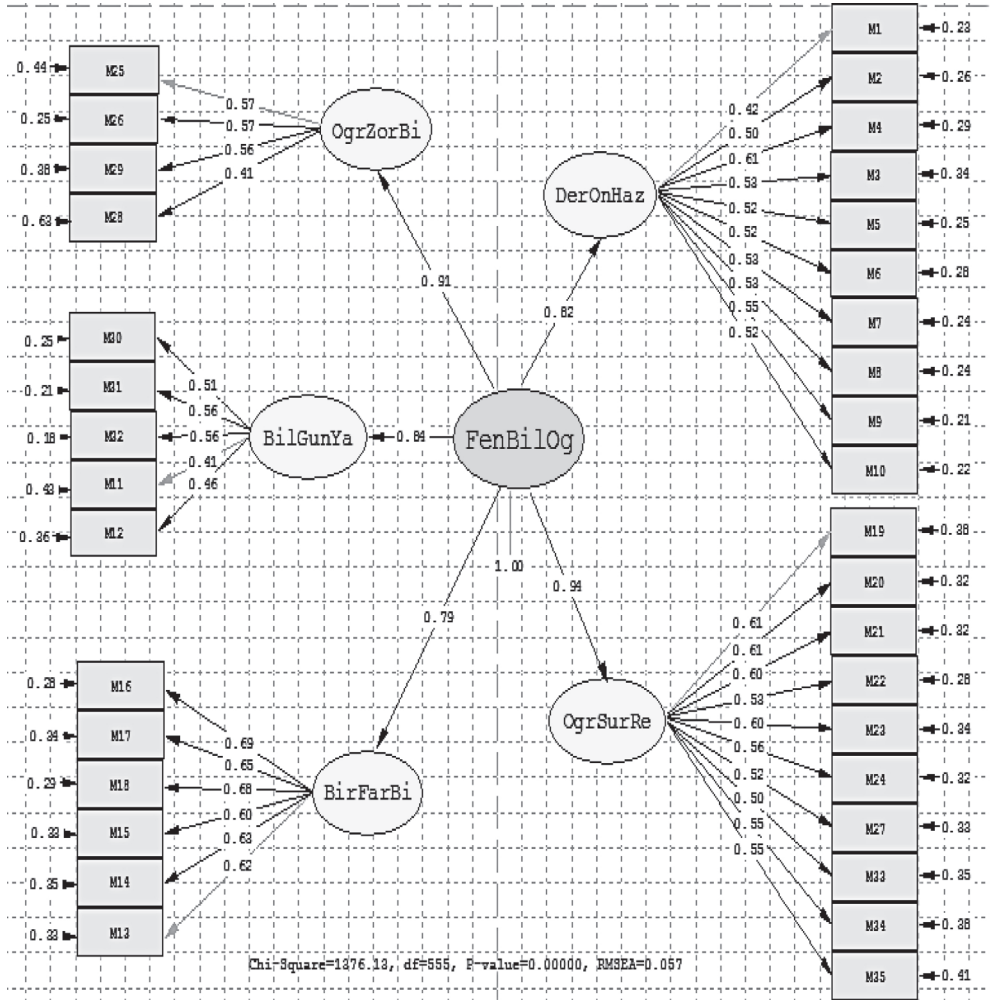
Uyum İndeksi	Mükemmel Uyum Ölçütü	Kabul Edilebilir Uyum Ölçütü	Elde Edilen Değer	Sonuç
χ^2/sd	≤ 3	≤ 5	1358.07/555=2.44	Mükemmel
RMSEA	$.00 \leq RMSEA \leq .05$	$.05 \leq RMSEA \leq .10$	0.06	Kabul Edilebilir
NFI	$.95 \leq NFI \leq 1.00$	$.90 \leq NFI \leq .95$	0.97	Mükemmel
CFI	$.95 \leq CFI \leq 1.00$	$.90 \leq CFI \leq .95$	0.98	Mükemmel
IFI	$.95 \leq IFI \leq 1.00$	$.90 \leq IFI \leq .95$	0.98	Mükemmel
SRMR	$.00 \leq SRMR \leq .05$	$.05 \leq SRMR \leq .08$	0.04	Mükemmel
GFI	$.95 \leq GFI \leq 1.00$	$.85 \leq GFI \leq .95$	0.85	Kabul edilebilir
AGFI	$.90 \leq AGFI \leq 1.00$	$.80 \leq AGFI \leq .90$	0.83	Kabul edilebilir

Not: Uyum indeks değerlerine ilişkin değerlendirme literatürde yer alan mükemmel uyum ve kabul edilebilir uyum ölçütleri bağlamında yapılmıştır (Brown, 2014; Hooper, Coughlan ve Mullen, 2008; Hu ve Bentler, 1999; Kline, 2015; Schumacher ve Lomax, 2004; Tabachnick ve Fidell, 2007).

Tablo 9 incelendiğinde, dokuz uyum indeks değerinden, üçünün iyi uyum, altısının ise mükemmel uyuma karşılık geldiği görülmektedir. Değerlendirmeye alınan ilk uyum indeks değeri χ^2 / df oranıdır. Bu değer büyük örneklemelerde 3'ün altında olması mükemmel uyuma işaret etmektedir. Bu çerçevede elde edilen 2.44'lük oranın mükemmel düzeyde uyuma işaret ettiği anlaşılmaktadır. Tablodaki diğer uyum değerleri incelenmeye devam edildiğinde, RMSEA için .00 ile .05 arasındaki değerler mükemmel, .05 ile .10 arasında alınan değerler ise kabul edilebilir uyum olarak yorumlanmaktadır. Bu model için elde edilen 0.06'lık RMSEA değerinin kabul edilebilir uyuma işaret ettiği söylenebilir. Yine GFI için .85, AGFI için ise .83'lük uyum değerleri hesaplanmıştır. Uyum indeks değer sınırları incelendiğinde, GFI için .85 ile .95 arasındaki değerlerin, AGFI için ise .80 ile .90 arasındaki değerlerin kabul edilebilir uyuma karşılık geldiği kabul edilmektedir. Bu model için elde edilen GFI ve AGFI değerlerinin modele ilişkin kabul edilebilir uyum gösterdiği söylenebilir. Diğer uyum indeks değerleri incelendiğinde ise, NFI, CFI, IFI değerleri için .95 ile 1.00 aralığı mükemmel uyum olarak kabul edilmektedir. Bu model için NFI .97, CFI .98 ve IFI'nın ise .98 değerlerini aldığı ve mükemmel uyumu karşıladıkları söylenebilir. Modelimiz için son uyum indeks değerimiz olan standartize edilmiş SRMR değeri için ise .00 ile .05 arasındaki değerler mükemmel uyum olarak kabul edilmektedir. Bu bağlamda modelimiz için elde edilen .04'lük SRMR değerinin mükemmel uyum aralığında olduğu anlaşılmaktadır. Uyum indekslerine ilişkin elde edilen bu değerlere göre beş faktörlü modelin iyi uyum verdiği söylenebilir. Dolayısıyla kurulan model, AFA ile elde edilen faktörlerin, DFA ile doğrulandığını ortaya koymaktadır.

FÖAYÖ için kurulan modele ilişkin modifikasyon önerileri çıktı dosyası incelendiğinde, yedi modifikasyon önerisinin yer aldığı ancak gözlenen değişkenler (maddeler) arasında yapılacak modifikasyonların χ^2 'ye çok önemli bir katkı sağlamayacağı anlaşılmıştır. Yapılacak modifikasyonların uyum indeks değerlendirmesinde kullanılan χ^2 değerinde önemli oranda bir düşmeye karşılık geliyorsa önerilen modifikasyonun, kurulan model açısından kritik bir değişiklik olduğu söylenebilir. Bununla birlikte FÖAYÖ'ye ilişkin DFA çıktı dosyası incelendiğinde örneğin M17 ile M16 (Çıktı dosyasına göre en büyük χ^2 iyileşmesinin sağlanacağı modifikasyon önerisi) arasında yapılacak bir modifikasyon uygulaması ile 1358.07 olan χ^2 'nin 1312.07'ye düşeceği görülmüştür. Bu öneri dikkate alındığında χ^2 'ye önemli ölçüde katkı sağlamayacağı görülmektedir. Bu nedenle FÖAYÖ için önerilen modifikasyonların yapılmamasına karar verilmiştir.

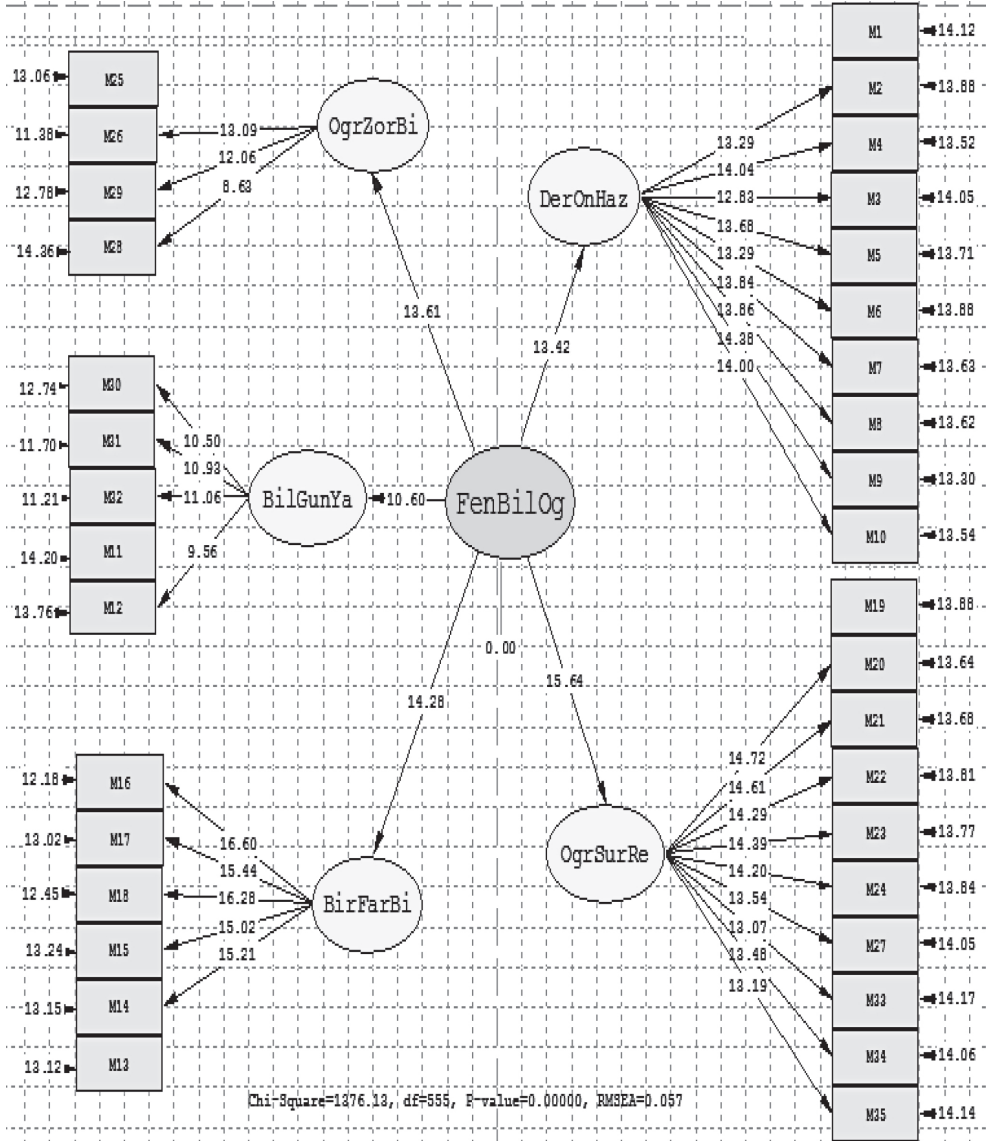
FÖAYÖ'nün beş faktörlü yapısına ilişkin uygulanan ikinci düzey doğrulayıcı faktör analizi Path Diyagramı Şekil 5'te gösterilmiştir.



Şekil 5. FÖAYÖ'nün ikinci düzey doğrulayıcı faktör analizi ile elde edilen yol şeması ve gözlenen değişkenlere ilişkin hata varyansları diyagramı

Şekil 5'te gözlenen değişkenlere ait hata varyansları incelendiğinde, .21-.63 aralığında değerler aldıkları görülmektedir. Bu değerler söz konusu model için oldukça yeterli kabul edilmektedir. Gözlenen değişkenlere ait hata varyanslarının .90 ve üzeri olması durumunda bu değişkenlerin analiz dışı bırakılması durumu ortaya çıkmaktadır. Fakat buna karar vermek için gizil değişkenlerin gözlenen değişkenleri açıklama oranlarına ilişkin manidarlık düzeylerinin ve faktör yüklerinin incelenmesi gerekmektedir. Bu model için hata varyanslarının oldukça düşük olmasından dolayı böyle bir işleme gerek duyulmamıştır.

Gizil değişkenlerin gözlenen değişkenleri açıklama durumlarına ilişkin t değerlerinin manidarlığına ilişkin analiz sonuçlarını gösteren diyagram Şekil 6'da gösterilmiştir.



Şekil 6. FÖAYÖ'nün çok boyutlu modeli için gizil değişkenlerin gözlenen değişkenleri açıklama oranlarının manidarlık düzeyleri diyagramı (t-değerleri)

Şekil 6'daki DFA sonucu ortaya çıkan beş faktörlü modele ilişkin t değerleri incelendiğinde; t değerlerinin “*Derse Ön Hazırlık*” faktörü için 13.29-14.38, “*Bilgiyi Günlük Yaşamla İlişkilendirme*” faktörü için 9.56-11.06, “*Bireysel Farklılıklar Bilme*” faktörü için 15.02-16.60, “*Öğrenme Zorluklarını Bilme*” Faktörü için 8.63 ile 13.09 arasında ve “*Öğrenme Sürecine Rehberlik Etme*” faktörü için ise 13.07-14.72 arasında değiştiği görülmektedir. Gizil değişkenlerin gözlenen değişkenleri açıklama oranlarına ilişkin mandiarlık düzeyini temsil eden t değerlerinin 1.96'dan büyük olması .05 düzeyinde; 2.58'den büyük olması ise .01 düzeyinde anlamlılığa işaret etmektedir. Bu bağlamda eğer manidar t değeri vermeyen maddeler varsa bunların modelden çıkarılması gerekmektedir. Buna göre, DFA'da elde edilen tüm t değerlerinin .01 manidarlık düzeyi için belirlenen değer olan 2.56'dan büyük olduğu görülmektedir. Bu bakımdan her bir gözlenen değişkenin, kendi gizil değişkenini iyi temsil ettiği ve modelden çıkarılması gereken herhangi bir gözlenen değişkenin (maddenin) olmadığı anlaşılmaktadır.

Ölçeğin güvenilirliğine ilişkin bulgular

FÖAYÖ'nün güvenilirliği, iç tutarlılık ve kararlılık analizleri yapılarak saptanmıştır. Bu analizlere ilişkin bulgular Tablo 10'da gösterilmiştir.

Tablo 10. FÖAYÖ'nün güvenilirlik katsayıları

Boyutlar	Madde Sayısı	Cronbach's Alfa (α)	Sperman Brown	Guttman Split Half	Test Tekrar Test (r)
Ön Hazırlık(F1)	10	.91	.87	.86	.78
Günlük Yaşamla İliş.(F2)	5	.81	.79	.77	.70
Bireysel Farklılıklar(F3)	6	.88	.83	.83	.74
Öğrenme Zorluğu(F4)	4	.74	.72	.72	.68
Öğrenme Sürecine Rehb.(F5)	10	.90	.87	.87	.76
FÖAYÖ	35	.92	.88	.88	.86

a: M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7, M8, M9, M10, M11, M12, M13, M14, M15, M16, M17, M18.

b: M18, M24, M25, M26, M27, M28, M29, M30, M31, M32, M33, M34, M35, M36, M37, M38, M40, M41.

(Test yarılama yöntemine göre a ve b formuna ayrılan maddeler)

Tablo 10'daki FÖAYÖ'nün ölçüm güvenilirliği analiz bulguları incelendiğinde, faktörlere ilişkin Cronbach's Alfa (α) katsayısının .74 ile .91, Sperman Brown katsayısının .72 ile .87, ve Guttman Split Half Katsayısının .72 ile .87 arasında değerler aldığı hesaplanmıştır. Ölçeğin bütününe ait Cronbach's Alfa (α) katsayısının .95, Sperman Brown ve Guttman Split Half Katsayıları ise .88 olarak hesaplanmıştır. FÖAYÖ'ye ait güvenilirlik katsayılarının yeterince yüksek olmasından dolayı, bu ölçeğin tutarlı ölçümler yapabildiği söylenebilir. Ayrıca, ölçeğin kararlılık düzeyi için yapılan test-tekrar test korelasyon katsayısı, $r = .86$ ($p < .001$) olarak

hesaplanmıştır. İç tutarlık ve test tekrar test kararlılığı için elde edilen bu katsayılara göre, ölçeğin güvenilirliğinin iyi düzeyde olduğu söylenebilir.

Yukarıdaki bulgulara dayalı olarak, FÖAYÖ'nün 5 faktörlü ve 35 maddeli bir yapıdan oluştuğu anlaşılmaktadır. Ölçek maddelerin kavramsal özellikleri, alan yazın incelemeleri ve alan uzmanlarıyla görüşme işlemleri sonucunda, ölçeğin ve faktörlerin isimlendirmesi yapılmıştır. Bu kapsamda ölçeğe “*Fen Bilimlerinde Öğrenciyi Anlama Öz Yeterliliği Ölçeği (FÖAYÖ)*”, faktörlere ise, “*Derse Ön Hazırlık (F1)*”, “*Öğrenme Sürecine Rehberlik Etme (F2)*”, “*Bireysel Farklılıkları Bilme (F3)*”, “*Bilgiyi Yaşamla İlişkilendirme (F4)*”, “*Öğrenme Zorluklarını Bilme (F5)*” adları verilmiştir. Ölçek puanlamasında “*Oldukça Yetersizim*” (1), “*Yetersizim*” (2), “*Kısmen Yeterliyim* (3), “*Yeterliyim*” (4) ve “*Oldukça Yeterliyim*” (5) biçiminde 5’li likert tipine sahip derecelendirme kullanılmıştır. Ölçekten alınabilecek en alt puan 35, en yüksek toplam puan ise 175’tir. Fen bilimleri öğretmen adaylarının FÖAYÖ’den alacakları öğrenciyi anlamaya ilişkin kişisel yeterlilik algısı puanının yüksekliği, öğretmen mesleki bilgi temelleri bağlamında bu bilgi alanına ilişkin sahip olunması beklenen özelliklere yakın olduğu anlamına gelmektedir. Ayrıca, öğretmen adaylarının FÖAYÖ’nün faktörlerine ilişkin puan düzeyleri, ilgili faktöre olan öz yeterlilik algılarına işaret etmektedir.

Sonuç, tartışma ve öneriler

Bu çalışmada, fen bilimleri öğretmenlerinin mesleki bilgi temellerinden olan öğrenciyi anlama bilgisine ilişkin aday öğretmenlerin özyeterliliğini belirlemeye yönelik geçerli ve güvenilir bir ölçme aracının geliştirilmesi amaçlanmıştır. Alan yazın incelemesi sonucunda, hem Türkiye’de hemde yurtdışında fen bilimleri öğretmen adaylarının öğrenciyi anlama öz yeterliliğini ölçmek amacıyla geliştirilmiş herhangi bir ölçeğin olmadığı görülmüştür. Bu kapsamda, alanyazındaki teorik ve deneysel çalışmalar incelenerek, öğrenci ön bilgisi, bilgi hataları, kavram yanlışlıkları, bireysel farklılıklar ve öğrenme yaklaşımları temelinde fen bilimleri öğretmen adaylarının öğrenciyi anlama özyeterliliklerini değerlendirmeyi sağlayacak “*Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Öğrenciyi Anlama Öz Yeterliliği Ölçeği (FÖAYÖ)*” geliştirilmiştir.

FÖAYÖ’nün geçerlilik ve güvenilirlik çalışması, Türkiyede’ki çeşitli üniversitelerin eğitim fakülteleri fen bilgisi öğretmenliği programı 4. sınıfında öğrenim gören toplam 956 (502+454) öğretmen adayı üzerinde gerçekleştirilmiştir. Yine ayrıca FÖAYÖ’nün kararlılığının belirlenmesi amacıyla 165 dördüncü sınıf fen bilimleri öğretmen adayına dört hafta arayla ölçek iki defa uygulanarak test tekrar test güvenilirliği sağlanmıştır. Gerçekleştirilen güvenilirlik ve geçerlik analizleri sonucunda toplam 35 madde ve 5 alt faktörden oluşan FÖAYÖ geliştirilmiştir. FÖAYÖ’nün maddeleri literatürdeki çalışmalara göre oluşturulmuştur. Bu kapsamda ölçeğin madde yazımına ilişkin kuramsal temelleri, 1986’da Shulman’ın öğretmen bilgi yapısı tanımlaması olan PAB’a ve daha sonrasında diğer araştırmacıların bu konuda

yaptığı çalışmalara dayandırılmıştır (Gess Newsome, 1999; Grossman, 1990; Lee ve Luft, 2008; Magnusson vd., 1999; Park ve Oliver, 2008). Literatürde fen bilimleri öğretmen bilgisi üzerine yapılan tartışmaların çeşitli bilgi modeller üzerinden şekillendiği görülebilmektedir (Anderson ve Clark, 2012; Magnusson ve diğ., 1999; Park ve Oliver, 2008). Bu araştırmalar incelendiğinde ortak bir bilgi alanı olarak öğrenciyi anlama bilgisinin ortaya çıktığı anlaşılmaktadır (Cochran vd., 1993; Loughran ve diğ., 2006; Magnusson ve diğ., 1999; Park ve Oliver, 2008; Schneider ve Plasman, 2011; Shulman, 1987).

FÖAYÖ'nün yapı geçerliliğini belirlemek amacıyla ilk önce AFA yapılmıştır. Bu analizler sonucunda ölçeğin 35 madde ve beş faktörlü bir yapı sergilediği görülmüştür. Bu beş faktörlü yapının ölçeğin toplam varyansının % 59'unu açıkladığı belirlenmiştir. Açıklanan varyansın % 40 ve % 60 arasında olması yeterli kabul edilmektedir (Çokluk vd., 2010; Tavşancıl, 2010). Ayrıca Kline (1994) göre genel varyansın en az % 40'ının açıklanması, davranış bilimleri açısından yeterli görülmektedir. Elde edilen bu sonuç geliştirilen ölçekteki açıklanan toplam varyansın yeterli olduğunun bir göstergesidir. Ölçeğin güvenilirlik değerleri için hesaplanan Cronbach alpha katsayısı .92; Sperm Brown iki yarı test korelasyonu .88 ve Guttman Split Half korelasyon katsayısı .88 olarak bulunmuştur. FÖAYÖ'nün güvenilirlik katsayılarının kritik güvenilirlik değeri olan .70'ün üstünde olduğu anlaşılmaktadır. Bu değerler çerçevesinde ölçeğin güvenilir ölçümler yapabildiği söylenebilir. Ölçek maddelerinin kararlılık düzeyini belirlemek üzere, beş hafta arayla toplanan veriler için test-tekrar test korelasyon katsayıları hesaplanmıştır. Hesaplanan test-tekrar test korelasyon katsayısının .86 (pozitif) ve $p < .001$ düzeyinde anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Kararlılık düzeyini ifade eden bu korelasyon katsayısının $> .70$ arasındaki düzeyde olması yüksek korelasyonun olduğu anlamına gelmektedir (Büyüköztürk, 2013). Elde edilen test tekrar test güvenilirlik katsayısı, FÖAYÖ'nün çeşitli zamanlarda kararlı ölçümler yapabildiğini göstermektedir. Elde edilen bu sonuçlara dayalı olarak, FÖAYÖ'nün fen bilimleri öğretmen adaylarının öğrenciyi anlama öz yeterliliklerini güvenilir bir şekilde ölçmeye hizmet ettiği söylenebilir.

FÖAYÖ'nün maddeleri, bireyleri ölçülen özellik bakımından ne derece ayırt ettiğinin belirlemek amacıyla madde-toplam korelasyon değerleri hesaplanmıştır. Bu kapsamda FÖAYÖ'nün her bir maddesinin puanları ile ölçeğin toplam puanı arasındaki korelasyon katsayısının .45 ile .68 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Bu değerler ölçeğin her bir maddesinin ayırt ediciliğinin, yani ölçülmeye çalışılan özelliği ne düzeyde ölçebildiğinin bir ölçütüdür. Bu hesaplamalar sonucunda tüm maddelerin madde-toplam korelasyon değerleri bakımından kritik eşik olan .30'un üstünde olduğu tespit edilmiştir (Büyüköztürk, 2013). Bu sonuç ölçek maddelerinin fen bilimleri öğretmen adaylarını öğrenciyi anlama öz yeterlilikleri bakımından iyi derecede ayırt ettiğini göstermektedir. FÖAYÖ'ye ilişkin AFA sonucunda elde edilen 5 faktörlü ve 35 maddeli yapının doğrulanması amacıyla yapılan DFA'ya göre, ölçek için kurulan model uyumunun oldukça iyi olduğu görülmüştür. Ayrıca modelin doğruluğuna karar

vermek için incelenen uyum indeks değerlerinin mükemmel ve iyi model uyumuna işaret ettiği anlaşılmıştır. Yine DFA sonucunda ölçekteki bütün maddelerin t değerlerinin anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlar AFA sonucunda ortaya çıkan ölçek yapısının DFA ile de teyit edildiğini ortaya koymaktadır.

Ölçeğin birinci faktörü olan "*Derse Ön Hazırlık*", fen bilimleri dersleri öncesinde öğrenci anlayışına etki eden durumlara ilişkin öğretmen adaylarının sahip olması gereken öz yeterliliği ifade etmektedir. İlgili literatürde fen bilimleri öğretmenleri ve adaylarının derslerinde ön hazırlık olarak bu durumları dikkate almaları gerektiğine vurgu yapılmaktadır (Cochran ve diğ., 1993; Magnusson ve diğ., 1999; Shulman, 1987). Dolayısıyla bu faktör ilgili literatür ile örtüşmekte ve bu faktöre verilen ön hazırlık isminin uygun olduğu söylenebilir. Ölçeğin ikinci faktörü "*Öğrenme Sürecine Rehberlik Etme*", fen bilimlerinde öğrencilerin etkili öğrenmeleri için öğretim sürecinin nasıl şekillendirilmesi gerektiği bilmeye ilişkin öz yeterliliği içermektedir. Bu faktör, fen bilimlerinde öğrencinin öğrenme sürecine, öğretmen adayları tarafından nasıl rehberlik edilmesi gerektiğine yönelik özellikleri içermektedir. Literatürde çağdaş fen bilimleri öğretiminin nasıl olması gerektiğini ortaya koyan kuramsal araştırmalar, bu faktörün önemine dikkat çekmektedirler (Berry, Friedrichsen ve Loughran, 2015; Fives, Lacatena ve Gerard, 2015; Nilsson ve Vikström, 2015). Dolayısıyla fen bilimlerinde öğrenme sürecine rehberlik etme faktörü ilgili literatürle paralellik göstermektedir. Üçüncü faktör olan "*Bireysel Farklılıkları Bilme*", öğrencilerin fen bilimlerinde bilişsel, duyuşsal ve sosyolojik gelişimlerini dikkate alarak öğrenme sürecini buna adapte etmeyi amaçlayan öğretmen adayı öz yeterliliğini içermektedir. Literatür incelendiğinde fen bilimlerinde öğrencilerin bireysel farklılıklarının dikkate alınmasının, öğretmenlerin etkili öğrenme süreçlerini gerçekleştirmelerindeki önemine vurgu yapılmaktadır (Azevedo, 2015; Kristyasarı, Yamtinah ve Utomo, 2018; Lallé, Taub, Mudrick, Conati ve Azevedo, 2017). Bu anlayıştan yola çıkarak, fen bilimlerinde öğrencilerin bireysel farklılıklarını dikkate alma öz yeterliliğinin literatürde vurgulanan öğrenciyi anlama bilgisi yapısıyla paralellik gösterdiği anlaşılmaktadır. "*Bilgiyi Günlük Yaşamla İlişkilendirme*" isimli dördüncü faktör, fen bilimlerinde öğrencilerin öğreneceği bilginin günlük yaşamlarındaki yeri ve yaşamla nasıl ilişkilendireceklerini bilmeye ilişkin öğretmen adayı öz yeterliliklerini kapsamaktadır. Alan yazındaki birçok araştırma, öğrencilerin fen bilimleri derslerinde öğrendikleri bilgileri etkili bir şekilde yapılandırmaları için günlük yaşamın içinde bu bilgileri kullanmalarına vurgu yapılmaktadır (Anılan, Atalay ve Kılıç, 2018). Dolayısıyla öğretmen adaylarının gelecekte fen bilimleri konularını öğretirken günlük yaşamla nasıl ilişki kuracakları konusunda kendilerini yetiştirmeleri oldukça önemlidir. Bu bağlamda, ilgili literatürdeki tartışmalar ve teorik alt yapı bu faktörün literatürle tutarlılık gösterdiğini ortaya koymaktadır. Beşinci faktör, fen bilimlerinde "*Öğrenme Zorluklarını Bilme*" olarak adlandırılmıştır. Bu faktör öğrencilerin fen bilimlerinde bilgiyi anlamlı bir şekilde yapılandırmalarını engelleyici durumları bilmeye ilişkin öğretmen özye-

terliliğine işaret etmektedir. Fen bilimlerinde öğrenci öğrenmesini zorlaştıran bu durumlar, kavram yanılgıları, bilgi eksiklikleri ve bilgi hataları gibi farklı kavramsal tanımlamalar biçiminde ortaya çıkmaktadır (Anderson ve Clark, 2012; Magnusson ve diğ., 1999; Schneider ve Plasman, 2011). Literatür incelendiğinde, öğretmen adayları ve öğretmenlerin fen bilimlerinde öğrenciyi anlama bilgileri bakımından en temel özellik olarak öğrenme zorluklarına vurgu yapıldığı görülmektedir. Bu maksatla, ölçeğin bu faktörüne verilen isimlendirme literatürle tam anlamıyla örtüşmektedir.

Araştırmanın sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde, fen bilimleri öğretmen adaylarının öğrenciyi anlamaya yönelik öz yeterliliklerini değerlendirmek amacıyla geliştirilen FÖAYÖ'nün, uygun niteliklere sahip olduğu söylenebilir. Bu çalışma özellikle ulusal ve uluslararası literatürde, fen bilimlerinde öğrenciyi anlama öz yeterliliklerine ilişkin öğretmen adaylarının inanışlarını likert tarzda ölçen ilk çalışma olması bakımından önemlidir. Meslek öncesi dönemde fen bilimleri öğretmen adaylarının öğrenciyi anlama öz yeterlilikleri değerlendirildiğinde, bu bilgi yapısına ilişkin özyeterlilik inanışının düşük düzeylerde kalması doğaldır. Bununla birlikte bu ölçeğin geliştirilmesindeki en temel amaç hizmet öncesi dönemde öğretmen adaylarının öğrenmenin merkezindeki öğrencileri hangi yönlerden tanıması gerektiğini gözden geçirmelerini sağlamak ve mesleğe daha hazırlıklı olmaları konusunda öğretmen adayı eğitimcilerine öğretmen adayını değerlendirme fırsat vermesidir. Bu ölçek en başta hizmet öncesi dönemde öğretmen adaylarının öğrenciyi anlamaya ilişkin bilgi yapılarındaki yetersizliklerin gözden geçirilmesini sağlayacaktır. Ayrıca öğrenciyi anlama bilgisi temelinde öğretmen adayları ihtiyaçları için uygun öğrenme programlarının gerekliliği konusunda öğretmen adayı eğitimcilerine önemli ipuçlarını verecektir. Bunun yanında FÖAYÖ'nün ayrıca eğitim sistemi içerisindeki mevcut fen bilimleri öğretmenleri üzerinde uygulanmasında faydalı olacağı düşünülmektedir. Özellikle sistem içerisindeki mevcut fen bilimleri öğretmenlerinin derslerinde öğrenciyi ne kadar tanıdıkları, hangi yönleriyle onları anlamaları gerektiğini ve buna uygun öğretim süreçlerini ne kadar sağlayabildiklerini değerlendirmelerine fırsat verecektir. Sonuç olarak, bu ölçek hem fen bilimleri öğretmenleri hem de öğretmen adaylarının öğrenciyi anlama özyeterliliğini belirlemede etkili bir şekilde kullanılabilir. Yine bunun yanında fen bilimleri dışındaki diğer disiplinlerdeki öğretmen ve öğretmen adayları içinde çeşitli uyarlamaların yapılması yoluyla kullanım kapsamı daha da genişletilebilir.

Fen bilimlerinde etkili öğretmenler, öğrencilerin çeşitli öğrenme ihtiyaçlarına duyarlı olduğunu gösteren davranışları inşa eden ve mesleki bilgi kapasitesini bu yönde geliştirerek öğrenci öğrenmesine doğru rehberlik eden güçlü bir kapasite geliştiricilerdir (Windschitl, Thompson, Braaten ve Stroupe, 2012). Bu etkili öğretmenlerin hazırlanması için onların meslek öncesi durumlarının sürekli değerlendirilmesini gerektirmektedir. Dolayısıyla geliştirilen bu ölçek fen bilimleri öğretmen adaylarının öğrenci öğrenmesi ve anlayışına etki eden değişkenler

konusundaki farkındalıklarının incelenmesi ve nitelikli öğretimi ilerletecek etkili öğretmen hazırlık programlarının tasarlanması için kritik bir köşe taşıdır (Park, Suh ve Seo, 2018, Abel, 2007, Kind, 2019).

Yukarıdaki açıklamalardan da anlaşılacağı gibi geliştirilen FÖAYÖ, fen bilimleri öğretmen adayları ve öğretmenlerin öğrenciyi anlama bilgisine ilişkin sahip olunması gereken öz yeterliliklere yönelik uluslararası literatür çerçevesinde yapılan açıklamalara uygun özellikleri içerdiği görülmektedir. Gelecekte yapılacak çalışmalar açısından değerlendirildiğinde, FÖAYÖ'nün öncelikle meslekteki fen bilimleri öğretmenlerine uygulanması önerilebilir. Meslek içerisindeki fen bilimleri öğretmenlerinin öğrenciyi anlamaya ilişkin öz yeterlilik durumlarının tespiti yapılarak, fen bilimlerindeki mevcut öğrenme-öğretme anlayışının iyileştirilmesine önemli katkılar sunulabilir. Bununla birlikte, FÖAYÖ fen bilimleri alanının dışındaki farklı bilim alanlarındaki öğretmen ve öğretmen adayları için de rahatlıkla kullanılacak bir forma dönüştürülebilmelidir. Yine gelecekte fen bilimlerinde öğrenci öğrenmesine etki eden durumlara ilişkin kuramsal açıklamalar dikkate alınarak, FÖAYÖ'nün yeniden yapılandırılması sağlanabilmelidir. Günümüzde öğrenciyi anlamadan ve düşünmeden yapılan öğretimler, öğrencilerin fen bilimlerine olan başarılarını ve ilgilerini düşürücü sonuçlar olarak karşımıza çıkmaktadır. Dahası öğrenciyi anlamadan gerçekleştirilen öğretim süreçleri öğrenme zorluklarının artmasına yol açmaktadır. Bu bağlamda mesleğe başlamadan önceki dönemde fen bilimleri öğretmen adaylarının öğrenciyi anlama öz yeterlilikleri incelenerek, öğretmen mesleki bilgi yapısına ilişkin eksikliklerin giderilmesi yolunda adımlar atılmalıdır. Ayrıca meslek içerisindeki fen bilimleri öğretmenlerinin öğrenciyi anlama konusunda ne kadar yeterli oldukları ölçülmeli ve bu konudaki eksiklikleri giderecek eğitimler verilmelidir.

Kaynakça

- Abell, S. K. (2007). Research on science teacher knowledge. S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 1105–1149). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Ahmar, D. S., Ramlawati, M. M., & Ahmar, A. S. (2017). The relationship between prior knowledge and creative thinking ability in chemistry. *Educational Process: International Journal*, 6(3), 18–25.
- Ainiyah, M., Ibrahim, M., & Hidayat, M. T. (2018, January). The Profile of Student Misconceptions on The Human and Plant Transport Systems. In *Journal of Physics: Conference Series* (947, 1, p. 012064). IOP Publishing
- Anderson, D., & Clark, M. (2012). Development of syntactic subject matter knowledge and pedagogical content knowledge for science by a generalist elementary teacher. *Teachers and Teaching: Theory and Practice*, 18(3), 315-330.
- Anılan, B., Atalay, N., & Kılıç, Z. (2018). Teacher candidates' levels of relating the scientific knowledge to their daily lives. *International Journal of Instruction*, 11(4), 733-748.
- Avery, L., & Meyer, D. (2012). Teaching science as science is practiced: Opportunities and limits for enhancing preservice elementary teachers' self-efficacy for science and science teaching. *School Science and Mathematics*, 112, 395–409.
- Azvedo, R. (2015). Defining and measuring engagement and learning in science: Conceptual, theoretical, methodological, and analytical issues. *Educational Psychologist*, 50(1), 84–94
- Baldwin, J. A., Ebert-May, D., & Burns, D. J. (1999). The Development of a college biology self-efficacy instrument for nonmajors. *Science Education*, 83(4), 397-408.
- Bandura, A. (1977). Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioural change. *Psychological Review*, 84, 191–215.
- Bandura, A. (1986). *Social foundations of thought and action: A social cognitive theory*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. New York, NY: W.H. Freeman and Co.
- Baxter, J. A. & Lederman, N. G. (1999). Assessment and measurement of pedagogical content knowledge. In J. Gess-Newsome & N. G. Lederman (Eds.), *Examining pedagogical content knowledge* (pp. 147–161). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Bektas, O. (2015). Pre-service science teachers' pedagogical content knowledge in the physics, chemistry, and biology topics. *European Journal of Physics Education*, 6(2), 41–53.

- Bergman, D. J., & Morphew, J. (2015). Effects of a science content course on elementary preservice teachers' self-efficacy of teaching science. *Research and Teaching, 44*, 73–81.
- Bergqvist, A., & Chang Rundgren, S. N. (2017). The influence of textbooks on teachers' knowledge of chemical bonding representations relative to students' difficulties understanding. *Research in Science & Technological Education, 35*(2), 215–237.
- Berry, A., Friedrichsen, P., & Loughran, J. (2015). *Re-examining pedagogical content knowledge in science education*. New York, NY: Routledge.
- Berry, A., Loughran, J., & Van Driel, J. H. (2008). Revisiting the roots of pedagogical content knowledge. *International Journal of Science Education, 30*(10), 1271-1279.
- Bolyard, J. J & Moyer-Packenham, P. S. (2008). A review of the literature on mathematics and science teacher quality. *Peabody Journal of Education, 83*(4), 509-535.
- Bradbury, L. U., Wilson, R. E., & Brookshire, L. E. (2018). Developing elementary science pck for teacher education: Lessons learned from a second grade partnership. *Research in Science Education, 48*(6), 1387-1408.
- Brown, T. A. (2014). *Confirmatory factor analysis for applied research*. New York: Guilford Press.
- Brown, A. L., Lee, J., & Collins, D. (2015). Does student teaching matter? Investigating pre-service teachers' sense of efficacy and preparedness. *Teaching Education, 26*(1), 77-93.
- Brown, P., Friedrichsen, P., & Abell, S. K. (2013). The development of prospective secondary biology teachers' PCK. *Journal of Science Teacher Education, 24*, 133–155.
- Büyüköztürk, Ş. (2013). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı*. Ankara: Pegem Yayınları
- Çakiroğlu, J., Capa-Aydin, Y., & Woolfolk Hoy, A. (2012). Science teaching efficacy beliefs. In Fraser, B.J., Tobin, K.G., & McRobbie, C.J., (Eds.), *Second international handbook of science education* (pp. 449-461). Springer Science+Business Media.
- Cetinkaya-Aydin, G. & Çakiroğlu, J. (2017). Learner characteristics and understanding nature of science: Is there an association? *Science Education, 26*, 919–951.
- Chan, K. H., & Yung, B. H. W. (2017). Developing pedagogical content knowledge for teaching a new topic: More than teaching experience and subject matter knowledge. *Research in Science Education, 1*–33.
- Chen, J. A., & Usher, E. L. (2013). Profiles of the sources of science self-efficacy. *Learning and Individual Differences, 24*, 11 –21.
- Cheng, S.-C., She, H.-C. & Huang, L.-Y. (2017). The impact of problem solving instruction on middle school students' physical science learning: Interplays of knowledge, reasoning, and problem solving. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 14*(3), 731–743.

- Cinici, A. (2016). Preservice teachers' science teaching self-efficacy beliefs: The influence of a collaborative peer microteaching program. *Mentoring & Tutoring: Partnership in Learning*, 24(3), 228-249.
- Clark, S., & Newberry, M. (2019). Are we building preservice teacher self-efficacy? A large-scale study examining teacher education experiences. *Asia-Pacific Journal of Teacher Education*, 47(1), 32-47.
- Cochran, K. F., DeRuiter, J. A., & King, R. A. (1993). Pedagogical content knowing: An integrative model for teacher preparation. *Journal of Teacher Education*, 44(4), 263-272.
- Coenders, F., & Verhoef, N. (2018). Lesson study: Professional development (PD) for beginning and experienced teachers. *Professional Development in Education*, 45(2), 217-230.
- Çokluk, Ö., Şekercioğlu, G., & Büyüköztürk, Ş. (2010). *Sosyal bilimler için çok değişkenli istatistik: SPSS ve Lisrel uygulamaları*, Ankara: Pegem.
- Demirci, F., & Ozyurek, C. (2018). Astronomy teaching self-efficacy belief scale: The validity and reliability study. *Journal of Education and Learning*, 7(1), 258-271.
- Depaepe, F., & König, J. (2018). General pedagogical knowledge, self-efficacy and instructional practice: Disentangling their relationship in pre-service teacher education. *Teaching and Teacher Education*, 69, 177-190.
- Donovan, M. V., & Bransford, J. D. (2005). *How students learn: Science in the classroom*. National Academies Press, Washington, DC.
- Drewes, A., Henderson, J., & Mouza, C. (2018). Professional development design considerations in climate change education: Teacher enactment and student learning. *International Journal of Science Education* 40(1), 67-89.
- Erkuş, A. (2014). *Psikolojide ölçme ve ölçek geliştirme-1: Temel kavramlar ve işlemler* (2. Baskı), Ankara: Pegem Yayınları.
- Evens, M., Elen, J., Larmuseau, C., & Depaepe, F. (2018). Promoting the development of teacher professional knowledge: Integrating content and pedagogy in teacher education. *Teaching and Teacher Education*, 75, 244-258.
- Fahlman, M. M., Hall, H. L., & Gutuskey, L. (2013). The impact of a health methods class on pre-service teachers' self-efficacy and intent to teach health. *American Journal of Health Education*, 44(6), 316-323.
- Fives, H., Lacatena, N., & Gerard, L. (2015). Teachers' beliefs about teaching (and learning). In H. Fives & M. G. Gill (Eds.), *International handbook of research on teachers' beliefs* (pp. 37-54). New York, USA: Routledge, Taylor and Francis Group.

- Ford, D. J., Fifield, S., Madsen, J., & Qian, X. (2013). The science semester: Crossdisciplinary inquiry for prospective primary teachers. *Journal of Science Teacher Education, 24*, 1049-1072.
- Fraenkel, J. R., & Wallen, N. E. (2008). *How to design and evaluate research in education* (7th ed.). New York: McGraw-Hill
- Friedrichsen, P., Van Driel, J. H., & Abell, S. K. (2011). Taking a closer look at science teaching orientations. *Science Education, 95*, 358–376.
- Geddis, A. N. (1993). Transforming content knowledge: Learning to teach about isotopes. *Science Education, 77*, 575-591.
- Gess-Newsome, J. (1999). Pedagogical content knowledge: An introduction and orientation. In J. Gess- Newsome & N. G. Lederman (Eds.), *Examining pedagogical content knowledge* (pp. 3–17). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic.
- Gess-Newsome, J. (2015). A model of teacher professional knowledge and skill including PCK: Results of the thinking from the PCK summit. In A. Berry, P. Friedrichsen , & J. Loughran (Eds.), *Re-examining pedagogical content knowledge in science education* (pp. 28–42). London: Routledge Press.
- Gess-Newsome, J., & Lederman, N. G. (1995). Biology teachers perceptions of subject matter structure and its relationship to classroom practice. *Journal of research in science teaching, 32*(3), 301-325.
- Gess-Newsome, J., Taylor, J. A., Carlson, J., Gardner, A. L., Wilson, C. D., & Stuhlsatz, M. A. M. (2017). Teacher pedagogical content knowledge, practice, and student achievement. *International Journal of Science Education, 39*, 1–20.
- Gomez, S. (2008). Elementary teachers' understanding of students' science misconceptions: Implications for practice and teacher education. *Journal of Science Teacher Education, 19*, 437–454.
- Grangeat, M., & Hudson, B. (2015). A new model for understanding the growth of science teacher professional knowledge. In M. Grangeat (Ed.), *Understanding science teachers' professional knowledge growth* (pp. 205–228). Róterdam: Sense.
- Grossman, P. L. (1990). *The making of a teacher: Teacher knowledge and teacher education*. New York: Teachers College Press.
- Gullberg, A., Kellner, E., Attorps, I., Thorén, I., & Tarneberg, R. (2008). Prospective teachers' initial conceptions about pupils' understanding of science and mathematics. *European Journal of Teacher Education, 31*, 257–278.

- Gunckel, K. L. (2013). *Teacher knowledge for using learning progressions in classroom instruction and assessment*. Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, San Francisco, CA.
- Gunning, A. M., & Mensah, F. M. (2011). Preservice elementary teachers' development of self-efficacy and confidence to teach science: A case study. *Journal of Science Teacher Education, 22*, 171–185.
- Han, I., Shin, W.S., & Ko, Y. (2017). The effect of student teaching experience and teacher beliefs on pre-service teachers' self-efficacy and intention to use technology in teaching. *Teachers and Teaching: Theory and Practice, 23*(7), 829–842.
- Hashweh, M. Z. (2005). Teacher pedagogical constructions: A reconfiguration of pedagogical content knowledge. *Teachers and Teaching: Theory and Practice, 11*(3), 273–292.
- Hechter, R. P. (2011). Changes in pre-service elementary teachers' personal science teaching efficacy and science teaching outcome expectancies: The influence of context. *Journal of Science Teacher Education, 22*, 187–202.
- Hooper, D., Coughlan, J., & Mullen, M. (2008). Structural equation modelling: Guidelines for determining model fit. *Electronic Journal of Business Research Methods 6*(1), 53–60.
- Hu, L. T., & Bentler, P. M. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural equation modeling: A Multidisciplinary Journal, 6*(1), 1–55.
- Hume, A., & Berry, A. (2010). Constructing CoRe—a strategy for building PCK in pre-service science teacher education. *Research in Science Education, 41*, 341–355.
- Jang, S. J., Guan, S. Y., & Hsieh, H. F. (2009). Developing an instrument for assessing college students' perceptions of teachers' pedagogical content knowledge. *Procedia Social and Behavioral Sciences, 1*(1), 596–606.
- Jegade, O., Taplin, M., & Chan, S. L. (2000). Trainee teachers' perception of their knowledge about expert teaching. *Educational Research, 42*(3), 287–308.
- Joshi, A. Kale, S. Chandel, S., & Pal, D. K. (2015). Likert scale: Explored and explained. *British Journal of Applied Science & Technology, 7*(4), 396–403.
- Juang, Y. R., Liu, T. C., & Chan, T. W. (2008). Computer-Supported teacher development of pedagogical content knowledge through developing schoolbased curriculum. *Educational Technology & Society, 11*(2), 149–170.
- Jüttner, M., Boone, W., Park, S., & Neuhaus, B. J. (2013). Development and use of a test instrument to measure biology teachers' content knowledge (CK) and pedagogical content knowledge (PCK). *Educational Assessment, Evaluation and Accountability, 25*, 45–67.

- Jüttner, M., & Neuhaus, B. J. (2012). Development of items for a pedagogical content knowledge-test based on empirical analysis of pupils' errors. *International Journal of Science Education, 34*(7), 1125–1143
- Kazempour, M., & Sadler, T. D. (2015). Pre-service teachers' beliefs, attitudes, and self-efficacy: A multi-case study. *Teaching Education, 26*, 247-271.
- Kellner, E., Gullberg, A., Attorps, I., Thoren, I., & Tarneberg, R. (2011). Prospective teachers' initial conceptions about pupils' difficulties in science and mathematics: A potential resource in teacher education. *International Journal of Science and Mathematics Education, 9*, 843–866.
- Kelly, J. (2000). Rethinking the elementary science methods course: A case for content, pedagogy, and informal science education. *International Journal of Science Education, 22*(7), 755-777.
- Kendeou, P., & O'Brien, E. J. (2016). Prior knowledge: Acquisition and revision. In P. Afflerbach (Ed.), *Handbook of individual differences in reading: Text and context* (pp. 151–163). New York, NY: Routledge Publishing.
- Kind, V. (2009). A conflict in your head: An exploration of trainee science teachers' subject matter knowledge development and its impact on teacher selfconfidence. *International Journal of Science Education, 31*(11), 1529–1562.
- Kind, V. (2019). Development of evidence-based, student-learningoriented rubrics for pre-service science teachers' pedagogical content knowledge. *International Journal of Science Education, 41*(7), 911-943.
- Klassen, R. M., & Usher, E. L. (2010). Self-efficacy in educational settings: Recent research and emerging directions. *Advances in Motivation and Achievement, 16*, 1–33.
- Klassen, R. M., V. Tze, S. M. Betts., & K. A. Gordon (2011). Teacher efficacy research 1998–2009: Signs of progress or unfulfilled promise?. *Educational Psychology Review 23*(1), 21–43.
- Kline, P. (1994). *An easy guide to factor analysis*. New York: Routledge
- Kline, R. B. (2015). *Principles and practice of structural equation modeling*. New York: Guilford Press.
- Knaggs, C. M., & Sondergeld, T. A. (2017). Science self - efficacy of preservice teachers in face - to - face versus blended environments. *School Science and Mathematics, 117*(1-2), 27-33.

- Kola, A. J., & Sunday, O. S. (2015). A review of teachers' qualifications and its implication on students' academic achievement in Nigerian schools. *International Journal of Educational Research and Information Science*, 2(2), 10–15.
- Kooken, J., Welsh, M. E., McCoach, D. B., Johnston-Wilder, S., & Lee, C. (2016). Development and validation of the mathematical resilience scale. *Measurement and Evaluation in Counseling and Development*, 49(3), 217-242.
- Kristiyasari, M., Yamtinah, S., & Utomo, S. (2018). Gender differences in students' science literacy towards learning on integrated science subject. *Journal of Physics Conference Series*, 1, 1-7.
- Lallé, S., Taub, M., Mudrick, N. V., Conati, C., & Azevedo, R. (2017). The impact of student individual differences and visual attention to pedagogical agents during learning with MetaTutor. In E. André, R. Baker, X. Hu, M. M. T. Rodrigo, & B. du Boulay (Eds.), *Proceedings of the 18 th international conference on artificial intelligence in education (AIED 2017)—Lecture notes in computer science* (pp. 149–161). The Netherlands: Springer.
- Lee, E., & Luft, J. A. (2008). Experienced secondary science teachers' representation of pedagogical content knowledge. *International Journal of Science Education*, 30(10), 1343-1363.
- Liang, L. L., & Richardson, G. M. (2009). Enhancing prospective teachers' science teaching efficacy beliefs through scaffolded, student-directed inquiry. *Journal of Primary Science Education*, 21(1), 51-66.
- Loughran, J., Berry, A. & Mullhall, P. (2006). *Understanding and developing science teachers' pedagogical content knowledge*. Rotterdam: Sense Publishers.
- Loughran, J. J. Mulhall, P., & Berry, A. (2004). In search of pedagogical content knowledge in science: Developing ways of articulating and documenting professional practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(4), 370-391.
- Ma, K., & Cavanagh, M. S. (2018). Classroom ready? Pre-service teachers' self-efficacy for their first professional experience placement. *Australian Journal of Teacher Education*, 43(7), 134-151.
- McCall, M. (2017). Elementary preservice science teaching efficacy and attitude toward science: Can a college science course make a difference? *Electronic Journal of Science Education*, 21(6), 1-11.
- Magnusson, S., Krajcik, J., & Borko, H. (1999). Nature, sources and development of pedagogical content knowledge for science teaching. In J. Gess-Newsome & N. G. Lederman (Eds.), *Examining pedagogical content knowledge: The construct and its implications for science education* (pp. 95–132). Dordrecht: Kluwer Academic.

- McDaniel, M. A., Cahill, M. J., Frey, R. F., Rauch, M., Doele, J., Ruvolo, D., & Daschbach, M. M. (2018). Individual differences in learning exemplars versus abstracting rules: Associations with exam performance in college science. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition, 7*(2), 241-251.
- Menon, D., & Sadler, T. D. (2018). Sources of science teaching self-efficacy for preservice elementary teachers in science content courses. *International Journal Science & Mathematics Education, 16*(5), 835–855.
- Miller, A. D., Ramirez, E. M., & Murdock, T. B. (2017). The influence of teachers' self-efficacy on perceptions: Perceived teacher competence and respect and student effort and achievement. *Teaching and Teacher Education, 64*(1), 260-269.
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record, 108*(6), 1017–1054.
- Moodley, K., & Gaigher, E. (2017). Teaching electric circuits: Teachers' perceptions and learners' misconceptions. *Research in Science Education, 49*, 73–89.
- Moseley, C., Utley, J., Angle, J., & Mwavita, M. (2016). Development of the environmental education teaching efficacy belief instrument. *School Science and Mathematics, 116*(7), 389-398.
- Naah, B. M. (2015). Enhancing pre-service teachers' understanding of students' misconceptions in learning chemistry. *Journal of College Science Teaching, 45*(2), 41–47.
- Nelson, M. M., & Davis, E. A. (2012). Preservice elementary teachers' evaluations of elementary students' scientific models: An aspect of pedagogical content knowledge for scientific modeling. *International Journal of Science Education, 34*(12), 1931-1959.
- NGSS Lead States. (2013). *Next generation science standards: For states, by states*. Washington, DC: National Academies Press.
- Nilsson, P., & Karlsson, G. (2019). Capturing student teachers' pedagogical content knowledge (PCK) using CoRes and digital technology. *International Journal of Science Education, 41*(4), 419-447.
- Nilsson, P., & Loughran, J. (2012). Exploring the development of pre-service science elementary teachers' pedagogical content knowledge. *Journal of Science Teacher Education, 23*, 699–721.
- Nilsson, P., & Vikström, A. (2015). Making pck explicit capturing science teachers pedagogical content knowledge (PCK) in the science classroom. *International Journal of Science Education, 37*(17), 2836-2857.

- O'Rourke, N., Psych, R., & Hatcher, L. (2013). *A step-by-step approach to using SAS for factor analysis and structural equation modeling*. Cary, NC: SAS Institute.
- Osman, E., BouJaoude, S., & Hamdan, H. (2016). An investigation of Lebanese G7-12 students' misconceptions and difficulties in genetics and their genetics literacy. *International Journal of Science and Mathematics Education*, *15*(7), 1257–1280.
- Padilla, K., Ponce-De-León, A. M., Mabel, F., & Garritz, A. (2008). Undergraduate professors' pedagogical content knowledge: The case of 'amount of substance. *International Journal of Science Education*, *30*(10), 1389–1404.
- Palmer, D. H. (2011). Sources of efficacy information in an inservice program for elementary teachers. *Science Education*, *95*, 577–600.
- Park, S., Jang, J.-Y., Chen, Y.-C., & Jung, J. (2011). Is pedagogical content knowledge (PCK) necessary for reformed science teaching?: Evidence from an empirical study. *Research in Science Education*, *41*, 245-260.
- Park, S., & Oliver, J. S. (2008). Revisiting the conceptualisation of pedagogical content knowledge (PCK): PCK as a conceptual tool to understand teachers as professionals. *Research in Science Education*, *38*(3), 261–284.
- Park, S., Suh, J., & Seo, K. (2018). Development and validation of measures of secondary science teachers' pck for teaching photosynthesis. *Research in Science Education*, *48*, 549-573.
- Phelps, G., & Schilling, S. (2004). Developing measures of content knowledge for teaching reading. *Elementary School Journal*, *105*, 31-48.
- Putman, S. M. (2012). Investigating teacher efficacy: Comparing preservice and inservice teachers with different levels of experience. *Action in Teacher Education*, *34*, 26–40.
- Rajput, M. (2018). Dynamic learning spaces in education. Veena Kapur & Sudipta Ghose (Eds.), *PCK: A key to meaningful learning in science classrooms* (pp.141-159). Springer.
- Riggs, I., & Enoch, L. (1990). Toward the development of an elementary teacher's science teaching efficacy belief instrument. *Science Education*, *74*, 625-638.
- Russ, R. S. (2018). Characterizing teacher attention to student thinking: A role for epistemological messages. *Journal of Research in Science Teaching*, *55*(1), 94–120.
- Sabel, J. L., Forbes, C. T., & Flynn, L. (2016). Elementary teachers' use of content knowledge to evaluate students' thinking in the life sciences. *International Journal of Science Education*, *38*(7), 1077-1099.
- Sánchez-Matamoros, G., Fernández, C., & Llinares, S. (2014). Developing pre-service teachers' noticing of students' understanding of the derivative concept. *International Journal of Science and Mathematics Education*, *13*(6), 1305–1329.

- Schermelleh-Engel, K., Moosbrugger, H., & Müller, H. (2003). Evaluating the fit of structural equation models: Tests of significance and descriptive goodness-of-fit measures. *Methods of Psychological Research Online*, 8, 23–74.
- Schmelzing, S., van Driel, J. H., Jüttner, M., Brandenbusch, S., Sandmann, A., & Neuhaus, B. J. (2013). Development, evaluation, and validation of a paper-and-pencil test for measuring two components of biology teachers' pedagogical content knowledge concerning the 'cardiovascular system'. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 11, 1369–1390.
- Schneider, R. M., & Plasman, K. (2011). Science teacher learning progressions. *Review of Educational Research*, 81(4), 530–565.
- Schumacker, R. E., & Lomax, R. G. (2004). *A beginner's guide to structural equation modeling*. Psychology Press
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the reform. *Harvard Educational Review*, 57, 1-22.
- Sorge, S., Kröger, J., Petersen, S., & Neumann, K. (2019). Structure and development of pre-service physics teachers' professional knowledge. *International Journal of Science Education*, 41(7), 862-889.
- Stevenson, H. H., & Jarillo, J. C. (1990). A paradigm of entrepreneurship: Entrepreneurial management. *Strategic Management Journal*, 11, 17–27.
- Suh, J., & Park, S. (2017). Exploring the relationship between pedagogical content knowledge (PCK) and sustainability of an innovative science teaching approach. *Teaching and Teacher Education*, 64, 246–259
- Suma K., Sadia, I. W., & Pujani, N. M. (2018). Investigating 12th grade students' prior knowledge of static electricity concepts. *International Journal on New Trends in Education and Their Implications*, 9(2), 47-53.
- Şeker, H., & Gençdoğan, B. (2014). *Psikolojide ve eğitimde ölçme aracı geliştirme* (2. Baskı) Ankara: Nobel Yayınları.
- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2007). *Using multivariate statistics* (5. Ed.). Boston: Allyn and Bacon.
- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2015). *Çok değişkenli istatistiklerin kullanımı* (Çev. Ed. M. Baloğlu). Ankara: Nobel.

- Tairab, H. H. (2012). Empowering biology teachers through development of content and pedagogical content knowledge. Mijung Kim And C. H. Diong (Eds.), *Biology Education For Social And Sustainable Development*, (pp.393–402). Rotterdam: SensePublishers.
- Tamir, P. (1988). Subject matter and related pedagogical knowledge in teacher education. *Teaching & Teacher Education*, 4(2), 99-110.
- Tatar, N., Yildiz, E., Akpınar, E., & Ergin, Ö. (2009). A study on developing a self efficacy scale towards science and technology. *Eurasian Journal of Educational Research*, 36, 263-280.
- Tavşancıl, E. (2010). Tutumların ölçülmesi ve spss ile veri analizi (4. Baskı). Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Tschannen-Moran, M., Hoy Woolfolk, A., & Hoy, W. K. (1998). Teacher efficacy: Its meaning and measure. *Review of Educational Research*, 68(2), 202-248.
- Tschannen-Moran, M., & Hoy, A. W. (2001). Teacher efficacy: Capturing and elusive construct. *Teaching and Teacher Education*, 17, 783 –805.
- Usher, E. L. (2009). Sources of middle school students' self-efficacy in mathematics: a qualitative investigation. *American Educational Research Journal*, 46(1), 275–314.
- Van Der Werf, G., Creemers, B., De Jong, R., & Klaver, E. (2000). Evaluation of school improvement through an educational effectiveness model: The case of Indonesia's PEQIP Project. *Comparative Education Review*, 44, 329–355.
- Van Driel, J. H., Verloop, N., & De Vos, W. (1998). Developing science teachers' pedagogical content knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(6), 673–695.
- Van Rooij, E.C.M., Fokkens-Bruinsma, M., & Goedhart, M. (2019). Preparing science undergraduates for a teaching career: Sources of their teacher selfefficacy. *The Teacher Educator*, 54(3), 270-294.
- Wallace, J., & Loughran, J. (2011). Science teacher learning. In B. Fraser, K. Tobin, & C. McRobbie (Eds.), *Second international handbook of science education* (pp. 295–306). New York, NY: Springer.
- Webb-Williams, J. (2018). Science self-efficacy in the primary classroom: Using mixed methods to investigate sources of self-efficacy. *Research in Science Education*, 48(5), 939–961.
- Whitworth, B. A., & Chiu, J. L. (2015). Professional development and teacher change: The missing leadership link. *Journal of Science Teacher Education*, 26(2), 121–137.

- Wigfield, A., Muenks, K., & Rosenzweig, E. Q. (2015). Children's achievement motivation in school. In C. M. Rubie-Davies, J. M. Stephens, & P. Watson (Eds.), *Routledge international handbook of social psychology of the classroom* (pp.9–20). London: Routledge.
- Windschitl, M., Thompson, J., Braaten, M., & Stroupe, D. (2012). Proposing a core set of instructional practices and tools for teachers of science. *Science Education*, 96(5), 878–903.
- Woolfolk, A. E., Winne, P. H., Perry, N. E., & Shapka, J. (2009). *Educational psychology* (4th Canadian ed.). Upper Saddle River, NJ: Pearson Education.
- Worthington, R. L., & Whittaker, T. A. (2006). Scale development research: A content analysis and recommendations for best practices. *The Counseling Psychologist*, 34(6), 806–838.
- Wyatt, M. (2015). Using qualitative research methods to assess the degree of fit between teachers' reported self-efficacy beliefs and their practical knowledge during teacher education. *Australian Journal of Teacher Education*, 40(1), 1–30.
- Yangin, S., & Sidekli, S. (2016). Self-Efficacy for science teaching scale development: Construct validation with elementary school teachers. *Journal of Education and Training Studies*, 4(10), 54-69.
- Ying, G., Connor, C. M., Yanyun, Y., Roehrig, A. D., & Morrison, F. J. (2012). The effects of teacher qualification, teacher self-efficacy, and classroom practices on fifth graders' literacy outcomes. *Elementary School Journal*, 113(1), 3-24.
- Zeldin, A. L., & Pajares, F. (2000). Against the odds: self-efficacy beliefs of women in mathematical, scientific, and technological careers. *American Educational Research*, 37, 215–246.
- Zhou, S., Wang, Y., & Zhang, C. (2016). Pre-service science teachers' PCK: Inconsistency of pre-service teachers' predictions and student learning difficulties in Newton's Third Law. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(3), 373-385.
- Zhou, S. - N., & Xiao, H. (2018). Pre-service science teachers' predictions on student learning difficulties in the domain of mechanics. *Journal Of Baltic Science Education*, 17(4), 649-661.
- Zimmerman, B. j. (2000). Self-efficacy: An essential motive to learn. *Contemporary Educational Psychology*, 25, 82-91.

Ek: Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Öğrenciyi Anlama Öz Yeterlilik Ölçeği (FÖAYÖ)

Faktor No	Fen bilimlerini öğretirken...	Oldukça yeterliyim(5)	Yeterliyim(4)	Kısmen yeterliyim(3)	Yetersizim(2)	Oldukça yetersizim(1)
F1	Öğrencilerin derse başlamadan önce motivasyonlarını arttırabilmede,	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
	Öğrencilerin derse başlamadan önce ön bilgilerini gözden geçirmelerini sağlayabilmede,	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
	Öğrencilerin derse başlamadan önce konuya ilişkin kavram yanlışlarını fark etmelerini sağlayabilmede,	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
	Öğrencilerin derse başlamadan önce sahip oldukları kavram yanlışlarını düzelterek çalışmalar yapabilirler,	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
	Öğrencilerin ön bilgilerindeki eksiklikleri fark etmelerini sağlayabilmede,	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
	Öğrencilerin ön bilgilerindeki eksiklikleri tamamlayıcı etkinlikler yaptırabilmede,	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
	Öğrencilerin ön bilgilerindeki eksiklikleri tamamlamalarını sağlayacak açıklamalar yapabilirler,	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
	Öğrencilerin ön bilgilerindeki hataları fark etmelerini sağlayabilmede,	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
F2	Öğrencilerin ön bilgilerindeki hataları düzeltmelerine yardımcı olacak çalışmalar yaptırabilmede,	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
	Öğrencilerin ön bilgilerindeki hataları düzeltmelerine yardımcı olacak uygun açıklamalar yapabilirler,	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
	Öğrencilerin öğrenilen yeni bilgileri bilimsel kanıtlara dayandırarak yapılandırmalarını sağlayabilmede,	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
	Öğrencilerin öğrenilen yeni bilgileri başka durumlara transfer edecekleri uygulamalar yaptırabilmede,	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
	Öğrencilerin kavramları doğru yapılandırmalarını sağlayacak yöntemleri seçebilmede,	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
	Öğrencilerin yeni kavramları yapılandırırken, ihtiyaç duydukları bilgileri araştırmalarına rehberlik edebilmede,	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
	Öğrencilerin öğrenilen yeni bilgilere ilişkin bilimsel kanıtlar sunmalarına olanak sağlayabilmede,	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
	Öğrencilerin yeni bilgileri etkili bir şekilde yapılandırmasını sağlayacak öğrenme stratejilerini seçmelerine rehberlik edebilmede,	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
F3	Öğrencilerin yeni öğrenilen bilgileri kullanabilecekleri sorgulama süreçlerine yönlendirebilmede,	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
	Öğrencilerin soyut kavramları doğru bir şekilde anlamalarını kolaylaştıracak süreçleri oluşturabilmede,	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
	Öğrencilerin yeni öğrenilen bilgilerin doğruluğunu değerlendirecekleri süreçleri sağlayabilmede,	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
	Öğrencilerin yeni öğrenilen kavramlar arasında doğru bağlantılar kurmalarına rehberlik edebilmede,	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
	Öğrencilerin öğrenmedeki duyuşsal (ilgi, tutum, kaygı vb.) yapılarını dikkate alabilmede,	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
	Öğrencilerin kültürel ve sosyal yaşantısını dikkate alarak öğrenme süreçlerini oluşturabilmede,	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
	Öğrencilerin fiziksel gelişimini dikkate alarak öğrenme süreçlerini oluşturabilmede,	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
	Öğrencilerin farklı zekâ tiplerini dikkate alarak, ders planlamasını yapabilirler,	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
F4	Öğrencilerin farklı öğrenme stillerini dikkate alarak, ders planlamasını yapabilirler,	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
	Öğrencilerin geçmiş öğrenme durumlarına ilişkin bireysel farklılıklarını dikkate alabilmede,	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
	Derse başlarken, öğrencilere günlük yaşamın içinden sorular sorabilmede,	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
	Derse başlarken öğrencilerin dikkatlerini günlük yaşamın içinden örneklerle konuya çekebilmede,	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
	Öğrencilerin öğrenilen yeni bilgilere ilişkin günlük yaşamdan örnekler sunmalarını sağlayabilmede,	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
	Öğrencilerin yeni öğrenilen bilgileri, günlük yaşamla ilişkilendirecekleri öğrenme süreçlerini oluşturabilmede,	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
	Öğrencilerin yeni öğrenilen bilgileri, yaşadıkları çevreyle ilişkilendirmelerini sağlayabilmede,	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
	Ders içerisinde öğrencilerde kavram yanlışlarına neden olabilecek açıklamaları yapmama konusunda,	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
F5	Öğrencilerin öğrenmekte zorlandığı bilgileri etkili öğrenme yollarıyla yapılandırmalarını sağlayabilmede,	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
	Öğrencilerin henüz öğrenmeleri gerekmeyen bilgileri ders içerisinde vermekten kaçınılabilmekte,	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
	Öğrencilerin yeni öğrenilen bilgilere ilişkin bilimsel olmayan inanışlar oluşturmalarının önüne geçebilmede,	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)

Not: Ölçeğe “Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Öğrenciyi Anlama Öz Yeterliliği (FÖAYÖ)”, faktörlere ise, Derse Ön Hazırlık (F1), Öğrenme Sürecine Rehberlik Etme (F2), Bireysel Farklılıkları Bilme (F3), Bilgiyi Yaşamla İlişkilendirme (F4), Öğrenme Zorluklarını Bilme (F5) adları verilmiştir.

The Development of Pre-Service Science Teachers' Self - Efficacy for Understanding Students Scale: A Validity and Reliability Study

Extended Abstract

Introduction

There are many factors that affect student achievement in science education. Compared to other factors, teachers' professional knowledge has been found to affect students' cognitive, affective, and psychomotor learning to a higher extent (Chan & Yung, 2017; Gess-Newsome, 2015; Grangeat & Hudson, 2015; Park & Oliver, 2008; Schneider & Plasman, 2011). Related literature indicates that knowledge of understanding students stands out as the most attractive knowledge area in the definitions provided for science teachers' professional knowledge (Anderson & Clark, 2012; Gess-Newsome, 2015; Magnusson, Krajcik, & Borko, 1999; Park & Oliver, 2008; Schneider & Plasman, 2011). This knowledge area includes science teachers' knowledge and understanding of the prior knowledge and skills that students should possess in order to be able to learn science subjects, what the difficulties that could prevent student learning are, and what subject-specific misconceptions students might have (Magnusson et al., 1999).

Research problem

Even though science teachers receive extensive training in terms of content and pedagogy knowledge during their undergraduate degrees, they still possess many incompetencies which are reflected in their teaching practices. Therefore, it is important to identify science teachers' incompetencies during their training process and plan activities that could allow them to develop their skills in the areas they lack. In line with this, the knowledge of understanding students which is part of teachers' professional knowledge has received considerable attention from researchers in recent years and research has been carried out on developing prospective teachers' understanding and skills in this area. Researchers need various tests and measurement tools in order to establish the need for conducting such research as well as evaluate the results of such endeavours. The literature includes a number of measurement tools developed to identify pre-service science teachers' self-sufficiency levels in various areas. Nevertheless, no measurement tool in the literature has been found to have been developed to determine teacher candidates' self-sufficiency levels for understanding students. Thus, it is considered important to contribute to the literature by developing a measurement tool which can be used to identify pre-service science teachers' self-sufficiency beliefs for

understanding students. In line with this, the aim of the present study is to develop a valid and reliable measurement tool that would allow the identification of prospective science teachers' self-sufficiency beliefs for understanding students.

Method

The data were collected from two sample groups. The participants consisted of 4th year pre-service science teachers studying in science education departments of various public universities in Turkey. The data from the first sample was used for Exploratory Factor Analysis (EFA) and the second for Confirmatory Factor Analysis (CFA). The data collected for EFA consisted of responses belonging to 502 pre-service science teachers (360 female and 142 male) studying across 11 public universities in Turkey. The data collected for CFA, on the other hand, consisted of 454 responses from pre-service science teachers (289 female, 165 male) studying across 8 public universities in Turkey. The scale development process included a total of four stages. Those were: i) reviewing related literature, ii) creating an item pool, iii) establishing content validity and evaluation by subject matter experts, and iv) conducting EFA and CFA. The data was analysed using SPSS 20.0 and LISREL 8.7 software. AFA and DFA were used to establish the construct validity of the scale. The reliability of the study was established using Cronbach's Alpha coefficient, Spearman Brown two halves test correlation, Guttman Split Half correlation coefficient, and test-retest correlation coefficients. Moreover, item-total correlations were calculated to measure each item's discriminative power.

Results and discussion

Initially, EFA was conducted to determine the construct validity of the PSTSUSS (Pre-service Science Teachers' Self-sufficiency for Understanding Students Scale). The five-factor solution reached by EFA explained 59 % of total variance. 40 % to 60 % levels of explained total variance are considered acceptable (Çokluk, Şekercioğlu, & Büyüköztürk, 2010; Tavşancıl, 2010). Item-total correlations for each item of the PSTSUSS were found to range between .45 and .68. Calculations showed that each item's total correlation coefficient was above the critical value (0.30; Büyüköztürk, 2013). This indicated that each item had discriminant power in measuring pre-service science teachers' self-sufficiency for understanding students. The fit indices calculated in CFA ($\chi^2/sd=2.44$, CFI=.98, NFI=.97, RMSEA=.06; SRMR=.04; GFI=.85.) in order to confirm the five-factor solution achieved in EFA suggested that the index values were between *perfect* and *acceptable fit* boundaries (Byrne, 2010; Kline, 2011; Schumacher & Lomax, 2004). Moreover, it was also found that the *t* values of all items in the scale were significant ($t > 2.56$, $p < 0.01$). Those results show that the model fit of the PSTSUSS was confirmed in CFA. It was found that Cronbach Alpha coefficient calculated for the reliability values of the scale was .92; Spearman Brown two half test correlation was .88; Guttman Split Half correlation coefficient was .88; and the test retest reliability values was

.86. It was understood that the reliability coefficients of the scale are above .70 which is the critical reliability value. The validity and reliability studies of the “*Pre-service Science Teachers' Self-sufficiency for Understanding Students Scale*” (PSTSUSS) suggested that the scale consisted of 35 items and five factors. Those factors were named as: “*Pre-course Planning (10 items)*”, “*Guiding the Learning Process (10 items)*”, “*Knowing Individual Differences (6 items)*”, “*Relating Knowledge to Daily Life (5 items)*”, and “*Awareness of Learning Difficulties (4 items)*”. The following scoring criteria were used when analysing the answers: “*I am very incompetent*” (1), “*I am incompetent*” (2), “*I am somewhat competent*” (3), “*I am competent*” (4), and “*I am quite competent*” (5). Thus, the lowest score that could be scored in the scale was 35 and the highest was 175. Overall, evaluation of those findings indicates that the PSTSUSS developed to evaluate pre-service science teachers' self-sufficiency levels for understanding students has appropriate qualities obtained with the validity and reliability values.

Suggestions

In terms of future research, the PSTSUSS can be administered to a cohort of in-service teachers. Research can be conducted to measure in-service teachers' self-sufficiency levels for understanding students in order to identify teacher incompetencies and develop practices aimed at improving those incompetencies. Furthermore, it should be possible to transform the PSTSUSS into a format that can be adapted to be administered to pre-service and in-service teachers in other subject areas.