





Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Stem Pedagojik Alan Bilgisi (STEMPAB) Düzeyinin İncelenmesi

Pre-service Science Teachers Examination Of Stem Pedagogical Content Knowledge (STEMPCK) Level

Sayfa | 847

Esra VERDİ , Yüksek Lisans Öğrencisi, Dokuz Eylül Üniversitesi, esra.verdi98@gmail.com

Ali Günay BALIM , Prof. Dr., Dokuz Eylül Üniversitesi, agunay.balim@deu.edu.tr

Geliş tarihi - Received: 7 Temmuz 2023
Kabul tarihi - Accepted: 20 Ağustos 2023
Yayın tarihi - Published: 28 Aralık 2023



Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi, (2023), 14 (2), 847-871.
Western Anatolia Journal of Educational Sciences, (2023), 14 (2), 847-871.
Araştırma Makalesi / Research Paper

Öz.

Çalışma fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM Pedagojik Alan Bilgisi (STEMPAB) düzeylerinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Araştırmanın çalışma grubunu İzmir ilinde bir devlet üniversitesinde Fen Bilgisi Öğretmenliği Anabilim dalında öğrenim görmekte olan 1.,2.,3. Ve 4.sınıf öğretmen adayları oluşturmaktadır. Çalışmada nicel araştırma yöntemlerinden tarama modeli kullanılmıştır. Çalışmada Yıldırım ve Topalcengiz (2019) tarafından geliştirilen “STEM Pedagojik Alan Bilgisi Ölçeği” kullanılmıştır. STEM Pedagogical Content Knowledge Scale 56 maddelik beşli likert tipi ölçekten oluşmaktadır. Ölçeğin Cronbach’s Alpha güvenirlik katsayısı 0,87 ile 0,90 arasında değişmektedir. Nicel verilerin analizinde SPSS 26 paket programı kullanılmıştır. Çalışmada fen bilimleri öğretmen adaylarının STEMPAB düzeyleri 56 ölçek maddesinden en yüksek ortalama 4.52 ile ölçeğin 53. Maddesi (Arkadaşlarımla hayal güçlerini geliştirmeleri için yardımcı olabileceğimi düşünüyorum), en düşük ortalama ise 2,82 ile ölçeğin 30. maddesi (Mühendislik ile ilgili gelişmeleri takip ediyorum) dir. Ölçeğin genel ortalaması 3,87 (3.40-4.19) aralığında olduğu için fen bilimleri dersi öğretmen adaylarının STEMPAB düzeylerinin iyi olduğu söylenebilir. STEMPAB düzeyleri cinsiyet değişkenine göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemekte iken ölçeğin alt boyutları ile sınıf düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Bu fark Pedagoji düzeyinde 3.sınıflarda; Fen, Matematik, Mühendislik, Teknoloji ve Yirmibirinci yüzyıl (21.yy) Becerileri alt boyutlarının 4.sınıflar lehine olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Elde edilen sonuçlara dayalı olarak ileride yapılacak çalışmalar için önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: STEM Eğitimi, STEM Pedagojik Alan Bilgisi (STEMPAB), Tarama Modeli.

Abstract.

This study was conducted to determine the STEM Pedagogical Content Knowledge (STEMPCK) levels pre-service science teachers. The study group of the research consisted of 1st, 2nd, 3rd, and 4th grade students studying at in Izmir Science Education Department. In the study,the survey model which is one the quantitative research methods, was used in the research. The “STEM Pedagogical Content Knowledge Scale” developed by Yıldırım and Topalcengiz (2019) was used in study. The STEM Pedagogical Content Knowledge Scale consists of a 56-item five-point likert-type scale. The Cronbach’s Alpha reliability coefficient of the scale varies between .87 and .90. SPSS 26.0 package program was used in the analysis of quantitative data. In the study the STEMPCK levels of pre-service science teachers were the highest average of 4.52 items, the 53rd item of the scale (I think I can help my friends to develop their imagination), and the lowest average of 2.82, the 30th item of the scale (I follow the developments related to engineering). Since the general average of the scale is in the range of 3.87 (3.40-4.19), it can be said that STEMPCK levels of pre-service science teachers are good. STEMPCK levels do not differ significantly according to the gender variable. While STEMPCK levels did not show a statistically significant difference according to the gender variable, a statistically significant difference was found between the sub-dimens of the scale and grade levels. This difference in 3rd grades at Pedagogy level; It was concluded that sub-dimensions of Science, Mathematics, Engineering, Technology and 21st century Skills were in favor of 4th grades. Based on the results obtained, suggestions were made for future studies.

Keywords: STEM Education, STEM Pedagogical Content Knowledge (STEMPCK), Survey Model.



Extended Abstract

Introduction. Scientific and technological advances require individuals working in these fields to have skills different from the knowledge and equipment they have. This requirement shows that the business world needs individuals who think critically, are technology literate, can solve problems, have creative thinking skills, are entrepreneurs and are effective leaders. In order to meet this need and to train well-equipped and qualified personnel for the 21st century business world, countries have to adopt new educational approaches. It is thought that the basic building block of increasing the quality of education in our country is that teachers' pedagogical content knowledge is sufficient and that they are integrated correctly in STEM education can positively affect their STEMPAB levels. Today, it is of great importance to increase the STEMPAB levels of teachers in meeting the need for individuals who can innovate. It is extremely important to plan STEM education very well in classroom and out-of-class environments in order to meet the individual needs of the future world. In addition to this, no study has been found in the studies on STEMPAB in STEM education to determine the STEMPAB levels of science pre-service teacher. The aim of this study is to determine the STEMPAB levels of pre-service science teachers.

Method. In this study, which was conducted to determine the STEMPAB levels of pre-service science teachers, the survey model was used. The scanning model is based on the participants' interests, skills, abilities, attitudes, etc. related to a subject or event. It is based on determining the characteristics of the problem and identifying and defining the current situation of the existing problem (Sezgin Selçuk, 2019). The study group of the research consists of 163 1st, 2nd, 3rd and 4th grade teacher pre-service studying in the Department of Science Education in an Education Faculty in Izmir. The study The "STEMPCK (STEM Pedagogical Content Knowledge) Scale" developed by Yıldırım, Topalcengiz (2019) was used to examine the STEM pedagogical content knowledge of prospective science teachers.

Results, Discussion and Conclusion. It can be said that the general point average of science pre-service teacher candidates from the STEMPAB Scale is 3.87 (between 3.40-4.19) is good. The highest average of 56 scale items is between 4.52 and 53rd scale items (I think I can help my friends to develop their imaginations), and the lowest average is 2.82 in the 30th item of the scale (I follow the developments related to engineering). Since the general average of the scale is in the range of 3.87 (3.40-4.19), it can be said that the STEMPAB levels of the science pre-service teacher are good. The fact that science pre-service teacher start their profession with a good level of STEMPAB also shows that they have a good command of STEM applications and can be improved.

When the sub-dimensions of the STEMPAB scale were examined, it was concluded that the STEMPAB scores of the pre-service science teachers had a low level of knowledge about the Pedagogy sub-dimension and the design of an innovative learning environment. Rahman et al. (2022) concluded that the 5th item of the scale with the lowest mean value as the pedagogy sub-dimension of the STEMPAB scale and the 6th item of the scale as the highest mean value. It can be said that science pre-service teacher have deficiencies in classroom management.



It was concluded that pre-service science teachers were enthusiastic about integrating STEMPAB scores with the Technology sub-dimension and technological applications into lessons, but they felt inadequate about integrating them with different disciplines. It was concluded that the pre-service science teachers' STEMPAB scores were insufficient in following the Engineering sub-dimension and engineering practices, but they knew that science and mathematics are the basis of engineering. It is seen that science pre-service teacher are sufficient in terms of theoretical knowledge, but there is incomplete information about the engineering discipline. It is understood that pre-service science teachers have mathematics knowledge in addition to the Mathematics sub-dimension and content knowledge of STEMPAB scores, but they lack in providing this in an integrated way in science. This situation leads to the fact that STEM education is not given correctly and in a planned way.

Although the science pre-service teacher do not feel sufficient at the level of belief that they can make new and different designs in STEM applications with the 21st Century Skills sub-dimension of their STEMPAB scores, their belief that they can help them develop their imaginations has emerged. It was determined that the scores of science teacher candidates from the STEMPAB scale and its sub-dimension did not differ significantly according to the gender variable.

When Table 7 is examined in terms of STEMPAB scale and sub-dimensions of science pre-service teacher, it was determined that the general average score of the 4th graders was higher than the other grades. In terms of sub-dimensions, it was revealed that the pedagogy sub-dimension had high mean values in favor of the 3rd grades, and the science, mathematics, technology, engineering and 21st century skills sub-dimensions in favor of the 4th grades. This result can be explained as the effect of the 4th grade courses and the teaching practice course, in which the pre-service science teachers' content knowledge is integrated with practice.



Giriş

STEM Eğitimi

Sayfa | 851

Bilimsel ve teknolojik ilerlemeler, bu alanlarda çalışan bireylerin var oldukları bilgi ve donanımdan farklı becerilere sahip olmasını gerektirmektedir. Bu gereklilik iş dünyasına eleştirel düşünen, teknoloji okuyazarı, problem çözebilen, yaratıcı düşünme becerisine sahip, girişimci ve etkin lider olan birey ihtiyacı olduğunu göstermektedir. Bu ihtiyacın karşılanabilmesi için ve 21.YY (yüzyıl) iş dünyası için donanımlı ve nitelikli eleman yetiştirmek için ülkeler yeni eğitim yaklaşımlarını benimsemek durumunda kalmaktadır. Bu durum STEM eğitiminin ortaya çıkış temelini oluşturmaktadır. STEM; Science (Bilim), Technology (Teknoloji), Engineering (Mühendislik), Mathematics (Matematik) kelimelerin bir kısaltması olarak ilk kez National Science Foundation (NSF) tarafından kullanılmıştır (NSF, 2001. İlk defa Amerika Ulusal Bilim Topluluğu tarafından ortaya koyulan STEM kavramı eğitim politikası ve paradigması olarak etkisini sürdürmektedir (Dugger, 2010). Geleceğin bilim insanları, mühendislerin, teknoloji üretebilecek nesillerin yetiştirilmesinde STEM eğitiminin rolü büyüktür. Teknoloji üretebilen ülkeler diğer ülkeler arasında arka planda kalmazlar ekonomileri güçlü bir şekilde ilerlemektedir. Temel düzeyde STEM eğitimi teknik becerilere sahip bireylerin yetiştirilmesindenin kaynağıdır. STEM Eğitimi ile birlikte teknoloji üretebilen nesillerin yetişmesi ülke ekonomileri için önemlidir (Roberts, 2012). STEM eğitimi temelde fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin entegre bir şekilde verildiği, günlük hayattan bir problem durumu ile öğrencilere 21.yy becerileri kazandıran ve sonucunda ürün ile sonlanan bir süreçtir (Lyons, 2020). STEM eğitimi temelde fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin entegre bir şekilde verildiği, günlük hayattan bir problem durumu ile öğrencilere 21.yy becerileri kazandıran ve sonucunda ürün ile sonlanan bir süreçtir (Lyons, 2020). Birey ihtiyacının karşılanması için ülkeler öğretim programlarındaki değişiklikler ve öğretmenlerin sınıf içi STEM uygulamaların rolü büyüktür.

Ülkemizde eğitim niteliğinin artırılmasında temel yapıtaşı öğretmenlerin pedagojik alan bilgisinin yeterli olması, STEM eğitiminde doğru bir şekilde entegre edilmesi onların STEMPAB düzeylerine olumlu yönde etki edebileceği düşünülmektedir. Günümüzde inovasyon yapabilecek birey ihtiyacının karşılanmasında öğretmen STEMPAB düzeylerinin artırılması büyük önem taşımaktadır. STEM eğitiminin sınıf içi ve sınıf dışı ortamlarda çok iyi planlanması gelecek dünyanın birey ihtiyacı karşılanması konusunda son derece önemlidir (Akarsu, Akçay ve Elmas, 2020). Öğretmenlerin bu süreçteki eksik bilgi aktarımı veya yanlış planlamaları STEM uygulamalarını olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Bu noktada öğretmenlerin bilgi edinilmesi konusundaki süreçteki alan bilgi düzeylerinin etkisi olabilir. Shulman (1986)'nın ifade ettiği bu kavram karşımıza pedagojik alan bilgisi olarak çıkmaktadır. Alan bilgisinin pedagoji bilgisi ile entegre bir şekilde verilebilmesi öğretimin kalitesini belirler (Long, Harrell, Subraminiam, Pope ve Trompson, 2022). Pedagojik alan bilgisi öğretmenlerin öz yeterliğini etkilemektedir. Stohlman, Moore ve Roehring'a (2012) göre öğretim sürecindeki her etkinliğin ve bilginin planlanmasındaki kendilerine inancı öğrenci üzerinde etkisini göstermektedir. Günümüzde STEM Eğitimi başarılı bir şekilde uygulayabilmek için öğretmenlerin STEM'in ne anlama geldiğini, nasıl uygulanacağını, nasıl ölçme değerlendirme yapılacağı konusunda bilgi ve becerilere sahip olmaları beklenmektedir (Rittmayer ve Beier, 2008). STEM öğretiminde öğretmen yetkinliğini geliştirmek, öğrencileri 21.yy becerileri ve zorluklarıyla karşılaşabilecek



durumlara hazırlamak önemlidir (Hasanah, Riandi, Kaniawati, Permanasari, 2022). Bu noktada günümüzdeki öğretmenlerin STEMPAB düzeylerinin çok iyi olması öğrencilerine STEM uygulamalarını, sorgulama süreçlerini ve öğretimsel süreçte gerçek dünya problemlerine çözüm üretmek için gerekli olan bilgi ve beceriye sahip olması açısından önemli olduğunu göstermektedir (Allen, Webb, Matthews, 2016; Verdi ve Yıldırım, 2020). STEM uygulamalarında öğretmenlerin STEMPAB düzeylerinin ve becerilerinin geliştirilmesi için araştırmacılar STEMPAB ve STEMPCK (STEM Pedagogical Content Knowledge) çerçeve modelleri önermektedir. Saxton, Burns, Holveck, Kelley, Prince, Rigelman ve Skinner (2014) çalışmalarında STEMPCK için 3 bileşen olmasını önermektedir. Bunlar “Öğretmenlerin ve öğrencilerin düşünme bilgisi”, “Pedagoji Bilgisi” ve “Bağlam Bilgisi” olarak ele almaktadır. Allen, Webb, Matthews (2016) STEMPCK kavramını, STEM eğitimi anlama ve tanıma bilgisi olarak tanımlamaktadır. Kavramsallaştırma, “Öğrencilerin STEM ile ilgili konular hakkında bilgileri”, “Pedagoji bilgisi” ve “Bağlam bilgisi” şeklinde ele almıştır. An (2017) çalışmasında disiplinlerarası fen ve matematiği entegre bir şekilde ele almak için STEM pedagojik alan bilgisini; pedagojik bilgi, fen içerik bilgisi, matematik içerik bilgisi ayrı ayrı ele alınarak öğretim süreci taslak olarak planlanmalı sonrasında STEM eğitimi yapılacak derste STEM pedagojik içerik bilgisi öğretmen tarafından hazırlanmalıdır. Fan ve Yu (2019) çalışmasında mühendislik odaklı STEM eğitimi ele almaktadır. Mühendislik odaklı STEMPCK 7 alt bileşenden oluşmaktadır. Bunlar, “Mühendislik tasarım süreçleri hakkındaki alan bilgisi”, “Müfredat odaklı alan bilgisi”, “STEM alan bilgisi”, “Pedagoji bilgisi”, “Bağlam bilgisi”, “Öğrencilere aktarılabilecek mühendislik bilgisi”, “Değerlendirme” olarak ele alınmaktadır.

STEM Eğitiminde STEM Okuryazarı öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının sahip olması gereken yeterlikler günümüz birey ihtiyacını karşılama sürecinde, öğrencilerin meslek seçimlerinde önemlidir (Kearney, 2016; Margot ve Kettler, 2019; Koh ve Tan, 2021). Bu yeterlikler alan yazın incelendiğinde STEMPAB olarak ele alınmış olup 5 kategoride toplanmaktadır. STEM Alan Bilgisi, Pedagoji Bilgisi, 21.Yy Beceri Bilgisi, Bağlam Bilgisi ve Entegrasyon Bilgisi şeklinde ele alınmıştır (Güler Nalbantoğlu, 2023; Hasanah, S vd., 2022; Stohlmann vd., 2012; Yıldırım ve Topalcengiz, 2019).



Şekil 1. STEM Pedagojik Alan Bilgisi Modeli (Yıldırım, 2020)

1. **STEM Alan Bilgisi:** STEM eğitimi derslerinde uygulayacak öğretmenlerin Bilim, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik disiplinleriyle ilgili olarak bilmesi gereken içerik bilgisidir. Öğretmenlerin STEM alan bilgisi, öğrenme- öğretim süreçlerinde etkili bir şekilde uygulanmasında önemlidir (Putra ve Narulitai, 2023).

Verdi, E. ve Balm, A. G. (2023). Fen bilimleri öğretmen adaylarının stem pedagojik alan bilgisi (STEMPAB) düzeyinin incelenmesi. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 14(2), 847-871.

DOI. 10.51460/baebd.1324227



2. **Pedagoji Bilgisi:** Öğretmenlerin sahip olması gereken konuda kullanacakları öğretim yöntemleri, sınıf yönetimi, ölçme-değerlendirme bilgilerini içermektedir (Doğan, Pringle ve Mesa, 2016).
3. **21.YY Beceri Bilgisi:** Endüstri 1.0 ile başlayan gelişmelerin ve yeniliklerin toplumların Endsütri 4.0 hatta Endüstri 5.0 olarak devam etmesi bireylerde 21.yy becerilerinin olması gerekliliğini arttırmaktadır. Bu becerilerin kazandırılması STEM eğitimi ile donatılmış öğretmenlerin eğitimleriyle doğrudan ilişkilidir (Çepni ve Ormanci, 2018).
4. **Bağlam Bilgisi:** STEM eğitiminin günlük hayatla bağlantılı bir şekilde verilmesi bilgisidir. Öğretilen bilgilerin teorik olarak kalmaması günlük hayatta karşılığının olması gerekmektedir (Alaylı, 2021).
5. **Entegrasyon Bilgisi:** STEM uygulamalarını doğru bir şekilde planlanması için öğretmenlerin STEM alan bilgisi, pedagoji bilgisi, 21.yy beceri bilgisi ve bağlam bilgisinin bütünleşik bir şekilde kullanabilmesini gerektiren bilgidir (Gencer, Doğan, Bilen ve Can, 2019).

Doğru bir şekilde geliştirilen STEMPAB, yapılandırmacı öğretim yaklaşımı ve öğretim bağlamındaki zorlukların üstesinden gelinmesine yardımcı olmaktadır (Allen vd., 2016). Alanyazın incelendiğinde STEMPAB veya STEMPCK ile ilgili birçok çalışma mevcuttur (Abdi, Deli, Afandi ve Astuti, 2022; Ceran, 2021; Güler Nalbantoğlu, 2023; Hasanah, vd., 2022; Kaya ve Elster, 2019; Sarı, 2022; Smith ve Twaddle, 2023; Su Ling, Pang ve Lajium, 2020; Özcan ve Koştur, 2018; Putra, 2019; Yang, Wu ve Li, 2021; Yıldırım ve Topal Cengiz, 2019). Buna ek olarak STEM eğitiminde STEMPAB hakkında yapılan çalışmaların fen bilimleri öğretmen adaylarının STEMPAB düzeylerinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu çalışmanın amacı fen bilimleri öğretmen adaylarının STEMPAB düzeylerinin belirlenmesidir. Çalışmanın ileride geleceğin neferi öğretmen adaylarının STEMPAB düzeyleri konusunda çalışacak araştırmacılara yol gösterici olması açısından problem durumu ortaya konulmuştur. "Fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM pedagojik bilgileri ne düzeydedir?" problem cümlesinden yola çıkılarak 2 alt problem oluşturulmuştur:

1. Fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM pedagojik alan bilgileri cinsiyete göre anlamlı farklılık göstermekte midir?
2. Fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM pedagojik alan bilgileri sınıf düzeyine göre anlamlı farklılık göstermekte midir?



Yöntem

Araştırma Modeli

Araştırmada fen bilimleri öğretmen adaylarının STEMPAB düzeylerinin belirlenmesi için yapılan bu araştırmada tarama modeli kullanılmıştır. Tarama modeli, bir konuya ya da olaya ilişkin katılımcıların ilgi, beceri, yetenek, tutum vb. özelliklerinin belirlendiği ve var olan problemin mevcut durumunu tespit edilip tanımlama yapılmasına dayanır (Sezgin Selçuk, 2019). Bu araştırma türünde örneklem sayısı fazla olması ve istatistiksel genellemelere ulaşılmasını sağlar (Creswell, 2019).

Çalışma Grubu

Evren, araştırmanın incelendiği çeşitli durumlardır (Çepni, 2021). Araştırmanın geçerliği ve güvenilirliği için sonuçları genellemek daha doğru sonuçlar verir. Fakat evrenin bütününe ulaşabilmek zaman, imkan açısından veri toplamayı zorlaştırmaktadır (Creswell, 2019). Bir araştırma sürecinde evrene ulaşmanın zor olduğunda sınırlandırılma yapılır. Sınırlandırılan küme çalışmanın evrenini oluşturmaktadır (Koç Başaran, 2017). Araştırma sonuçlarının geçerli ve güvenilir olacağı sınırlandırılan grup çalışma grubu olarak ele alınabilir (Büyüköztürk, Kılıç Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2018). Araştırmanın çalışma grubunu İzmir ilinde bir Eğitim Fakültesinde Fen Bilgisi Öğretmenliği Anabilim Dalında öğrenim görmekte olan 1. 2. 3. Ve 4. Sınıf 163 öğretmen adayları oluşmaktadır. Çalışma grubuna ilişkin demografik bilgileri Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1.
Çalışma Grubunu Oluşturan Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Demografik Bilgileri

Özellikler	Gruplar	N	%
Cinsiyet	Kadın	106	%65
	Erkek	57	%35
Sınıf Seviyesi	1.Sınıf	47	%29
	2.Sınıf	49	%30
	3.Sınıf	34	%21
	4.Sınıf	33	%20
Toplam		163	100,0



Tablo 1 incelendiğinde 163 fen bilimleri öğretmen adayı cinsiyeti açısından 106 katılımcı kadın (%65), 57 katılımcı erkek (%35) oluşmaktadır. Sınıf düzeyi açısından incelendiğinde 47 kişi 1.sınıf (%29), 49 kişi 2.sınıf (%30), 34 kişi 3.sınıf (%21), 33 kişi 4. sınıf (%20) oluşturmaktadır.

Veri Toplama Aracı

STEM Pedagojik Alan Bilgisi Ölçeği (STEMPAB)

Fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM pedagojik alan bilgisinin incelenmesi için Yıldırım, Topalcengiz (2019), tarafından geliştirilen “STEMPCK (STEM Pedagogical Content Knowledge) Ölçeği” kullanılmıştır. Ölçeğin açılımlayıcı faktör analizini fen bilgisi öğretmenliği, okul öncesi öğretmenliği, ilkökul matematik öğretmenliği ve matematik öğretmenliği bölümde öğrenim görmekte olan 443 öğretmen adayı ile yapılmıştır. Ölçeğin doğrulayıcı faktör analizi 212 öğretmen adayı yapılmış olup ölçek 655 öğretmen adayına uygulanmıştır. Ölçek beşli likert tipinde olup 56 maddeden oluşmaktadır. Her bir madde için; Kesinlikle Katılıyorum (5), Katılıyorum (4), Kararsızım (3), Katılmıyorum (2), Kesinlikle Katılmıyorum (1) şeklinde ifadeler yere verilmiştir. Cronbach Alfa iç tutarlık katsayısı hesaplanmış ve 0,87 ile 0,90 arasında bulunmuştur. Bu haliyle geçerli ve güvenilir bir ölçektir. Çalışmamızda kullanılan ölçeğin Cronbach Alfa katsayısı 0,73 bulunmuştur. Örneklem sayısı azaldığında Cronbach Alfa katsayısı azalacağından ölçek geçerli ve güvenilir aralıktadır. Ölçekteki alt boyutlar ve maddelerin dağılımı aşağıdaki gibidir:

- ❖ “Pedagojik Bilgi” (1- 12. maddeler)
- ❖ “Fen Bilgisi” (13-20. maddeler)
- ❖ “Teknoloji Bilgi” (21-27. maddeler)
- ❖ “Mühendislik Bilgi” (28-34. maddeler)
- ❖ “Matematik Bilgisi” (35-42. maddeler)
- ❖ “21.Yy Beceri Bilgisi” (43-56.maddeler)

Verilerin Analizi

Çalışmada toplanan nicel verilerin analizinde SPSS 26.0 paket programı kullanılmıştır. Fen bilimleri öğretmen adaylarının STEMPAB ölçeğinden aldıkları puanların analizinde parametrik ve non-parametrik test kullanılıp kullanılmayacağına karar verilmesi gerekmektedir. Verilerin analizinde testlerin belirlenmesinde ilk önce normal dağılıma bakılmalıdır. Çarpıklık değeri (-1,+1), basıklık değeri (-1,+2) arasında değer alıyorsa normal dağılıma uygundur (Cevahir, 2020). Örneklem sayısı N>30 olduğu için Kolmogorov-Smirnov testi kullanılmıştır.



Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi, (2023), 14 (2), 847-871.
Western Anatolia Journal of Educational Sciences, (2023), 14 (2), 847-871.
Araştırma Makalesi / Research Paper

Tablo 2.
Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının STEMPAB Puanları Normallik Testi

Alt Boyutlar	\bar{x}	SS	Çarpıklık	Basıklık	Minumum	Maksimum
Pedagoji	49.00	7	-1,4	2,82	12.00	60.00
Fen	32.00	6,01	-1,19	1,45	8.00	40.00
Teknoloji	27.00	5,09	-.58	.228	7.00	35.00
Mühendislik	26,15	6,52	.10	.77	7.00	35.00
Matematik	29,96	5,7	-.65	1,10	8.00	40.00
21.yy Becerileri	59,05	10,25	-.64	7,30	14.00	70.00
Genel Toplam	220,65	32,43	-1,13	2,02	56.00	280.00

Tablo 2 incelediğinde STEMPAB ölçeği alt boyutlarının normal dağılım göstermediği sonucuna ulaşılmıştır. Bu nedenle non-parametrik test uygulanmıştır (Kargöz, 2010).

- Fen bilimleri öğretmen adaylarının STEMPAB puanlarının *Pedagoji* alt boyutundan alabilecekleri en düşük puan 12, en yüksek değer 60'dır. Fen bilimleri öğretmen adaylarının ortalama puanlarına bakıldığında ise 49.00 olduğu sonucuna ulaşılmaktadır.
- Fen bilimleri öğretmen adaylarının STEMPAB puanlarının *Fen* alt boyutundan alabilecekleri en düşük puan 8, en yüksek değer 40'dır. Fen bilimleri öğretmen adaylarının ortalama puanlarına bakıldığında ise 32.00 olduğu sonucuna ulaşılmaktadır.
- Fen bilimleri öğretmen adaylarının STEMPAB puanlarının *Teknoloji* alt boyutundan alabilecekleri en düşük puan 7, en yüksek değer 35' dir. Fen bilimleri öğretmen adaylarının ortalama puanlarına bakıldığında ise 27.00 olduğu sonucuna ulaşılmaktadır.
- Fen bilimleri öğretmen adaylarının STEMPAB puanlarının *Mühendislik* alt boyutundan alabilecekleri en düşük puan 7, en yüksek değer 35'dir. Fen bilimleri öğretmen adaylarının ortalama puanlarına bakıldığında ise 26,15 olduğu sonucuna ulaşılmaktadır.
- Fen bilimleri öğretmen adaylarının STEMPAB puanlarının *Matematik* alt boyutundan alabilecekleri en düşük puan 8, en yüksek değer 40'dır. Fen bilimleri öğretmen adaylarının ortalama puanlarına bakıldığında ise 29,96 olduğu sonucuna ulaşılmaktadır.
- Fen bilimleri öğretmen adaylarının STEMPAB puanlarının *21.YY Becerileri* alt boyutundan alabilecekleri en düşük puan 14, en yüksek değer 70'dır. Fen bilimleri öğretmen adaylarının ortalama puanlarına bakıldığında ise 59,05 olduğu sonucuna ulaşılmaktadır.
- Fen bilimleri öğretmen adaylarının STEMPAB puanlarının *genel toplam* 220,65 ve minimum değer 56, maksimum değer 280 olduğu görülmektedir.



Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi, (2023), 14 (2), 847-871.
Western Anatolia Journal of Educational Sciences, (2023), 14 (2), 847-871.
Araştırma Makalesi / Research Paper

Tablo 3.
Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının STEMPAB Alt Boyutlarının Cinsiyet Değişkenine İlişkin Normallik Testi Sonuçları

Alt Boyutlar	Cinsiyet	Kolmogorov- Smirnov	Shapiro-Wilk
Pedagoji	K	.000	.000
	E	.000	.000
Fen	K	.003	.000
	E	.000	.000
Teknoloji	K	.004	.001
	E	.002	.038
Mühendislik	K	.004	.001
	E	.002	.038
Matematik	K	.010	.000
	E	.009	.018
21.yy Becerileri	K	.004	.001
	E	.000	.000
Genel Toplam	K	.907	.000
	E	.907	.000

Tablo 3 incelendiğinde fen bilimleri öğretmen adaylarının STEMPAB alt boyutlarının cinsiyet değişkenine ilişkin normallik testi Kolmogorov-Smirnov değerleri ($p < 0.05$) %95 güven aralığında normal dağılım göstermemektedir (Hopkins ve King, 2010).

Tablo 4.
Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının STEMPAB Alt Boyutları Açısından Sınıf Düzeylerine İlişkin Normallik Testi Sonuçları

Alt Boyutlar	Sınıf Düzeyi	Kolmogorov- Smirnov	Shapiro-Wilk
Pedagoji	1	.002	.000
	2	.000	.000
	3	.000	.000
	4	.000	.000
Fen	1	.200	.244
	2	.000	.000
	3	.001	.000
	4	.000	.000
Teknoloji	1	.200	.078
	2	.000	.000
	3	.174	.018
	4	.000	.015



Mühendislik	1	.073	.689
	2	.000	.000
	3	.017	.005
	4	.000	.000
Matematik	1	.020	.103
	2	.000	.000
	3	.001	.003
	4	.000	.000
21.yy Becerileri	1	.001	.000
	2	.000	.000
	3	.000	.000
	4	.000	.001
Genel Toplam	1	.200	.086
	2	.000	.000
	3	.000	.000
	4	.000	.001

Tablo 4 incelendiğinde, fen bilimleri öğretmen adaylarının STEMPAB alt boyutları açısından sınıf düzeylerine ilişkin normallik testi Kolmogorov-Smirnov testi sonuçlarına göre normal dağılım göstermemektedir ($p < .005$) (Kargöz, 2010).

Bulgular

Fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM pedagojik bilgileri ne düzeydedir?" sorusu araştırılmıştır. Araştırma sorusunda kullanılan ölçek Yıldırım ve Topalcengiz (2019), tarafından geliştirilen "STEMPCK (STEM Pedagogical Content Knowledge) Ölçeği" dir. STEMPCK Ölçeğinde alınabilecek en düşük değer 56, en yüksek değer 280'dir. Fen bilimleri öğretmen adaylarının STEMPCK düzeylerinin belirlenmesine yönelik yapılan betimsel analiz sonuçları Tablo 5' de yer verilmiştir.



Tablo 5.

Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının STEMPAB Düzeyleri

		Kesinlikle katılıyorum (5)	Katılıyorum (4)	Kararsızım (3)	Katılmıyorum (2)	Kesinlikle Katılmıyorum (1)	\bar{x}	SS
PEDAGOJİ BİLGİSİ								
1. Bir dersin öğretiminde birden fazla strateji, yöntem ve teknik kullanabileceğimi düşünüyorum.	N	80	62	9	12	0	4,28	.87
	%	49,1	38,0	5,5	7,4	0		
2. Öğrencilere her konuda rehberlik edebileceğimi düşünüyorum	N	31	101	25	5	1	3,95	.72
	%	19,0	62	15,3	3,1	0,6		
3. Öğrencilerin araştırmalarında onlara yardımcı olabileceğimi düşünüyorum.	N	57	90	7	8	1	4,19	.78
	%	35,0	55,2	4,3	4,9	0,6		
4. Alternatif ölçme ve değerlendirme yaklaşımlarını kullanabileceğimi düşünüyorum.	N	51	91	12	9	0	4,12	.77
	%	31,3	55,8	7,4	5,5	0		
5. Öğrenmeyi sağlayıcı etkili bir sınıf ortamı oluşturabilirim.	N	55	62	37	1	8	3,95	1,01
	%	33,7	38,0	22,7	0,6	4,9		
6. Öğrenciler ile etkili iletişim kurabileceğimi düşünüyorum.	N	98	51	4	3	7	4,41	.96
	%	60,1	31,3	2,5	1,8	4,3		
7. Öğrencileri derse karşı motive edebileceğimi düşünüyorum.	N	70	79	4	9	1	4,27	.81
	%	42,9	48,5	2,5	5,5	0,6		
8. Öğrencilerin dersin hedeflerine ulaşım ulaşmadığını tespit edebileceğimi düşünüyorum.	N	53	77	30	2	1	4,09	.77
	%	32,5	47,2	18,4	1,2	0,6		
9. Öğrencilere ders ile ilgili dönüt-düzetme verebileceğimi düşünüyorum.	N	54	82	16	10	1	4,09	.77
	%	33,1	50,3	9,8	6,1	0,6		
10. Öğrencileri nasıl değerlendireceğimi konusunda yeterli olduğumu düşünüyorum	N	33	95	33	2	0	3,97	.67
	%	20,2	58,2	20,2	1,2	0		
11. Öğrencilere kaliteli ve verimli ders öğretebileceğimi düşünüyorum.	N	56	86	11	9	1	4,14	.81
	%	34,4	52,8	6,7	5,5	0,6		
12. Öğrencilerin düzeylerine uygun eğitim verebileceğimi düşünüyorum.	N	52	90	11	9	1	4,12	.80
	%	31,9	55,2	6,7	5,5	0,6		
FEN								
13. Fen Bilimleri alanıyla ilgili yeterli bilgiye sahip olduğumu düşünüyorum	N	34	80	34	12	3	3,79	.91
	%	20,9	49,1	20,9	7,4	1,8		
14. Fen Bilimleri alanın da meydana gelen gelişmeleri takip ederim.	N	38	77	26	18	4	3,77	1,00
	%	23,3	47,2	16,0	11,0	2,5		



15. Öğrencilere fen ile ilgili sorular sorarak konuya ilgilerini çekebilirim.	N	62	75	15	10	1	4,14	.86
	%	38	46	9,2	6,1	0,6		
16. Fen Bilimleri dersine ait kavram, bilgi, teori ve kanunları öğretebileceğimi düşünüyorum.	N	80	59	11	5	8	4,21	1,04
	%	49,1	36,2	6,7	3,1	4,9		
17. Fen öğretimi konusunda etkili olacağımı düşünüyorum.	N	61	82	10	2	8	4,14	.95
	%	37,4	50,3	6,1	1,2	4,9		
18. Fen bilimlerine yönelik ileri düzey çalışmalar yapabilirim	N	30	42	76	12	3	3,51	.93
	%	18,4	25,8	46,6	7,4	1,8		
19. Öğrencileri, fen kavramlarını kullanmak için cesaretlendiririm	N	64	75	12	10	2	4,15	.89
	%	39,3	46,0	7,4	6,1	1,2		
20. Fen bilimleri dersi ilgimi çektiğini düşünüyorum	N	87	49	10	15	2	4,25	1,00
	%	53,4	30,1	6,1	9,2	1,2		

TEKNOLOJİ

21. Teknoloji konusunda yeterli bilgiye sahip olduğumu düşünüyorum.	N	26	82	40	13	2	3,71	.87
	%	16,0	50,3	24,5	8,0	1,2		
22. Teknolojik araç-gereçleri derslerde kullanabileceğimi düşünüyorum	N	78	63	18	2	2	4,30	.81
	%	47,9	38,7	11,0	1,2	1,2		
23. Farklı derslere teknolojiyi entegre edebilecek kadar entegrasyon bilgisine sahibim	N	40	49	55	15	4	3,65	1,02
	%	24,5	30,1	33,7	9,2	2,5		
24. Teknolojide meydana gelen gelişmeleri takip ediyorum	N	46	67	27	21	2	3,82	1,02
	%	28,2	41,1	16,6	12,9	1,2		
25. Teknolojik problemlere yeni ve farklı çözümler üretebilirim.	N	30	63	52	18	2	3,63	.93
	%	18,4	38,7	31,9	9,8	1,2		
26. Farklı birçok teknoloji hakkında bilgi sahibiyim.	N	18	80	42	22	1	3,56	.88
	%	11,0	49,1	25,8	13,5	.6		
27. Farklı disiplinler ile teknolojiyi ilişkilendirebilirim.	N	19	57	71	12	4	3,46	.88
	%	11,7	35,0	43,6	7,4	2,5		

MÜHENDİSLİK

28. Fen ve Matematiğin mühendisliği temeli olduğunu düşünüyorum	N	96	41	12	11	3	4,32	.99
	%	58,9	25,2	7,4	6,7	1,8		
29. Mühendislik eğitimi konusunda öğrencilere yardımcı olabileceğimi düşünüyorum	N	15	58	53	33	4	3,28	.97
	%	9,2	35,6	32,5	20,2	2,5		
30. Mühendislik ile ilgili gelişmeleri gelişmeleri takip ediyorum	N	11	17	74	54	7	2,82	.92
	%	6,7	10,4	45,4	33,1	4,3		
31. Mühendisliğin uygulama alanın teknoloji olduğunu düşünüyorum	N	45	79	30	6	3	3,96	.88
	%	27,6	48,5	18,4	3,7	1,8		
32. Mühendislikle ilgili bir şeyler yaptığım zaman kendimi iyi hissediyorum	N	35	27	27	59	5	3,17	1,22
	%	21,5	16,6	22,7	36,2	3,1		
33. Mühendisliğin eğlenceli olduğunu düşünüyorum	N	29	50	26	33	25	3,15	1,34
	%	17,8	30,7	16	20,2	15,3		
	N	25	32	52	43	11	3,10	1,15



34. Derslerimi mühendislik eğitimi ile birleştirebileceğimi düşünüyorum	%	15,3	19,6	31,9	26,4	6,7		
---	---	------	------	------	------	-----	--	--

MATEMATİK

35. Matematik konusunda yeterli alan bilgisine sahibim	N	55	73	24	10	1	4,04	.88
	%	33,7	44,8	14,7	6,1	.6		
36. Matematik dersine ait kavram, teorem ve kuramları etkili bir şekilde öğreteceğime inanıyorum.	N	55	56	45	5	2	3,96	.92
	%	33,7	34,4	27,6	3,1	1,2		
37. Öğrencileri, matematik kavramlarını kullanmak için cesaretlendiririm	N	51	67	36	6	1	3,97	.88
	%	31,3	41,1	22,1	4,9	.6		
38. Matematik ile ilgili ileri düzey çalışmalar yapabilirim	N	22	56	43	31	11	3,28	1,12
	%	13,5	34,4	26,4	19,0	6,7		
39. Matematiğin, terimlerin, kuramları olduğu bir disiplin olarak düşünüyorum	N	35	66	43	6	12	3,62	1,08
	%	22,1	40,5	26,4	3,7	7,4		
40. Matematik öğretimi için gerekli nitelik ve becerilere sahip olduğumu düşünüyorum.	N	40	47	61	10	5	3,65	1,01
	%	24,5	28,8	37,4	6,1	3,1		
41. Matematik ve fen alanlarını birlikte kullanabilecek bilgiye sahibim	N	57	62	34	8	2	4,00	.93
	%	35	38	20,9	4,9	1,2		
42. Matematik ile ilgili gelişmeleri takip ederim	N	16	61	58	23	5	3,36	.94
	%	9,8	37,4	35,6	14,1	3,1		

21. YY YAŞAM BECERİLERİ BİLGİSİ

43. Öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerini geliştireceğimi düşünüyorum	N	56	63	31	12	1	3,98	.94
	%	34,4	38,7	19	7,4	.6		
44. Öğrencilerin günlük yaşamda karşılaştığı problemleri çözmeleri için gerekli becerileri kazanmalarını sağlayacağımı düşünüyorum	N	57	80	14	10	2	4,10	.88
	%	35,0	49,1	8,6	6,1	1,2		
45. Arkadaşlarım ile etkili iletişim kurabilirim	N	85	60	8	9	1	4,34	.85
	%	52,1	36,8	4,9	5,5	.6		
46. Kendimi başkasının yerine koyup empati yapabilirim	N	108	38	4	2	11	4,41	1,08
	%	66,3	23,3	2,5	1,2	8,7		
47. Arkadaşlarımla grup çalışması yapabileceğimi düşünüyorum	N	72	70	17	1	3	4,26	.81
	%	44,2	42,9	10,4	.6	1,8		
48. Yeni ve farklı tasarımlar yapabileceğime inanıyorum	N	54	48	53	5	2	3,88	.96
	%	33,1	29,4	32,5	3,1	1,8		
49. Arkadaşlarımla düşüncelerime saygı duyarım	N	98	44	8	11	2	4,38	.94
	%	60,1	27	4,9	6,7	1,2		
50. Arkadaşlarıma liderlik yapabileceğimi düşünüyorum	N	73	61	22	5	2	4,21	.88
	%	44,8	37,4	13,5	3,1	1,2		



51. Eleştirilere karşı hoşgörülü olduğumu düşünüyorum	N	61	71	16	11	4	4,06	.98
	%	37,4	43,6	9,8	6,7	2,5		
52. Karar verirken başkalarının görüşlerini göz önüne alacağımdan eminim	N	73	63	13	10	4	4,17	.98
	%	44,8	38,7	8	6,1	2,5		
53. Arkadaşlarımla hayal güçlerimi geliştirmeleri için yardımcı olabileceğimi düşünüyorum.	N	72	61	24	3	2	4,52	3,99
	%	44,2	37,4	14,7	1,8	1,2		
54. Kendi öğrenme hedeflerimi belirleyebileceğime inanıyorum.	N	74	64	11	12	2	4,20	.94
	%	45,4	39,3	6,7	7,4	1,2		
55. Kendi başıma çalışırken zamanımı akıllıca yönetebileceğimden eminim.	N	85	41	25	9	3	4,20	1,01
	%	52,1	25,2	15,3	5,5	1,8		
56. Problemlerin birden fazla çözüm yolunun olduğunu düşünürüm.	N	74	65	21	2	1	4,28	.61
	%	45,4	39,9	12,9	1,2	.6		
Genel Ortalama							3,87	.92

Fen bilimleri öğretmen adaylarının STEMPAB düzeylerini belirlemek amacıyla kullanılan ölçek beşli likert tipi şeklinde ve 56 maddeden oluşmaktadır. Puan aralıkları;

- 1.00-1.79 arası kesinlikle katılmıyorum,
- 1.80-2.59 arası katılmıyorum,
- 2.60-3.39 arası kararsızım,
- 3.40- 4.19 arası katılıyorum,
- 4.20-5.00 arası kesinlikle katılıyorum olarak yorumlanmıştır.

Tablo 5 incelendiğinde

- Fen bilimleri öğretmen adaylarının ölçek maddelerine verdikleri cevapların ortalama puan değeri, 3,87 (3.40-4.19 arası iyi) düzeyinde olduğu söylenebilir. 56 ölçek maddesinden en yüksek ortalama 4.52 ile ölçeği 53. maddesi (Arkadaşlarımla hayal güçlerimi geliştirmeleri için yardımcı olabileceğimi düşünüyorum) ve en düşük ortalama ise 2,82 ile ölçeğin 30. Maddesi (Mühendislik ile ilgili gelişmeleri takip ediyorum) dir. Ölçeğin genel ortalaması 3,87 (3.40-4.19) aralığında olduğu için fen bilimleri öğretmen adaylarının STEMPAB düzeylerinin iyi olduğu söylenebilir.
- Fen bilimleri öğretmen adaylarının STEMPAB puanlarının *Pedagoji* alt boyutundan en düşük ortalama değeri 3,95 ile ölçeğin 5.maddesi (Öğrenmeyi sağlayıcı etkili bir sınıf ortamı oluşturabilirim)dir. En yüksek ortalama değeri ise 4,41 ile ölçeğin 6.maddesi (Öğrenciler ile etkili iletişim kurabileceğimi düşünüyorum) olduğu söylenebilir.
- Fen bilimleri öğretmen adaylarının STEMPAB puanlarının *Fen* alt boyutundan en düşük ortalama değeri 3,77 ile ölçeğin 14.maddesi (Fen bilimleri alanında meydana gelen gelişmeleri takip ederim)dir. En yüksek ortalama değeri ise 4,25 ile ölçeğin 20. maddesi (Fen bilimleri dersi ilgimi çektiğini düşünüyorum) olduğu söylenebilir.
- Fen bilimleri öğretmen adaylarının STEMPAB puanlarının *Teknoloji* alt boyutundan en düşük ortalama değeri 3,46 ile ölçeğin 27.maddesi (Farklı disiplinler ile teknolojiyi



ilişkilendirebilirim)dir. En yüksek ortalama değeri 4,30 ile ölçeğin 22.madde (Teknolojik araç-gereçleri dersleri derslerde kullanabileceğimi düşünüyorum) olduğu söylenebilir.

- Fen bilimleri öğretmen adaylarının STEMPAB puanlarının *Mühendislik* alt boyutundan en düşük ortalama değeri 2,82 ile ölçeğin 30. maddesi (Mühendislik ile ilgili gelişmeleri takip ediyorum)dir. En yüksek ortalama değeri 4,32 ile ölçeğin 28.maddesi (Fen ve matematik mühendisliğin temeli olduğunu düşünüyorum) olduğu söylenebilir.
- Fen bilimleri öğretmen adaylarının STEMPAB puanlarının *Matematik* alt boyutundan en düşük ortalama değeri 3,28 ile ölçeğin 38.maddesi (Matematik ile ilgili ileri düzey çalışmalar yapabilirim)dir. En yüksek ortalama değeri 4,04 ile ölçeğin 35.maddesi (Matematik konusunda yeterli alan bilgisine sahibim) olduğu söylenebilir.
- Fen bilimleri öğretmen adaylarının STEMPAB puanlarının *21. YY. Becerileri* alt boyutundan en düşük ortalama değeri 3,88 ile ölçeğin 48.maddesi (Yeni ve farklı tasarımlar yapabileceğime inanıyorum)dir. En yüksek ortalama değeri 4,52 ile ölçeğin 53.maddesi (Arkadaşlarımla hayal güçlerini geliştirmeleri için yardımcı olabileceğimi düşünüyorum).

Araştırmanın Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Tablo 6.

Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının STEMPAB Alt Boyutlarının Cinsiyet Değişkenine İlişkin Mann Whitney U Testi Sonuçları

Alt Boyutlar	Cinsiyet	N	Sıra Ortalaması	U	p	z
Pedagoji	K	106	87,32	2457	.048	-1,973
	E	57	72,11			
Fen	K	106	82,86	2929	.749	-.320
	E	57	80,39			
Teknoloji	K	106	75,87	3691	.019	2,346
	E	57	93,76			
Mühendislik	K	106	82,99	2916	.715	-.365
	E	57	80,17			
Matematik	K	106	86,88	2504	.071	-1,805
	E	57	72,93			
21.yy Becerileri	K	106	85,66	2633	.176	-1,353
	E	57	75,19			
Genel Toplam	K	106	224,15	3054	.907	.117
	E	57	214,14			

Tablo 6 incelendiğinde,

- Fen bilimleri öğretmen adaylarının STEMPAB ölçeği *Pedagoji* alt boyutu ile cinsiyet açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($z=-1,973$, $p=.48$, $p>0.05$). Grupların sıra ortalamalarına bakıldığında kadın öğretmen adaylarının 87,32 ve erkek öğretmen adaylarının 72,11 sıra ortalamasının olduğu görülmektedir.

Verdi, E. ve Balm, A. G. (2023). Fen bilimleri öğretmen adaylarının stem pedagojik alan bilgisi (STEMPAB) düzeyinin incelenmesi. . *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 14(2), 847-871.

DOI. 10.51460/baebd.1324227



- Fen bilimleri öğretmen adaylarının STEMPAB ölçeği *Fen* alt boyutu ile cinsiyet açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($z=-.320$, $(p)=.749$, $p>0.05$). Grupların sıra ortalamalarına bakıldığında kadın öğretmen adaylarının 82,86 ve erkek öğretmen adaylarının 80,39 sıra ortalamasının olduğu görülmektedir.
- Fen bilimleri öğretmen adaylarının STEMPAB ölçeği *Teknoloji* alt boyutu ile cinsiyet açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($z= 2,346$, $(p) =.019$, $p>0.05$). Grupların sıra ortalamalarına bakıldığında kadın öğretmen adaylarının 75,87 ve erkek öğretmen adaylarının 93,76 sıra ortalamasının olduğu görülmektedir.
- Fen bilimleri öğretmen adaylarının STEMPAB ölçeği *Mühendislik* alt boyutu ile cinsiyet açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($z=-.365$, $(p) .715$, $p>0.05$). Grupların sıra ortalamalarına bakıldığında kadın öğretmen adaylarının 82,99 ve erkek öğretmen adaylarının 80,17 sıra ortalamasının olduğu görülmektedir.
- Fen bilimleri öğretmen adaylarının STEMPAB ölçeği *Matematik* alt boyutu ile cinsiyet açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($z=-.071$, $(p)= -1,805$, $p>0.05$). Grupların sıra ortalamalarına bakıldığında kadın öğretmen adaylarının 86,88 ve erkek öğretmen adaylarının 72,93 sıra ortalamasının sahip olduğu görülmektedir.
- Fen bilimleri öğretmen adaylarının STEMPAB ölçeği *21.yy Becerileri* alt boyutu ile cinsiyet açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($z= -1,353$, $(p) .176$, $p>0.05$)dir. Grupların sıra ortalamalarına bakıldığında kadın öğretmen adaylarının 85,66 ve erkek öğretmen adaylarının 75,19 sıra ortalamasının olduğu görülmektedir.
- Fen bilimleri öğretmen adaylarının STEMPAB ölçeği genel toplam değerleri ile cinsiyet açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($z=.117$, $(p)=.907$). Grupların sıra ortalamalarına bakıldığında kadın öğretmen adaylarının 224,15 erkek öğretmen adaylarının 214,14 sıra ortalamasının olduğu görülmektedir.

Araştırmanın İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Tablo 7.

Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının STEMPAB Alt Boyutları Açısından Sınıf Düzeylerine İlişkin Kruskal Wallis Testi Sonuçları

Alt Boyutlar	Sınıf Düzeyi	Sıra Ortalaması	Sd	χ^2	p
Pedagoji	1	66,26	3	7,97	.000
	2	78,91			
	3	112,79			
	4	78,81			
Fen	1	64,06	3	10,10	.000
	2	76,66			
	3	85,07			
	4	112,06			
Teknoloji	1	68,17	3	2,19	.005

Verdi, E. ve Balm, A. G. (2023). Fen bilimleri öğretmen adaylarının stem pedagojik alan bilgisi (STEMPAB) düzeyinin incelenmesi. . *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 14(2), 847-871.

DOI. 10.51460/baebd.1324227



	2	77,63			
	3	81,54			
	4	122,91			
Mühendislik	1	76,12			
	2	55,16	3	8,16	.000
	3	88,14			
	4	122,91			
Matematik	1	70,13			
	2	75,84	3	2,39	.003
	3	89,91			
	4	99,38			
21.yy Becerileri	1	70,13			
	2	82,90	3	1,68	.023
	3	84,21			
	4	100,21			
Genel Toplam	1	66,26			
	2	70,27	3	6825,245	.000
	3	87,37			
	4	115,79			

Tablo 7 incelendiğinde STEMPAB Ölçeği *pedagoji* alt boyutu ile sınıf düzeyi arasında anlamlı bir fark bulunduğu ($\chi^2_{(3)}= 7, 97, p<. 05$), *fen* alt boyutu ile sınıf düzeyi arasında anlamlı bir fark bulunduğu ($\chi^2_{(3)}= 10,10, p<. 05$), *teknoloji* alt boyutu ile sınıf düzeyi arasında anlamlı bir fark bulunduğu ($\chi^2_{(3)}= 2,19, p<. 05$), *mühendislik* alt boyutu ile sınıf düzeyi arasında anlamlı bir fark bulunduğu ($\chi^2_{(3)}= 8,16, p<. 05$), *matematik* alt boyutu ile sınıf düzeyi arasında anlamlı bir fark bulunduğu ($\chi^2_{(3)}= 2,39, p<. 05$), *21.yy becerileri* ile sınıf düzeyi arasında anlamlı bir fark bulunduğu ($\chi^2_{(3)}= 1,68, p<. 05$) sonucuna ulaşılmaktadır.

Çıkan farklılıkların hangi grup lehine olduğunu belirleyebilmek için post hoc testlerinden Tukey sonuçlarına göre;

- *Pedagoji* alt boyutunun 1.-2.sınıf ($p=.812$), 2.-3.sınıf ($p=.906$), 3.-4.sınıf ($p=.000$), 1.-4.sınıf ($p=.018$) olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Pedagoji alt boyutu 3.sınıflar ($\bar{x}= 112,79$) lehinedir.
- *Fen* alt boyutunun 1.-2.sınıf ($p=.354$), 2.-3.sınıf ($p=.966$), 3.-4.sınıf ($p=.012$), 1.-4.sınıf ($p=.000$) olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Fen alt boyutu 4.sınıflar ($\bar{x}= 112,79$) lehinedir.
- *Teknoloji* alt boyutunun 1.-2.sınıf ($p=.458$), 2.-3.sınıf ($p=.984$), 3.-4.sınıf ($p=.270$), 1.-4.sınıf ($p=.002$) olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Teknoloji alt boyutu 4.sınıflar ($\bar{x}= 122,91$) lehinedir.
- *Mühendislik* alt boyutunun 1.-2.sınıf ($p=.130$), 2.-3.sınıf ($p=.004$), 3.-4.sınıf ($p=.004$), 1.-4.sınıf ($p=.000$) olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Mühendislik alt boyutu 4.sınıflar ($\bar{x}= 122,91$) lehinedir.
- *Matematik* alt boyutunun 1.-2.sınıf ($p=.779$), 2.-3.sınıf ($p=.246$), 3.-4.sınıf ($p=.923$), 1.-4.sınıf ($p=.005$) olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Matematik alt boyutu 4.sınıflar ($\bar{x}= 99,38$) lehinedir.



- *21.yy Becerileri* alt boyutunun 1.-2.sınıf ($p=.218$), 2.-3.sınıf ($p=.442$), 3.-4.sınıf ($p=.099$), 1.-4.sınıf ($p=.033$) olduğu sonucuna ulaşılmıştır. 21.yy becerileri alt boyutu 4. sınıflar($\bar{x}= 100,21$) lehinedir.
- *Genel toplam* ve sınıf düzeyine ilişkin puan ortalamaları 1.sınıfta ($\bar{x}=66,26$), 2.sınıfta ($\bar{x}=70,27$), 3.sınıfta ($\bar{x}=87,37$) ve 4.sınıfta ($\bar{x}=115,79$) olarak bulunmuştur. Sınıf düzeyine göre gruplararası anlamlı farklılık yoktur ($p<.05$).

Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Araştırmanın birinci alt probleminde Fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM Pedagojik Alan Bilgi düzeyleri belirlenmesi amaçlanmıştır. Tablo 5 incelendiğinde Fen bilimleri öğretmen adaylarının STEMPAB Ölçeğinden aldıkları genel puan ortalaması 3.87 (3.40-4.19 arası iyi) düzeyinde olduğu söylenebilir. 56 ölçek maddesinden en yüksek ortalama 4.52 ile 53. ölçeğin maddesi (Arkadaşlarımın hayal güçlerini geliştirmeleri için yardımcı olabileceğimi düşünüyorum), en düşük ortalama ise 2,82 ile ölçeğin 30. maddesi (Mühendislik ile ilgili gelişmeleri takip ediyorum) dir. Ölçeğin genel ortalaması 3,87 (3.40-4.19) aralığında olduğu için fen bilimleri öğretmen adaylarının STEMPAB düzeylerinin iyi olduğu söylenebilir. Fen bilimleri öğretmen adaylarının mesleklerine iyi düzeyde STEMPAB düzeyi ile başlamaları STEM uygulamalarına hakim ve geliştirilebilir düzeyde olduğunu da göstermektedir.

STEMPAB ölçeği alt boyutları incelendiğinde fen bilimleri öğretmen adaylarının STEMPAB puanlarının *Pedagoji* alt boyutu ile yenilikçi öğrenme ortamı tasarlanmasında az bilgi düzeyine sahip oldukları sonucuna ulaşılmıştır. Rahman vd. (2022) çalışmasında STEMPAB ölçeğinin pedagoji alt boyutu olarak en düşük ortalama değerine sahip ölçeğin 5.maddesi ve en yüksek ortalama değeri olarak ise ölçeğin 6. madde olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Öğretmen adaylarının sınıf yönetimi konusunda eksikliklerin olduğunu söylenebilir. Bu bağlamda üniversitelerin lisans ders içeriklerine STEM eğitiminde pedagojik bilgi açısından geliştirilmesi önem taşımaktadır. Moh'd, Uwamahoro, Joachim ve Orodho (2021) çalışmalarında matematik öğretmenlerinin pedagojik alan bilgisi düzeyleri incelenmiştir. Çalışma sonucunda eğitim becerilerinin daha yüksek düzeyde olan öğretmenlerin düşük öğretmenlere göre daha fazla pedagojik bilgi ve beceri ile donanımlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Fen bilimleri öğretmen adaylarının STEMPAB puanlarının *Fen* alt boyutu ile fen bilimlerindeki gelişmeleri takip etmedikleri fakat ilgilerini çektikleri sonucuna ulaşılmıştır. Bu durum öğretmen adaylarının gündemi takip ederek özellikle mühendislik ve teknoloji tabanlı uygulamaları sınıfa taşımaları STEM uygulamaları için önemlidir.

Fen bilimleri öğretmen adaylarının STEMPAB puanlarının *Teknoloji* alt boyutu ile teknolojik uygulamaların derslere entegre edilmesi konusunda istekli oldukları fakat farklı disiplinler ile entegre edilmesi konusunda kendilerini yetersiz hissettikleri sonucuna ulaşılmıştır Ayrıca öğretmen adaylarının teknolojik gelişmelerden haberdar oldukları fakat derslerde entegrasyonu konusunda yetersiz kaldıkları söylenebilir. Yıldırım (2017) çalışmasında fen bilimleri öğretmen adaylarının fen, teknoloji, matematik ve mühendislik arasında bir bağlantı olduğunu fakat teknolojik gelişmelerin disiplinlerarası entegrasyonu konusunda yetersiz hissettikleri sonucuna ulaşılmıştır. DeCoito ve Estaiteyeh (2022) çalışmasında fen bilimleri öğretmenlerinin Covid-19 pandemi sürecinde STEM TPAB (Teknolojik



Pedagojik Alan Bilgisi) düzeylerinin yetersiz olduğu ve özyeterliklerin düşük çıktığı sonucuna ulaşmıştır. Öğretmen özyeterliğinin ve STEMPAB ve TPAB düzeylerinin artırılması STEM öğretim sürecini doğrudan etkilemektedir.

Fen bilimleri öğretmen adaylarının STEMPAB puanlarının *Mühendislik* alt boyutu ile mühendislik uygulamaları takip etmeleri konusunda yetersiz oldukları fakat fen ve matematik mühendisliğin temeli olduğunu bildikleri sonucuna ulaşmıştır. Öğretmen adayları teorik bilgi açısından yeterli oldukları fakat mühendislik disiplinine ilişkin eksik bilgilerin olduğu görülmektedir. Erduran (2020) çalışmasında STEM eğitiminin doğasında fen bilimleri ve matematik bilgisinin uygulama ile mühendisliğin temelinin oluşturduğunu ifade etmektedir. STEM eğitiminde temelde bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin entegrasyonu olarak karşımıza çıkmaktadır. Stretch ve Roehrig (2021) çalışmalarında ortaya çıkacak ürünün mühendislik dizayn süreciyle planlanması ve problem durumunda fen bilimleri, matematik bilgisi kullanılarak yaratıcı düşünme becerisinin de katkısıyla ortaya koyulacağını ifade etmektedir. Bu sürecin tasarlanmasında STEMPAB düzeyine etkisi olduğu düşünülmektedir. Aydın Günbatır (2021) çalışmasında kimya öğretmenliği bölümünde okuyan öğretmen adaylarının fen ve matematiği mühendislik, teknoloji disiplinlerinde zorlandıklarını tespit etmiştir. Lisans programlarındaki derslerde STEMPAB bileşenlerinin entegre bir şekilde verilmesi gerektiğini vurgulamıştır. Aynı zamanda üniversitelerin diğer fakülteleri ile işbirliği içerisinde derslerin yürütülmesi STEM öğretmen eğitimi ve öğretmen özyeterlikleri açısından önemli olduğu vurgusu yapılmaktadır.

Fen bilimleri öğretmen adaylarının STEMPAB puanlarının *Matematik* alt boyutu ile alan bilgisine ilave olarak matematik bilgisine sahip oldukları fakat bunun fen bilimlerinde bütünlük bir şekilde verilmesi konusunda eksikleri oldukları anlaşılmaktadır. Bu durumun olması STEM eğitimin doğru ve planlı bir şekilde verilmemesine yol açmaktadır. STEMPAB tam olmayan öğretmen adayı/öğretmenlerin sınıflarındaki öğretimsel süreçlerinde özyeterliklerine bağlı olarak STEM eğitimi doğru bir şekilde uygulayamadıkları dair alanyazında çalışmalar mevcuttur (Arslan, 2018; Boyunsuz, 2021; Faikhamta, Lertdechapat, Prasoblard, 2020). Bu durum çalışmamızla paralellik göstermektedir.

Fen bilimleri öğretmen adaylarının STEMPAB puanlarının *21.YY Becerileri* alt boyutu ile STEM uygulamalarında yeni ve farklı tasarımlar yapabileceklerine inanç düzeyinde yeterli hissetmeler de uygulamalarda hayal güçlerini geliştirmeleri için yardımcı olabileceklerine inancı ortaya çıkmıştır. Berkant ve Varki (2022) çalışmasında öğretmen adaylarının 21.yy becerileri ile yaratıcı düşünme becerisi arasında düşük ilişki olduğu sonucuna ulaşmıştır. Bu durum öğretmen adaylarındaki yaratıcı düşünme becerisinin artırılması günümüzde STEM eğitimi kapsamında ortaya çıkan teknolojik ürün niteliğini etkileyebileceğini göstermektedir. STEMPAB modelinde öğretmenlerin 21.yy beceri bilgisine sahip olmaları günümüz dünyasına uyum sağlayacak bireylerin yetişmesinde önemli rol oynamaktadır. Abualrob (2019) çalışmasında Filistinli öğretmenlerin eğitim müfredatları ile 21.yy beceri bilgisinin ve özellikle yaratıcı düşünme becerisinin birbirinden bağımsız bir şekilde verildiği sonucuna dikkat çekmektedir. Ülkelerin STEM eğitim yaklaşımıyla yol aldıkları düşünüldüğünde STEM uygulamalarında disiplinlerin ve alanların entegre bir şekilde verilmesine dikkat edilmelidir.

Fen bilimleri öğretmen adaylarının STEMPAB ölçeği ve alt boyutundan aldıkları puanların cinsiyet değişkenine göre anlamlı bir farklılık olmadığı saptanmıştır. Güngör (2021) çalışmasında Teknolojik Pedagojik STEM Özyeterlik Bilgi Standartları ölçeğinde cinsiyet değişkenine bağlı olarak anlamlı farklılık



olmadığı sonucuna ulaşmaktadır. Rahman vd. (2022) fen bilimleri öğretmenlerinin STEMPAB düzeylerinin belirlenmesi amacıyla yaptığı çalışmada cinsiyet değişkenine göre anlamlı farklılık bulunamamıştır. Genel olarak kadın ve erkek öğretmenlerin STEM disiplinlerin entegresinde eşit derecede başarılı oldukları söylenebilir.

Fen bilimleri öğretmen adaylarının STEMPAB ölçeği ve alt boyutları açısından Tablo 7 incelendiğinde 4.sınıfların genel puan ortalaması diğer sınıf düzeylerine göre daha yüksek olduğu saptanmıştır. Alt boyutlar açısından pedagoji alt boyutu 3.sınıflar lehine, fen, matematik, teknoloji, mühendislik ve 21.yy becerileri alt boyutlarının 4.sınıflar lehine yüksek ortalama değerlerine sahip olduğu ortaya çıkmıştır. Bu sonuç fen bilimleri öğretmen adaylarının alan bilgisinin uygulama ile entegre bir şekilde verildiği 4.sınıf dersleri ve öğretmenlik uygulaması dersinin etkisi olduğu şeklinde açıklanabilir. Sınıf düzeyi arttıkça alan eğitiminin entegre bir şekilde verilmesinin STEMPAB düzeylerinin gelişmesi açısından önemlidir. Sarı (2022) çalışmasında sınıf öğretmenliği bölümünde okuyan öğretmen adaylarının STEMPAB ölçeği fen ve matematik alt boyutları açısından 4.sınıf öğretmen adaylarının yüksek sonuçlar gösterdiğine ulaşmıştır. Rahman vd.(2022) çalışmasında STEM'in kademeli olarak geliştiği, teorik ve uygulamalı eğitimlerle birlikte derslere entegresinin daha doğru olacağı vurgulanmıştır. Öğretmenlerin STEM alan bilgisi, pedagoji bilgisi, 21.yy beceri bilgisi, bağlam bilgisi ve entegrasyon bilgisi eksikliği, STEM disiplinlerinin bütünleştirilerek verilememesinden kaynaklı sınıf içi uygulamalardaki özyeterlik düzeyi öğrencilere de yansımaktadır. Bu durumda öğrencilerin STEM alanlarına yönelik tutumlarında, meslek seçimlerinde olumsuz bir etmen olarak karşımıza çıkmaktadır. Alanyazın incelendiğinde öğretmenlerin STEMPAB düzeylerinin geliştirilmesi öğrenci tutumlarını etkilediği çalışmalar mevcuttur (Faikhamta vd., 2020; Huang, Erduran, Zhang, Luo ve Lie, 2022; Kuehnert, Cason, Young ve Pratt, 2019; Su Ling, Pang ve Lajium, 2020; Yıldırım ve Türk, 2018). Ayrıca formal ve informal öğrenme ortamlarındaki STEM eğitiminin STEM öğretimi için tutumsal bağın geliştirilmesinde önemli olduğu görüşü desteklenmektedir (Luo, So, Li ve Yao, 2021).

Çalışmadan elde edilen sonuçlar ve incelenen çalışmalar sonucunda aşağıdaki öneriler sunulabilir:

- Öğretmen adaylarının STEMPAB bileşenlerinin sınıf içi uygulamalarında kullanımına yönelik lisans dersi olarak konulabilir.
- STEM eğitime uygun ders planı hazırlama olarak ders içerikleri oluşturulabilir. Öğretmen adaylarının ilk olarak bireysel sonra grup çalışması halinde ders planları hazırlamaları, etkinliklerin uygulamalı olarak yapılabilir.
- STEMPAB konusunun genellikle fen bilimleri öğretmenleri ve öğretmen adayları üzerine odaklanıldığı görülmektedir. Mühendislik, sosyal ve beşeri bilimler bölümünde okuyan üniversite öğrencileri ile geniş çaplı çalışmalar yapılarak lisans programlarında güncellemeler yapılabilir.
- Öğretmenlerin STEMPAB düzeylerini artırıcı hizmet içi eğitimlerde alan bilgisi ve mühendislik dizayn süreçleri konularında uygulamalara yer verilebilir.
- Her öğretmen adayı/öğretmenin STEMPAB düzeyi ve geliştirilmesine yönelik ihtiyacı farklı olabilir. Bu sebeple bu alanda çalışmak isteyen araştırmacılar farklı veri toplama araçları ile özellikle mülakat/görüşme formu ile ihtiyaç analizi yapılması ve detaylı bir şekilde incelenmesi önerilmektedir.



Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi, (2023), 14 (2), 847-871.
Western Anatolia Journal of Educational Sciences, (2023), 14 (2), 847-871.
Araştırma Makalesi / Research Paper

Kaynakça

- Abdi, E., Deli, A., Afandi, A., ve Astuti, I. (2022). Profil Kompetensi Science Technology Engginering Mathematic with Pedagogical Content Knowledge Guru Gen Z dan Milenial di Kalimantan Barat. *SAP (Susunan Artikel Pendidikan)*, 6(3).
- Abualrob, M. (2019). Determinants of building 21st century skills in Palestinian elementary schools. *Higher Education Studies Journal*, 9(2). <https://doi.org/10.5539/hes.v9n2p108>
- Akarsu, M., Akçay, N. O., ve Elmas, R. (2020). STEM eğitimi yaklaşımının özellikleri ve değerlendirilmesi. *Boğaziçi Üniversitesi Eğitim Dergisi*, 37, 155-175.
- Alaylı, A. (2021). *Stem (FeTeMM) yaklaşımında robotik uygulamaların (Arduino) kullanımına yönelik fen öğretmen eğitimi*. [Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Allen, M., Webb, A. W., ve Matthews, C. E. (2016). Adaptive teaching in STEM: characteristics for effectiveness. *Theory into Practice*, 55(3), 217-224.
- An, S. A. (2017). Preservice teachers' knowledge of interdisciplinary pedagogy: The case of elementary mathematics–science integrated lessons. *ZDM Mathematics Education*, 49(2), 237-248.
- Arslan, Ö. (2018). *Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (stem) uygulamalarının farklı bağımlı değişkenler üzerinden incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Alparslan Üniversitesi, Muş.
- Berkant, H. G., ve Varki, E. (2022). Öğretmen adaylarının çok boyutlu 21. yüzyıl becerileri ile yaratıcı düşünme eğilimlerinin incelenmesi. *International Journal of Social, Humanities and Administrative Sciences*, 8 (58), 1661-1680.
- Boyunsuz, N. (2021). *Yenilenen eğitim fakültesi öğretmenlik programlarının stem okuyazarı öğretmenleri yetiştirmesi açısından incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi, Konya.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç-Çakmak, E., Akgün, Ö., Karadeniz, Ş., ve Demirel, F. (2018). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. 24. Baskı. Ankara. Pegem Akademi.
- Ceran, E. (2021). Elementary school teachers' developing pedagogical content knowledge and beliefs about integrated STEM education through a Professional development knowledge. Doktora tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Cevahir, E. (2020). *SPSS ile nicel veri analizi rehberi*. Kibele Yayıncılık. ISBN: 978-605-9476-36-0.
- Creswell, W.J. (2019). *Karma Yöntem Araştırmalarına Giriş*. 2.Baskı. (M. Sözbilir, Çev.) Ankara, Pegem Yayıncılık.
- Çepni, S. (2021). *Araştırma ve Proje Çalışmalarına Giriş*. 9.Baskı, Celepler Matbaacılık, Trabzon.
- Çepni, S. ve Ormancı, Ü. (2018). Geleceğin dünyası, S.Çepni (Ed.), Kuramdan uygulamaya STEM+A+E eğitimi (pp. 1-52). Ankara. Pegem Yayıncılık.
- DeCoito, I., ve Estaiteyeh, M. (2022). Online teaching during the COVID-19 pandemic: exploring science/STEM teachers' curriculum and assessment practices in Canada. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 4(1), 8.
- Dugger, W. E. (2010). Evolution of STEM in the United States. In *6th biennial international conference on technology education research*, 10.
- Dogan S., Pringle, R. ve Mesa, J. (2015) The impacts of professional learning communities on science teachers' knowledge, practice and student learning: a review. *Professional Development in Education*, DOI: 10.1080/19415257.2015.1065899
- Eckman, E. W., Williams, M. A., ve Silver-Thorn, M. B. (2016). An integrated model for STEM teacher preparation: The value of a teaching cooperative educational experience. *Journal of STEM Teacher Education*, 51(1), 8.
- Erduran, S. (2020). Nature of "STEM"? Epistemic underpinnings of integrated science, technology, engineering, and mathematics in education. *Science & education*, 29, 781-784.
- Fan, S. C., ve Yu, K. C. (2019). Teaching engineering-focused STEM curriculum: PCK needed for teachers. *Asia-Pacific STEM Teaching Practices: From Theoretical Frameworks to Practices*, 103-116.
- Verdi, E. ve Balm, A. G. (2023). Fen bilimleri öğretmen adaylarının stem pedagojik alan bilgisi (STEMPAB) düzeyinin incelenmesi. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 14(2), 847-871.
DOI. 10.51460/baebd.1324227



Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi, (2023), 14 (2), 847-871.
Western Anatolia Journal of Educational Sciences, (2023), 14 (2), 847-871.
Araştırma Makalesi / Research Paper

- Faikhamta, C., Lertdechapat, K. and Prasoblarb, T. (2020). The impact of a PCKbased professional development program on science teachers' ability to teaching STEM. *Journal of Science and Mathematics Education in Southeast Asia*, 43. 168 <https://myjms.mohe.gov.my/index.php/jsmesea/article/view/10145> adresinden alındı. (Erişim Tarihi:27.02.2023)
- Gencer, A. S., Doğan, H., Bilen, K. ve Can, B.(2019). Bütünleşik STEM eğitimi modelleri. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 45, 38-55.
- Güler Nalbantoğlu, F. (2023). Development of Preservice Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge for Science, Technology, Engineering and Mathematics in the context of Lesson Study. Doktora Tezi, Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Güngör, A. (2021). *Öğretmen ve öğretmen adaylarının bütünleşik STEM eğitimine yönelik teknolojik pedagojik alan bilgilerinin belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Alanya.
- Hasanah, S. S., Riandi, R., Kaniawati, I. ve Permasari, A. (2022). Bibliometric analysis of the literature on science, technology, engineering, and mathematics (STEM) pedagogical content knowledge for the years 2011-2022. *Jurnal Inspirasi Pendidikan*, 12(1), 31-39.
- Hopkins, D. J., ve King, G. (2010). A method of automated nonparametric content analysis for social science. *American Journal of Political Science*, 54(1), 229-247.
- Huang, X., Erduran, S., Zhang, P., Luo, K., ve Li, C. (2022). Enhancing teachers' STEM understanding through observation, discussion and reflection. *Journal of Education for Teaching*, 48(5), 576-591.
- Karagöz, Y. (2010). Nonparametrik tekniklerin güç ve etkinlikleri. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 9(33), 18-40.
- Kaya, V. H., ve Elster, D. (2019). Environmental science, technology, engineering, and mathematics pedagogical content knowledge: teacher's professional development as environmental science, technology, engineering, and mathematics literate individuals in the light of experts' opinions. *Science Education International*, 30(1).
- Koç Başaran, Y. (2017). Sosyal bilimlerde örnekleme kuramı. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 5(47), 480-495.
- Kuehnert, E., Cason, M., Young, J. ve Pratt, S. (2019). A meta-analysis of reform-based professional development in STEM: Implications for effective praxis. *International Journal of Technology in Education (IJTE)*, 2(1), 60-68.
- Luo, T., So, W. W. M., Li, W. C., ve Yao, J. (2021). The development and validation of a survey for evaluating primary students' self-efficacy in STEM activities. *Journal of Science Education and Technology*, 30, 408-419.
- Long, C. S., Harrell, P., Subramaniam, K., Pope, E., ve Thompson, R. (2022). Strengthening elementary preservice teachers' physical science content knowledge: a 3-Year Study. *Research in Science Education*, 1-20.
- Lyons, T. (2020). Seeing through the acronym to the nature of STEM. *Curriculum Perspectives*, 40(2), 225-231.
- Margot, K. C., Ve Kettler, T. (2019). Teachers' perception of STEM integration and education: systematic literature review. *International Journal Of Stem Education*, 6(1), 1-16.
- Moh'd, S. S., Uwamahoro, J., Joachim, N., ve Orodho, J. A. (2021). Assessing the Level of Secondary Mathematics Teachers' Pedagogical Content Knowledge. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 17(6).
- NSF, (2001). NSF Initiates Massive Effort To Rebuild Teaching Leadership In Science And Mathematics, <https://www.nsf.gov/od/lpa/news/press/01/pr0180.htm> (Erişim tarihi: 05.03.2023).
- Özcan, H., ve Koştur, H. İ. (2018). fen bilimleri dersi öğretmenlerinin STEM eğitimine yönelik görüşleri. *Sakarya University Journal Of Education*, 8(4), 364-373.
- Putra, P. (2019). The Development and Implementation of Pedagogical Content Knowledge in STEM Education for Pre-service Science Teachers in Indonesia. (Master's Thesis). Putra, PDA ve Narulita, E. (2023). Teacher professional knowledge: the implementation of stem pedagogical content knowledge in pandemic area. *AIP Konferans Bildirilerinde* (Cilt 2679, No. 1, s. 060014). AIP Yayıncılık LLC. <https://doi.org/10.1063/5.0111357>

Verdi, E. ve Balm, A. G. (2023). Fen bilimleri öğretmen adaylarının stem pedagojik alan bilgisi (STEMPAB) düzeyinin incelenmesi. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 14(2), 847-871.
DOI. 10.51460/baebd.1324227



Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi, (2023), 14 (2), 847-871.
Western Anatolia Journal of Educational Sciences, (2023), 14 (2), 847-871.
Araştırma Makalesi / Research Paper

- Rahman, N. A., Rosli, R., Rambely, A. S., Siregar, N. C., Capraro, M. M., ve Capraro, R. M. (2022). Secondary school teachers' perceptions of STEM pedagogical content knowledge. *Journal on Mathematics Education, 13*(1), 119-134. <http://doi.org/10.22342/jme.v13i1.pp119-134>
- Rittmayer, A. D., ve Beier, M. E. (2008). Overview: Self-efficacy in STEM. *SWE-AWE CASEE Overviews, 1*(3), 12.
- Roberts, A. (2012). A justification for STEM education. *Technology and engineering teacher, 74*(8), 1-5.
- Sarı, K.(2022). *Sınıf öğretmenleri adaylarının STEM'e yönelik pedagojik alan bilgilerin incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Giresun Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Giresun.
- Saxton, E., Burns, R., Holveck, S., Kelley, S., Prince, D., Rigelman, N., ve Skinner, E. A. (2014). A common measurement system for K-12 STEM education: Adopting an educational evaluation methodology that elevates theoretical foundations and systems thinking. *Studies in Educational Evaluation, 40*, 18-35.
- Sezgin Selçuk, G. (2019). Tarama yöntemi. *Eğitimde Araştırma Yöntemleri*, 140-161. Ankara: Pegem Akademi.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand; knowledge growth in teaching. *Educational Researcher, 15* (2), 4-14.
- Stretch, E. J., ve Roehrig, G. H. (2021). Framing failure: Leveraging uncertainty to launch creativity in STEM education. *International Journal of Learning and Teaching, 7*(2), 123-133.
- Stohlmann, M., Moore, T., ve Roehrig, G. H., (2012). Considerations for teaching integrated STEM education. *Journal Of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER), 2* (1), 28-34.
- Smith, T., ve Twaddle, J. (2023). STEM Pedagogical Content Knowledge of Preservice Teachers. *International Journal of Multidisciplinary Perspectives in Higher Education, 8*(1), 168-182.
- Su Ling, L., Pang, V., ve Lajium, D. (2020). A Case study of teachers' pedagogical content knowledge in the implementation of integrated STEM education. *Jurnal Pendidikan Sains Dan Matematik Malaysia, 10*(1), 49- 64. Retrieved from <https://ejournal.upsi.edu.my/index.php/JPSMM/article/view/2657>
- Verdi, E., ve Yıldırım, B. (2020). Fifth Graders' Views on STEM Activities: A Case Study. *Hurrian Education, 1*(1), 42–49. Retrieved from <https://www.hurrians.com/index.php/education/article/view/32>
- Yang, W., Wu, R., ve Li, J. (2021). Development and validation of the STEM Teaching Self-efficacy Scale (STSS) for early childhood teachers. *Current Psychology, 1*-9.
- Yalçın, S. (2019). Öğretmen adaylarının 21. yy. becerilerini ölçmek için kullanabilecekleri araçlar hakkında farkındalıkları ve yeterli algıları. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 19*(1), 383-398.
- Yıldırım, B., ve Türk, C. (2018). Sınıf aday öğretmenlerinin STEM eğitimine yönelik görüşleri: uygulamalı bir çalışma. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi , 8* (2), 195-213. <https://doi.org/10.24315/trkefd.310112>
- Yıldırım, B. ve Şahin Topalcengiz, E. (2019) "STEM Pedagogical Content Knowledge Scale (STEMPCK): A Validity and Reliability Study," *Journal of STEM Teacher Education: Vol. 53: Iss. 2, Article 2.* DOI: <https://doi.org/10.30707/JSTE53.2> Yıldırım Available at: <https://ir.library.illinoisstate.edu/jste/vol53/iss2/2>
- Yıldırım, B. (2020). Öğretmen yetiştirme üzerine bir model önerisi: STEM öğretmen enstitüleri eğitim modeli. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, (50)*, 70-98.
- Yıldırım, P. (2017). Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) entegrasyonuna ilişkin nitel bir çalışma. *Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi, 35*, 31-55.