





Amasya Üniversitesi
Eğitim Fakültesi Dergisi
9(1), 121-153, 2020
Özgün araştırma makalesi

<http://dergi.amasya.edu.tr>

Fen Bilgisi Öğretmen Adayları için Mikroteknoloji ve Nanoteknolojiye Yönelik Farkındalık Ölçeğinin Geliştirilmesi**

Soner Yavuz*  ve Merve Bektaş 

Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Türkiye

Alındı: 20.12.2019 - Düzeltildi: 02.05.2020 - Kabul Edildi: 23.05.2020

Atf: Yavuz, S. ve Bektaş, M. (2020). Fen bilgisi öğretmen adayları için mikroteknoloji ve nanoteknolojiye yönelik farkındalık ölçeğinin geliştirilmesi. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9(1), 121-153.

Öz

Bu çalışmada, fen bilgisi öğretmen adaylarının mikroteknoloji ve nanoteknolojiyle ilgili dünyamızda yaşanan gelişmelerin farkında olup olmadıklarını, söz konusu teknolojileri ne düzeyde önemsediklerini sorgulayan geçerli ve güvenilir bir farkındalık ölçeğinin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Araştırmanın çalışma grubunu, 2018-2019 Eğitim-Öğretim yılı bahar döneminde, Zonguldak Bülent

*Sorumlu Yazar: Tel.: 372 3233870, Faks: 372 3238693, e-posta: yavuz@beun.edu.tr

**Bu çalışma yüksek lisans tezinden üretilmiştir ve 02-04 Mayıs tarihleri arasında Ankara'da düzenlenen 6. Ulusal Kimya Eğitimi Kongresinde sözlü sunum olarak sunulmuştur.

ISSN: 2146-7811, ©2020

Ecevit Üniversitesi, Ereğli Eğitim Fakültesi, Fen Bilgisi Öğretmenliği lisans programında öğrenim gören tüm sınıflardan toplam 97 öğrenci ile Sınıf Öğretmenliği lisans programlarında öğrenim gören tüm sınıflardaki öğrencilerden toplam 406 öğrenci oluşturmaktadır. Araştırmanın ilk önce, farkındalık ölçeğinin madde havuzunu oluşturabilmek amacıyla farklı dersler için geliştirilen ölçekler incelenmiştir. Çalışmada; geliştirilen ölçeğin maddelerinin ölçülmek istenen davranışları yeterince yansıtıp yansıtmadığını ortaya koymak amacıyla, kapsam geçerliğinin sağlanması amaçlanmıştır. Kapsam geçerliğini sağlamak için, ölçekte yer alan maddelerin nicel ve nitel anlamda yeterli olup olmadığının belirlenmesinde, uzman görüşlerine başvurulmuştur. Ölçeğin pilot çalışmaları için hazırlanan deneme formu, 60 farkındalık ifadesinden oluşmaktadır. Ölçeğin, yapı geçerliliğini açıklayabilmek amacıyla, açımlayıcı faktör analizi yapılmıştır. Açımlayıcı faktör analizi sonucunda 5 faktör ve 31 maddeden oluşan farkındalık ölçeği oluşturulmuştur. Çalışma devamında doğrulayıcı faktör analizi sonucunda, 5 faktör ve 28 maddeden oluşan farkındalık ölçeğine son hali verilmiştir. Hazırlanmış olan 28 maddelik ölçeğin Cronbach's Alpha değeri 0,902 olarak bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Mikroteknoloji, Nanoteknoloji, Farkındalık Ölçeği, Ölçek Geliştirme

Giriş

Mikroteknoloji ve nanoteknoloji, insan yaşamında ve her geçen gün gelişmekte olan bilim dünyasında, büyük imkânlar sağlayabilecek bilim ve teknolojidir. Mikroteknoloji ve nanoteknoloji; birçok teknoloji, mühendislik ve endüstri sektörünü, bilgi teknolojisi, ülke güvenliği, tıp alanı, ulaştırma sanayisi, enerji, gıda güvenliği ve çevre bilimi gibi diğer birçok alanda önemli ölçüde iyileştirmeye ve gelişmeye yardımcı olmaktadır (Güzeloğlu, 2015). Gelecek yıllarda, herkesin mikroteknoloji ve nanoteknoloji konularıyla karşılaşabilme ihtimalinden dolayı, mikroteknoloji ve nanoteknoloji hakkında farkındalık oluşturulması ve söz konusu eğitimlerin fen okuryazarlığı eğitimleri ile birlikte verilmesi gerekmektedir. Mikroteknoloji ve nanoteknoloji konularının eğitim ve

öğretimle bütünleştirilmesi, bilimsel ve teknolojik okuryazarlığın amaçları arasındadır (MEB, 2013). Bu yüzden mikroteknoloji ve nanoteknolojinin, fen eğitiminin ele alması gereken güncel konularından biri olduğu düşünülmektedir.

Türkiye’de 1739 sayılı Milli Eğitim Temel Kanunu içeriğinde belirtildiği üzere, bilgi ve teknolojiyi meydana getirmek, kültür ve tarihimizi geliştirmekle yükümlü eğitim kurumlarının donatılıp kuvvetlendirmesi gereklidir (MEB, 2013). Bu amaçla, bugünün bilim ve teknolojisinin mikroteknoloji ve nanoteknoloji ile desteklenmesi ve gereken işgücünün sağlanması, ülkenin ilerlemesi açısından önem taşımaktadır. Ülkemizde kurulan Ulusal Nanoteknoloji ve Araştırma Merkezi ile Sabancı Üniversitesi Nanoteknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezinin yanı sıra, devlet veya vakıf üniversitelerinin destekleri nanoteknolojiye verilen önemi ortaya koymaktadır (Kurnaz ve Bayraktar, 2012). Bu konunun eğitim sistemine dâhil edilmesinin yanında, mikroteknoloji ve nanoteknoloji eğitimi konusunda dünya çapında üretilen değişik proje girişimleri bulunmaktadır. Bu proje girişimleri, müze ve bilim merkezlerindeki sergilerin yanında kamuya dair eğitimsel internet tabanlı materyalleri de içermektedir (Ban & Kocijancic, 2011).

Mikroteknoloji ve nanoteknoloji eğitimine duyulan gereksinimin yanında, öğretmenlerin de mikro ve nano okuryazar bireyler olması önemli bir ihtiyaçtır. Bu alandaki araştırmalar sonucunda, öğretmenlerin mikroteknoloji ve nanoteknoloji konusunda sınırlı bilgiye sahip oldukları görülmüştür (Arslan ve Şenel, 2015; Harman ve Şeker, 2018; Karataş ve Ülker, 2014; Kurnaz ve Bayraktar, 2012). Mikroteknoloji ve nanoteknoloji eğitimine katkı sağlamak için çeşitli çalışmalar yürütülmüştür. Şenel’in (2009) araştırmasında öğretmen adaylarına, Mikroteknoloji ve Nanoteknoloji kavramlarının öğretilmesinde rehberlik edecek araç-gereçler geliştirilmişken, Sagun Gököz’ün (2012) araştırmasında ortaöğretim öğrencileri için Mikro ve Nanoteknoloji’ye yönelik çalışma yeri oluşturulmuştur. Öğretmenlerin bu konudaki mesleki gelişmelerinin yetersiz olmasından dolayı,

mikroteknoloji ve nanoteknoloji konularını sınıf ortamına aktarmakta olumsuzluk yaşamadıkları düşünülmektedir. Bundan dolayı, sınıf içerisindeki tartışmalara rehberlik edebilmek ve olayların açıklamalarını yapabilmek için öğretmenlere yönelik eğitsel faaliyetlerin yapılması gerekmektedir. Öğretmenlerin Mikroteknoloji ve Nanoteknoloji'yi öğretebilmek için kendilerini hazırlamaları, Mikroteknoloji ve Nanoteknoloji eğitimi için yapılan çalışmaların alt öğrenim seviyelerine getirilmesine olanak sağlayacaktır. Öğretmenler Mikroteknoloji ve Nanoteknoloji'yi öğretmekle sorumlu olup, konu ile ilgili eğitimleri yoksa öğretim sırasında sıkıntıya düşeceklerdir. Bu durumu önemek için öğretmenlerin sınıf ortamında Mikroteknoloji ve Nanoteknoloji'ye yönelik konuşma ve tartışma yapabilmeleri için kendilerine özgü anlayış ve farkındalıklarını geliştirmeleri gerekmektedir (Enil ve Köseoğlu, 2016; Sagun Gököz, 2012; Şenel, 2009).

Yükseköğretim Kurulu tarafından belirlenen öncelikli alanlar, Türkiye'nin 2023 yılında dünyadaki ülkeler arasından 10 büyük ekonomiye sahip ülkelerden biri olma hedefine ulaşmasını sağlamayı hedeflemektedir. Bu öncelikli alanların içinde, "Mikroteknoloji ve Nanoteknoloji" alanları bulunmaktadır. Bu nedenle, araştırmanın konusu olarak mikroteknoloji ve nanoteknoloji seçilmiştir.

Araştırmada, fen bilgisi öğretmen adaylarının mikroteknoloji ve nanoteknolojiyle ilgili dünyamızda yaşanan gelişmelerin farkında olup olmadıklarını, söz konusu teknolojileri ne düzeyde önemsediklerini sorgulayan geçerli ve güvenilir bir farkındalık ölçeğinin geliştirmesi amaçlanmıştır. Bunun için öncelikle, söz konusu alanlarda yapılan çalışmalar incelenmiş olup izlenmesi gereken basamaklar aşağıdaki verilmiştir. Bu basamaklar; ölçek maddelerinin toplandığı havuzunun oluşturulması, alan uzman görüşünün alınması (Aydemir, Koçoğlu ve Karalı, 2015; Cabı, 2015; Tezci, 2015), kapsam ve yapı geçerliğinin oluşturulması (Kesik ve Balcı, 2015; Kurnaz ve Yiğit, 2010; Tagay ve Demir, 2015), pilot çalışmaların yapılması, veri toplama (Gül ve Sözbilir, 2015;

Kurnaz ve Bayraktar, 2012), verilerin analizi (açımlayıcı ve doğrulayıcı faktör analizi) ve uzman görüşü (Çıkrıkçı, 2015; Kaban, 2013; Turan, 2013), geçerlik ve güvenilirlik çalışmalarının yapılması ve uzman görüşü alınarak farkındalık ölçeğine son halinin verilmesi (Akın, Uysal ve Akın, 2015) şeklindedir. Ölçek geliştirme çalışmalarında, söz konusu benzer işlem basamakları uygulanmaktadır.

Alan yazın incelendiğinde, araştırma konusu ile ilgili bazı çalışmalara rastlanmıştır. Bu çalışmalara, yürütülen bazı anket ve ölçek geliştirme çalışmaları örnek olarak verilebilir. Bu çalışmalardan biri; Sagun Gököz'ün (2012) hazırlamış olduğu "nanobilim ve nanoteknoloji farkındalık anketi" dir. Geliştirilen anket 5'li likert türünde olup, tek boyutta toplam 20 maddeden oluşmuştur. Anketin güvenilirlik katsayısı 0,93 olarak hesaplanmıştır. Bir diğeri; Kurnaz ve Bayraktar (2012) tarafından geliştirilmiş "Nanoteknoloji Tutum Ölçeği" dir. Ölçek 4'lü likert tipinde olup 19 maddeden oluşmaktadır ve güvenilirliği 0,88 olarak hesaplanmıştır.

Yöntem

Araştırmanın Modeli

Bu çalışma, fen bilgisi öğretmen adaylarının mikroteknoloji ve nanoteknolojiye yönelik farkındalıklarını ortaya çıkarmak amacıyla yürütülmüş bir ölçek geliştirme çalışmasıdır.

Çalışma Grubu

Bu çalışma, bir ölçek geliştirme amacını taşımasından dolayı evren-örneklem seçimine gidilmeden amaca uygun çalışma grupları belirlenmiştir. Çalışma grubunun belirlenmesinde, kolay ulaşılabilir örneklem seçimi tercih edilmiştir. Uygulamalar, Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Ereğli Eğitim Fakültesi, Fen Bilgisi Öğretmenliği ile Sınıf Öğretmenliği lisans programlarında öğrenim gören öğrenciler ile yürütülmüştür. Sınıf öğretmenliği lisans programında fizik, kimya, biyoloji, fen ve teknoloji laboratuvarı, fen öğretimi gibi fen ile ilgili dersler bulunmaktadır. Söz konusu dersler

içeriğinde, mikroteknoloji ve nanoteknoloji hakkında bilgiler verilmektedir. Bu nedenle, araştırma kapsamına sınıf öğretmenliği lisans öğrencileri de dâhil edilmiştir.

Araştırmanın çalışma grubunu, 2018-2019 Eğitim-Öğretim yılı bahar döneminde, Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Ereğli Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği lisans programında öğrenim gören 1., 2., 3. ve 4. sınıflardan toplam 97 öğrenci ile Sınıf Öğretmenliği lisans programlarında öğrenim gören 1., 2., 3. ve 4. sınıf öğrencilerinden toplam 406 öğrenci oluşturmaktadır.

Çalışma grubunu oluşturan 503 gönüllü katılımcının demografik bilgileri Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Çalışma grubunun demografik özelliklerine ilişkin dağılımlar

Program	N	Kız		Erkek		TOPLAM	
		f	%	f	%	f	%
Sınıf Öğr.	314	240	76,43	74	23,57	314	100
Sınıf Öğr	92	65	70,65	27	29,35	92	100
Fen Bil Öğr.	97	82	84,54	15	15,46	97	100
TOPLAM	503	387	76,94	116	23,06	503	100

Verilerin Analizi

Faktör analizi, gözlenen değişkenleri kullanarak ortak faktörleri ortaya çıkartan ve bu faktörlerin genel yapı üzerindeki etkisini açığa çıkaran istatistiksel bir tekniktir (Büyüköztürk, 2008). Eğer değişkenler arası ilişkiler sorgulanarak, yeni bir yapı ortaya konmaya çalışılıyorsa, bu tür faktör analizine “açımlayıcı” (exploratory) faktör analizi, değişkenler arasındaki ilişkilere ait daha önceden belirlenmiş bir hipotezi ya da kuramsal bir yapıya uygunluğunu sınamak için faktör analizi yapılıyorsa bu tür faktör analizine de “doğrulamalı” (confirmatory) faktör analizi denir (Can, 2013). Açımlayıcı faktör analizi ile ölçeğin yapısı faktörler bazında belirlenmiş ve güvenilirliği ortaya konulmuştur. Açımlayıcı faktör analizi, sınıf öğretmenliği lisans programında öğrenim

gören 1., 2., 3. ve 4. sınıftan 314 öğrenciden elde edilen veriler üzerinde yürütülmüştür.

Ölçeğin açımlayıcı faktör analizi yardımı ile ortaya çıkan faktör yapısı varsayımdır ve doğrulayıcı faktör analizi yardımıyla doğrulanması gereklidir (Hinkin, 1995; Şahin, 2009). Açımlayıcı faktör analizi ile 5 faktör ve 31 madde olarak tasarlanan farkındalık ölçeğinin faktöriyel yapısının doğruluğunun test edilmesi amacı ile doğrulayıcı faktör analizi yapılmıştır. Doğrulayıcı faktör analizi süreci, fen bilgisi öğretmenliği lisans programında öğrenim gören 1., 2., 3. ve 4. sınıftan 97 öğrenciden elde edilen veriler üzerinde yürütülmüştür. Fakat yeterli örneklem sayısına ulaşamamasından dolayı, sınıf öğretmenliği lisans programından 1., 2., 3. ve 4. sınıftan rastgele seçilen ve ilk uygulamaya katılmayan 92 öğrenci sürece dahil edilmiştir. Toplamda 189 öğrenciden elde edilen veriler üzerinde analiz gerçekleştirilmiştir

Geçerlik ve Güvenirlik

Kapsam geçerliği çerçevesinde, ölçekte yer alan maddelerin nitel ve nicel manada yeterliliklerinin sınanması amacıyla uzman görüşleri alınmıştır. Uzmanlardan alınan geri dönütler göz önüne alınarak ölçek maddeleri düzenlenmiştir. Deneme formunun geçerlik ve güvenirlilik analizini yapabilmek amacıyla, ilk etapta hazırlanan 60 ölçek maddesi, sınıf öğretmenliği lisans programında öğrenim gören 314 öğrenciye uygulanmıştır. Bu aşamada, ölçeğin ilk olarak geçerlilik ve daha sonra güvenirlilik analizleri yapılmıştır. Ölçeğin geçerliğini sınamak için açımlayıcı faktör analizi yapılmıştır. Ölçeğin, güvenirlilik çalışmaları için Cronbach Alpha güvenirlilik katsayısı hesaplanmıştır. Yeterli güvenirliliğe sahip bir ölçek geliştirilebilmesi için güvenirlilik katsayısının, en az 0,70 değeri olması gerekirken (Büyükoztürk, 2014), ilgi ve yetenek kavramlarını işleyen çalışmalarda güvenirlilik katsayısının en az 0,85 olması gerekmektedir (Şencan, 2005). Bu çalışmada, güvenirlilik katsayısı faktörler için sırasıyla, 0,896; 0,823; 0,850; 0,798; 0,805 ve ölçeğin tamamı için ise 0,911 olarak belirlenmiştir. Bu sonuç doğrultusunda, ölçme aracının

vereceği sonuçların güvenilir olacağı düşünülmektedir (Tablo 2).

Tablo 2. Ölçeğin açımlayıcı faktör analizi bulgularına ait Cronbach's alpha değeri

	Cronbach Alpha	Standartize Cronbach Alpha	Madde Sayısı (N)
1. Faktör	0,896	0,896	13
2. Faktör	0,823	0,823	7
3. Faktör	0,850	0,851	5
4. Faktör	0,798	0,800	3
5. Faktör	0,805	0,805	3
TOPLAM	0,911	0,913	31

Araştırmanın Etik İzni

Yapılan bu çalışmada “Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi” kapsamında uyulması belirtilen tüm kurallara uyulmuştur. Yönergenin ikinci bölümü olan “Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Eylemler” başlığı altında belirtilen eylemlerden hiçbiri gerçekleştirilmemiştir.

Etik kurul izin bilgileri

Etik değerlendirmeyi yapan kurul adı = Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi İnsan Araştırmaları Etik Kurulu

Etik değerlendirme kararının tarihi= 04.02.2019

Etik değerlendirme belgesi sayı numarası= 482

Bulgular

Açımlayıcı Faktör Analizi Bulguları

Faktör analizinin sağlıklı sonuç vermesi için örneklem sayısının, belirli bir seviyenin üstünde olması gereklidir. Bu konuda, alan yazında çeşitli görüşler mevcuttur. Tabachnick ve Fidell (2001), 300 örneklemin yeterli olacağını savunmaktadır. Comrey ve Lee (1992) ise 100 örneklemini zayıf, 300 örneklemini iyi, 1000 örneklemini ise mükemmel olarak kabul etmiştir (akt: Can, 2013). Alan yazında, örneklemin madde sayısına orantılı

olarak seçilmesi gerektiğini vurgulayan çalışmalar bulunmaktadır. Nunnally (1978) madde sayısının 10 katı kadar örneklem olması gerektiğini savunurken, Kass ve Tinsley (1979) ise 300 örneklemin yeterli olacağını, fakat örneklem sayısının 300'ün altında olduğu durumlarda madde sayısının 5 ile 10 katı örneklemin yeterli olacağını savunmaktadır. Ölçek 314 öğrenciye uygulandığı için örneklem sayısının yeterli olduğu düşünülmektedir.

Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) katsayısı ve Bartlett Küresellik Testi ile söz konusu verilerle faktör analizinin yapılabilmesinin uygunluğu test edilebilmektedir. Verilerin faktör analizine uygun olması için KMO katsayısının 0,6'dan yüksek bir değer alması ve Bartlett Küresellik Testi'nin anlamlı sonuç vermesi gerekmektedir. (Büyüköztürk, 2008; Norusis, 1990). KMO değeri ölçekteki her bir değişkenin, diğer değişkenler tarafından tahmin edilebilme olasılığını vermektedir. KMO katsayısı sıfır veya sıfıra yakın bir değer aldığı anda, korelasyon sayıları için varsayılan örüntü bozulacağından dolayı, KMO göz önüne alınarak yapılan yorum doğru sonuç vermeyecektir. Bartlett Küresellik Testi, verilerin çok değişkenli normal dağılımını test etmektedir. Faktör analizinin varsayımlarından birisi de çok değişkenli normalliktir. Çok değişkenli normallik, değişkenler ile değişkenlere ait tüm doğrusal kombinasyonlarının normal olarak dağılmasıdır (Tabachnick & Fidell, 2001).

Tablo 3. KMO ve Bartlett küresellik testine ait bulgular

Kaiser-Meyer-Olkin Örneklem Yeterlilik Değeri		,905
	X^2	4250,940
Barlett Küresellik Testi	sd	465
	p	,000

Faktör analizine başlamadan önce, örneklem yeterliliğini ve verilerin uygun olup olmadığını kontrol etmek için KMO ve Bartlett Küresellik Testinden yararlanılmıştır. Tablo 3'te belirtildiği üzere KMO değeri 0,905 olarak tespit edilmiş ve %95 güven aralığında sonucun anlamlı olduğu kanısına varılmıştır

($p < 0,05$). Benzer şekilde %95 güven aralığında Barlett Küresellik Testi de anlamlı sonuç vermiştir. Sonuç itibariyle çalışma kapsamında, toplanan verilerin faktör analizinin yapılabilmesi için uygun olduğu tespit edilmiştir (Tablo 3).

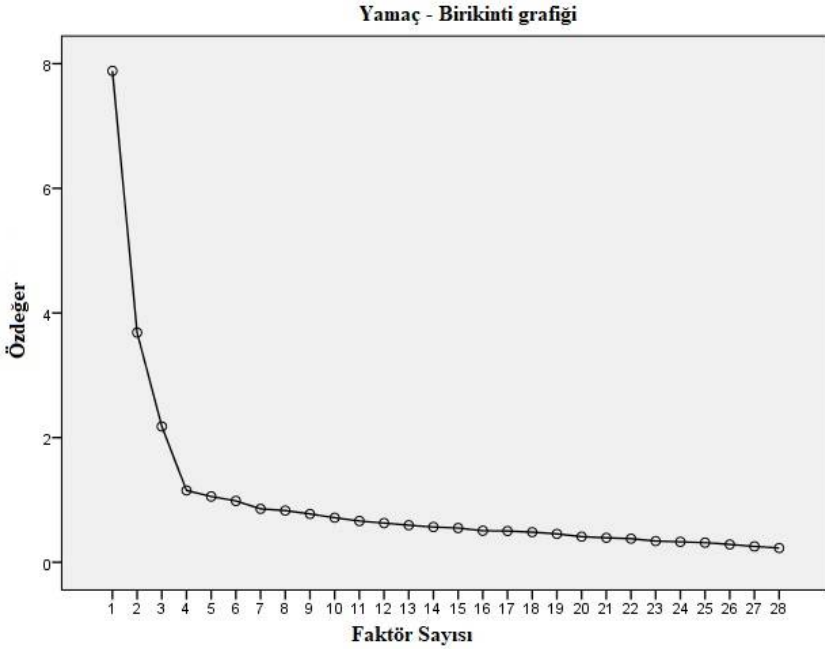
Ölçeğin güvenilirliğinin sınanması amacıyla, güvenilirlik katsayısı değeri hesaplanmış ve 0,911 olarak tespit edilmiştir. Bu sonuç göz önüne alınarak, ölçeğin yüksek güvenilirliğe sahip olduğu söylenebilir.

Tablo 4. Açıklanan varyans değerleri

Bileşenler	Başlangıç Değerleri			Çıkarılmış Yük Değerleri			Döndürülmüş Yük Değerleri		
	Toplam	% Varyans	Kümülatif %	Toplam	% Varyans	Kümülatif %	Toplam	% Varyans	Kümülatif %
1	8,827	28,473	28,473	8,827	28,473	28,473	5,929	19,125	19,125
2	3,763	12,139	40,612	3,763	12,139	40,612	3,977	12,830	31,955
3	2,420	7,806	48,418	2,420	7,806	48,418	3,176	10,245	42,200
4	1,177	3,796	52,214	1,177	3,796	52,214	2,336	7,535	49,735
5	1,067	3,443	55,656	1,067	3,443	55,656	1,835	5,921	55,656
6	,988	3,186	58,842						
7	,944	3,047	61,889						
8	,858	2,768	64,657						
9	,810	2,612	67,269						
10	,746	2,408	69,676						
11	,726	2,342	72,018						
12	,696	2,244	74,262						
13	,623	2,011	76,273						
14	,594	1,918	78,191						
15	,583	1,882	80,073						
16	,563	1,816	81,889						
17	,517	1,667	83,557						
18	,503	1,622	85,178						
19	,500	1,612	86,791						
20	,472	1,521	88,312						
21	,427	1,378	89,690						
22	,405	1,307	90,997						
23	,394	1,271	92,268						

24	,366	1,181	93,450
25	,354	1,141	94,590
26	,327	1,055	95,645
27	,320	1,033	96,678
28	,297	,957	97,636
29	,269	,866	98,502
30	,241	,778	99,280
31	,223	,720	100,000

Tablo 4'te yer alan varyans tablosuna bakarak, başlangıç değeri 1'den yüksek değer alan 5 faktör olduğu söylenebilir. Başlangıç değerinin 1'den yüksek olması faktör sayısının belirlenmesinde tek başına yeterli olmamaktadır. Faktör sayısını tespit etmek için her bir faktörün, varyansa yaptığı katkıyı ve yamaç-birikinti grafiğini incelemek gerekmektedir.



Şekil 1. Yamaç-birikinti grafiği

Şekil 1'de maddeler ve ilgili öz değeri içeren faktörü belirten yamaç-birikinti grafiği verilmiştir. Söz konusu grafikte, kırılma noktası muhtemel faktör sayısını vermektedir. Grafikte eğimin azalması ve lineere yakın şekilde seyretmesi beşinci

noktadan itibaren başlamaktadır. Bu noktadan sonraki bileşenlerin varyansa yaptıkları katkı, göreceli olarak, daha küçüktür. Bu noktadan sonraki her bir bileşenin varyansa katkısı birbirine çok yakın olacaktır

Faktör sayısını belirledikten sonraki işlem, ölçekten çıkarılması gereken madde ve/veya maddeler olup olmadığını belirlemektir. Bu amaç doğrultusunda, döndürülmüş bileşenler matrisi uygulanmıştır. Her bir maddenin, bir faktöre ait yük değerinin yüksek olması ve bir sonraki faktöre ait yük değeri ile arasında yüksek fark olması istenen bir durumdur. Faktör yükü en yüksek olan iki faktör arasındaki faktör yükü farkının, 0,1'den yüksek olması istenen bir durumdur. Maddelerin faktör yükleri incelenirken, her bir maddenin faktör yükü alt değeri 0,3 düzeyinde alınmıştır. Bunun yanı sıra, birden çok faktörle ilişkili olan maddelerde faktör yükü alt sınırı 0,1 alınmıştır. Bu iki kritere uyan maddeler ölçekte tutulmuştur. Her bir madde için sadece bir faktörün, faktör yükünün yüksek olması beklenir. 2 veya daha fazla faktörün faktör yükünün yüksek çıktığı maddeler, binişik madde olarak adlandırılır. Binişik maddelerin hangi faktöre bağlı olduğu, kesin olarak tespit edilemeyeceği için, söz konusu maddeler ölçekten çıkartılabilir (Çokluk ve ark., 2010; Büyüköztürk ve ark., 2012).

Tablo 5. Döndürülmüş bileşenler matrisi

Maddeler	Faktörler				
	1	2	3	4	5
madde16	,732				
madde7	,699				
madde18	,695				
madde17	,672				
madde10	,671				
madde21	,668				
madde14	,615				
madde45	,601				
madde15	,595				
madde32	,586				
madde6	,586				
madde35	,580				

madde4	,565		
madde34		,750	
madde38		,750	
madde36		,740	
madde39		,684	
madde46		,655	
madde23		,535	
madde26		,526	
madde60		,778	
madde59		,736	
madde58		,726	
madde57		,698	
madde56		,501	
madde53			,758
madde54			,712
madde52			,662
madde8			,703
madde3			,701
madde5			,665

Tablo 5'te sunulan döndürülmüş bileşenler matrisi sonuçları incelendiğinde, ölçeğin son halinde binişik madde olmadığı için açımlayıcı faktör analizine uygun bir ölçeğe sahip olduğumuz söylenebilir. Çalışmada, açımlayıcı faktör analizi ile ortaya çıkan yapının geçerliğini değerlendirmek amacıyla doğrulayıcı faktör analizi uygulanmıştır. Güngör'ün (2016) belirttiği gibi "açımlayıcı faktör analizi herhangi bir önsel beklentinin olmadığı bir yöntemdir". Bu bağlamda doğrulayıcı faktör analizi sonucunda bir önsel beklenti, yani faktör yapısı olduğu için tekrar açımlayıcı faktör analizi uygulanmaya gerek görülmemiştir. Ölçek geliştirme ile ilgili alan yazın incelendiğinde, sırasıyla açımlayıcı faktör analizi ve doğrulayıcı faktör analizi uygulandığı ve sonrasında tekrar açımlayıcı faktör analizine gerek olmadığı yönünde çalışmalar tespit edilmiştir (Aytekin, Baltacı, Altunkaya, Kıymaz ve Yıldız, 2016; Çalık ve Kurt, 2010; Kılıç, Yavuz Konokman ve Yanpar Yelken, 2018).

Doğrulayıcı Faktör Analizine Ait Bulgular

Açımlayıcı faktör analizi ile 5 faktör ve 31 madde olarak tasarlanan farkındalık ölçeğinin, faktör yapısının doğruluğunu test edebilmek için doğrulayıcı faktör analizi yapılmıştır. Doğrulayıcı faktör analizi, faktör sayısı belirlenen ve teorik temeller üzerine kurulmuş yapıyı sınamak amacıyla uygulanan bir istatistiksel analiz yöntemidir. Açımlayıcı faktör analizi ve kuramsal bilgiler yardımıyla ortaya konulan değişkenlerin gizli değişkenlerle, hatta gizli değişkenlerin de kendi aralarında olan ilişkisi, doğrulayıcı faktör analizi ile ortaya konulabilir. Ortaya konulan modelin, ölçme aracının uygulanması neticesinde çıkan sonuçlarla ne kadar uyduğu sınanır (Jackson ve ark., 2009; Şahin, 2009).

Doğrulayıcı faktör analizi, faktörlere ayrılmış modelin sınanmasının yanı sıra, söz konusu modelin kendi içinde faktör düzeyindeki ilişkilerini de göstermektedir. Ortaya konulan modelin geçerliğini sınamak için çeşitli uyum indeksleri kullanılmaktadır. Ölçek geliştirme çalışmalarında, Ki- Kare Uyum Testi (X^2), Serbestlik derecesi (sd), Ki-Karenin serbestlik derecesine oranı (X^2/sd), Uyum İyiliği İndeksi (GFI), Düzeltilmiş Uyum İyiliği İndeksi (AGFI), Karşılaştırmalı Uyum İndeksi (CFI), Normlaştırılmış Uyum İndeksi (NFI), Artışlı Uyum İndeksi (IFI), Ortalama Hataların Karekökü (RMR), Yaklaşık Hataların Ortalama Karekökü (RMSEA) uyumu test etmeyi hedefleyen sıklıkla başvurulan uyum indeksleridir (Kline, 2010; Şimşek, 2007).

Ölçeğin doğrulayıcı analizi, AMOS paket programı ile yapılmıştır. Yapılan analiz neticesinde ortaya çıkan faktör yükleri, faktörler arası korelasyonlar ve modelin uyum derecesi raporlandırılmıştır. 28 maddeye indirgenen ölçeğe uyum testi uygulanmıştır. Tablo 6'da maddelerin sıra numaraları ve model numaraları verilmiştir.

Tablo 6. Uyum modeline göre oluşturulan madde-model çizelgesi

Ölçeğin Madde Sırası	Model Sırası	Ölçeğin Madde Sırası	Model Sırası
madde35	e2	madde34	e18

madde32	e3	madde26	e19
madde18	e5	madde23	e20
madde17	e6	madde60	e21
madde16	e7	madde59	e22
madde15	e8	madde58	e23
madde14	e9	madde57	e24
madde10	e10	madde54	e26
madde7	e11	madde53	e27
madde6	e12	madde52	e28
madde4	e13	madde8	e29
madde46	e14	madde5	e30
madde39	e15	madde3	e31
madde36	e17	madde21	e32

Tablo 7. Alan yazında tavsiye edilen uyum endeksi değerleri

Uyum Ölçüsü	Sonuçlar	İyi Uyum	Kabul Edilebilir Uyum
X²	541,714	$0 \leq X^2 \leq 2sd$	$2sd < x^2 \leq 3sd$
P	0,00	$0,05 \leq p \leq 1,00$	$0,01 \leq p < 0,05$
X²/sd	541,714 / 340 =1,68	$0 \leq x^2/sd \leq 2$	$2 < x^2/sd \leq 5$
RMSEA	0,056	$0 < RMSEA \leq 0,05$	$0,05 < RMSEA \leq 0,08$
GFI	0,837	$0,95 \leq GFI \leq 1,00$	$0,85 \leq GFI < 0,95$
AGFI	0,805	$0,90 \leq AGFI \leq 1,00$	$0,85 \leq AGFI < 0,90$
CFI	0,905	$0,95 \leq CFI \leq 1,00$	$0,90 \leq CFI < 0,95$
RMR	0,043	$0 \leq RMR \leq 0,05$	$0,05 < RMR \leq 0,10$
NFI	0,784	$0,95 \leq NFI \leq 1,00$	$0,90 \leq NFI < 0,95$
IFI	0,907	$0,95 \leq IFI \leq 1,00$	$0,90 \leq IFI < 0,95$

Kaynaklar: (Aydın, 2010; Çetinkaya, 2007; Duyan ve Gelbal, 2008; Eminoğlu, 2008; Hooper & ark., 2008; Munro, 2005; Schermelleh-Engel & Moosbrugger, 2003; Schumacker & Lomax, 2004; Şimşek, 2007; Waltz & ark., 2010; Yılmaz ve Çelik, 2009).

Ölçek 8 uyum indeksine göre analiz edilmiş ve sonuçları Tablo 8’de verilmiştir.

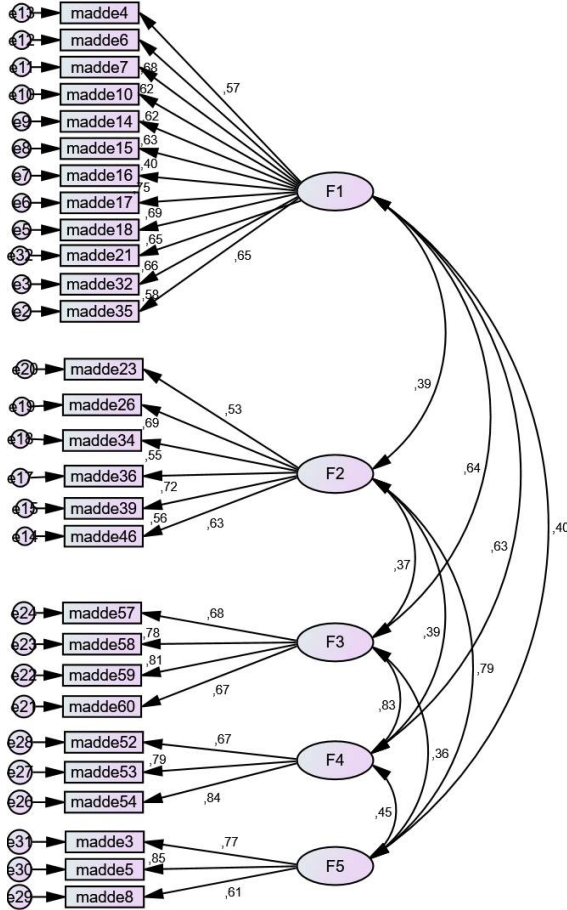
Tablo 8. Ölçeğin uyum ölçütleri bazında incelenmesi

Uyum Ölçütleri ve Değerleri	İyi Uyum	Kabul Edilebilir Uyum	Zayıf Uyum
$X^2/sd = 1,68$	+		
RMSEA = 0,056		+	
GFI = 0,837			+
AGFI = 0,805			+
CFI = 0,905		+	
RMR = 0,043	+		
NFI = 0,784			+
IFI = 0,907		+	

Uyum ölçütlerinden olan ki-kare/serbestlik derecesi oranı, 1,68 olarak hesaplanmıştır. 2'den küçük bir değer olduğu için modelin uyumunun iyi olduğu söylenebilir (Kline, 2010; Sümer, 2000; akt: Şimşek, 2007). Bir başka uyum göstergesi olan RMSEA değerinin, 0,056 olduğu tespit edilmiştir ve bulunan değer 0,1'den küçük olduğu için modelin RMSEA göz önüne alınarak uyumunun iyi olduğu söylenebilir (Yılmaz ve Çelik, 2009). GFI ve AGFI değerleri 0,837 ve 0,805 olarak hesaplanmıştır. Gözlenen değişkenler arasında yeterli kovaryans hesaplanmadığından dolayı, söz konusu değerlerin düşük çıktığı düşünülmektedir. RMR indeksi 0,043 olarak hesaplanmıştır ve 0,05'ten düşük olduğu için kabul edilebilir olduğu söylenebilir. Modelin uyumunu test eden diğer indeksler ise NFI, IFI ve CFI'dır. Yapılan analizler sonucunda, NFI değeri 0,784, IFI değeri 0,907 ve CFI değeri ise 0,905 olarak bulunmuştur. Söz konusu olan her üç endeksin aldığı değer 0,95 üzerinde olması, ölçme aracının iyi uyuma sahip olduğunu belirtir (Schermelleh-Engel & Moosbrugger, 2003; Sümer, 2000). Bu bilgi doğrultusunda sonuçlar incelendiğinde, IFI ve CFI değerleri bağlamında ölçeğin kabul edilebilir uyuma sahip olduğu, NFI değeri bağlamında ise zayıf uyuma sahip olduğu söylenebilir.

Faktörler arasında olması muhtemel nedensel ilişkileri belirlemek ve görsel olarak yansıtmak için path analizi kullanılmıştır. İlişkileri açık, net ve göze hitap eden bir şekilde ortaya koyan path analizi ile çalışanın sonuçlarının daha kolay

anlaşılması hedeflenmiştir. Şekil 2’de bulunan verilere göre, farkındalık ölçeği ile ilgili ortaya çıkarılan beş faktörlü ölçek yapısının doğruluğunun sağlandığı söylenebilir. Doğrulayıcı faktör analizi ile hesaplanan standardize edilmiş madde faktör katsayıları Şekil 2’de sunulmuştur



Şekil 2. Path analizi sonucu oluşturulan path diyagramı (Kikare, sd, p ve RMSEA)

Elde edilen faktör yükleri incelendiğinde, 1. Faktör olan “Birey, Topluma ve Çevreye Katkı ve Faydaları Hakkındaki Farkındalık” faktöründeki maddelere ait faktör yük değerlerinin 0,40 ile 0,75 arasında; 2. Faktör olan “Öğrenci İlgi ve Çalışmaları Hakkındaki Farkındalık” faktöründeki maddelere ait faktör yük değerleri 0,53 ile 0,72 arasında, 3.

Faktör olan “Günlük Yaşamdaki Yeri ve Önemi Hakkındaki Farkındalık” faktöründeki maddelere ait faktör yük değerleri 0,67 ile 0,81 arasında, 4. faktör olan “Kullanım Alanları Hakkındaki Farkındalık” faktöründeki maddelere ait faktör yük değeri 0,67 ile 0,84 arasında ve 5. faktör olan “Öğrenme ve Araştırma İsteği Hakkındaki Farkındalık” faktöründeki maddelere ait faktör yük değerlerinin 0,61 ile 0,85 arasında değerler aldığı belirlenmiştir. Gözlenen madde ölçek ilişkilerinin anlamlı olduğu bulunmuştur.

Doğrulamalı faktör analizi sonucunda geliştirilen 5 faktör ve 28 maddeden oluşan ölçeğin (EK-1) güvenilirlik bulguları Tablo 9’da gösterilmiştir.

Tablo 9. Ölçeğin doğrulamalı faktör analizi sonucuna ait cronbach’s alpha değeri

	Cronbach Alpha	Standartize Cronbach Alpha	Madde Sayısı (N)
1. Faktör	0,888	0,889	12
2. Faktör	0,793	0,793	6
3. Faktör	0,839	0,840	4
4. Faktör	0,798	0,800	3
5. Faktör	0,805	0,805	3
TOPLAM	0,902	0,904	28

Doğrulamalı faktör analizi ve açılımlı faktör analizi çalışmalarındaki katılımcılar farklı olduğu için güvenilirlik tekrar sınanmıştır. Her bir faktöre ait güvenilirlik katsayısı değerleri 0,793- 0,888 aralığında değişmektedir ve hazırlanan ölçeğin güvenilirlik katsayısı değeri 0,902’dir. Bu değer göz önüne alındığında, ölçeğin yüksek derecede güvenilir olduğu değerlendirilebilir.

Tartışma ve Yorum

Araştırma kapsamında, fen bilgisi öğretmen adaylarının mikroteknoloji ve nanoteknoloji bilimine ne kadar önem verdiğini sorgulayan geçerli ve güvenilir bir farkındalık ölçeğinin geliştirilmesi istenmiştir. Bu doğrultuda yapılan

çalışmalar sonucunda, 5 faktör ve 28 maddeden oluşan farkındalık ölçeği geliştirilmiştir. Verilerin analizi ile farkındalık ölçeğinin son halinin güvenirlik katsayısı 0,902 olarak tespit edilmiştir. Tespit edilen bu Cronbach Alpha değeri ile ilgili olarak, alan yazında var olan verilerle karşılaştırılacak olunursa, güvenirlik katsayısının;

$0,00 \leq \alpha < 0,40$ aralığında olması durumunda ölçek güvenilir bir ölçek değildir,

$0,40 \leq \alpha < 0,60$ aralığında ise ölçeğin güvenirliği düşüktür,

$0,60 \leq \alpha < 0,80$ aralığında ise ölçek oldukça güvenilir,dir,

$0,80 \leq \alpha < 1,00$ aralığında ise ölçeğin yüksek güvenirlik düzeyinde olduğu bilgisi alan yazında mevcuttur (Kayış, 2010).

Yukarıda verilen değer aralıklarına göre, bu çalışmada uygulanan test yüksek güvenirliğe sahip bir ölçek olarak değerlendirilmelidir.

Farkındalık ölçeğinin faktör yapısının ortaya çıkarılmasını sağlayan açımlayıcı faktör analizi sonucunda Tablo 4’de verilen varyans tablosuna bakarak, başlangıç değeri 1’den yüksek değer alan 5 faktör olduğu söylenebilir. Başlangıç değerinin 1’den yüksek olması faktör sayısının belirlenmesinde tek başına yeterli olmadığından, ayrıca her bir faktörün, varyansa yaptığı katkıyı gösteren yamaç-birikinti grafiğini incelenmiştir. Söz konusu grafikte, eğimin azalması ve lineere yakın şekilde seyretmesi beşinci noktadan itibaren başlamaktadır. Bu noktadan sonraki bileşenlerin varyansa yaptıkları katkı, göreceli olarak, daha küçüktür. Bu noktadan sonraki her bir bileşenin, varyansa katkısı birbirine çok yakın olacaktır. Buradan ölçeğin beş faktörlü yapıya sahip olduğu tespit edilmiştir.

Faktör sayısını belirledikten sonra, ölçekten çıkarılması gereken madde ve maddeler olup olmadığını tespit edebilmek için döndürülmüş bileşenler matrisi uygulanmıştır. Maddelerin faktör yükleri incelenirken, her bir maddenin faktör yükü alt değeri 0,3 düzeyinde alınmıştır. Bunun yanı sıra birden çok faktörle ilişkili olan maddelerde, faktör yükü alt sınırı 0,1 alınmıştır. Bu iki kritere uyan maddeler ölçekte tutulmuştur.

Her bir madde için sadece bir faktörün, faktör yükünün yüksek olması beklenir. 2 veya daha fazla faktörün faktör yükünün yüksek çıktığı maddeler, binişik madde olarak adlandırılır. Binişik maddelerin hangi faktöre bağlı olduğu, kesin olarak tespit edilemeyeceği için, söz konusu maddeler ölçekten çıkartılmıştır (Büyüköztürk ve ark., 2012; Çokluk ve ark., 2010).

Ölçeğin doğrulayıcı analizi AMOS paket programı ile yapılmıştır. Yapılan analiz neticesinde ortaya çıkan faktör yükleri, faktörler arası korelasyonlar ve modelin uyum derecesi raporlandırılmıştır. 28 maddeye indirgenen ölçeğin uyum testi sonuçlarına göre, ki-kare/serbestlik derecesi oranı 1,68 olarak hesaplanmıştır. 2'den küçük bir değer olduğu için modelin uyumunun iyi olduğu söylenebilir (Kline, 2010; Sümer, 2000; akt: Şimşek, 2007). Bir başka uyum göstergesi olan RMSEA değerinin 0,056 olduğu tespit edilmiştir ve bulunan değer 0,1'den küçük olduğu için modelin RMSEA göz önüne alınarak uyumunun iyi olduğu söylenebilir (Yılmaz ve Çelik, 2009). GFI ve AGFI değerleri 0,837 ve 0,805 olarak hesaplanmıştır. Gözlenen değişkenler arasında yeterli kovaryans hesaplanmadığından dolayı, söz konusu değerlerin düşük çıktığı düşünülmektedir. RMR indeksi 0,043 olarak hesaplanmıştır ve 0,05'ten düşük olduğu için kabul edilebilir olduğu söylenebilir. Modelin uyumunu test eden diğer indeksler ise NFI, IFI ve CFI'dır. Yapılan analizler sonucunda, NFI değeri 0,784, IFI değeri 0,907 ve CFI değeri ise 0,905 olarak bulunmuştur. Söz konusu olan her üç endeksin aldığı değer 0,95 üzerinde olması, ölçme aracının iyi uyuma sahip olduğunu belirtir (Schermelleh-Engel & Moosbrugger, 2003; Sümer, 2000). Bu bilgiler doğrultusunda sonuçlar incelendiğinde, IFI ve CFI değerleri bağlamında ölçeğin kabul edilebilir uyuma sahip olduğu, NFI değeri bağlamında ise zayıf uyuma sahip olduğu söylenebilir.

Faktörler arasında olması muhtemel nedensel ilişkileri belirlemek ve görsel olarak yansıtmak için path analizi kullanılmıştır. Şekil 2'de bulunan verilere göre, farkındalık ölçeği ile ilgili beş faktörlü yapı doğrulanmaktadır. Doğrulayıcı faktör analizi sonucunda geliştirilen 5 faktör ve 28 maddeden

oluşan ölçeğin güvenilirlik katsayısı 0,902 olarak bulunmuş ve ölçeğe son hali verilmiştir.

Sonuçlar

Araştırmada, fen bilgisi öğretmen adaylarının mikroteknoloji ve nanoteknolojiyle ilgili dünyamızda yaşanan gelişmelerin farkında olup olmadıklarını, söz konusu teknolojileri ne düzeyde önemsediklerini sorgulayan geçerli ve güvenilir bir farkındalık ölçeğinin geliştirmesi amaçlanmıştır. Farkındalık ölçeği geliştirme basamakları ile ilgili alan yazın incelenerek çalışmalara başlanılmıştır. Mevcut alan yazın incelendiğinde, fen bilgisi öğretmen adayları için hem mikroteknoloji ve hem de nanoteknolojiye yönelik farkındalık düzeylerini ortaya çıkarabilecek özellikte bir ölçek olmadığı, söz konusu alanlarda yürütülen çalışmaların ise sınırlı olduğu anlaşılmıştır. Bu bağlamda, ilgili alan yazındaki boşluk ve sınırlılıklar düşünülerek hem mikroteknoloji hem de nanoteknoloji hakkında farkındalık ölçeğinin geliştirilmesinin yararlı olacağı düşünülmüştür. Bu amaçla yapılan çalışmalar sonucunda, 5 faktör ve 28 maddeden oluşan farkındalık ölçeği geliştirilmiştir. Ölçeğin güvenilirlik katsayısı 0,902 olarak bulunmuş ve güvenilirliğinin yüksek derecede olduğuna karar verilmiştir.

Öneriler

Öğretmen adayları için mikroteknoloji ve nanoteknolojiye yönelik farkındalık ölçeği geliştirilmesi sonucunda ortaya çıkan ve benzer çalışmayı yürütecek araştırmacılara yönelik aşağıdaki öneriler verilmiştir.

Bu kapsamda, söz konusu çalışmalardan sonra başka araştırmacılar tarafından yürütülecek çalışmalarda; Ülkemizde mikroteknoloji ve nanoteknoloji konusunda yapılan araştırmaların oldukça sınırlı olduğu ve çeşitli değişkenler bağlamında ölçek geliştirme çalışmalarının ise çok az olduğu belirlenmiştir. Bundan dolayı mikroteknoloji ve nanoteknoloji farkındalığı, tutumu gibi diğer değişkenleri içerebilecek farklı

çalışmaların yapılmasının yararlı olacağı düşünülmektedir. Söz konusu yapılabilecek araştırmalara, daha fazla fon ve teşvik verilmesi ile daha fazla sayıda araştırma yapılması sağlanabilir. Araştırma kapsamında geliştirilen ölçek, öğretmen adaylarının mikroteknoloji ve nanoteknoloji farkındalığı konusundaki bilinç düzeyini beş faktör olarak belirlenen kategoriler kapsamında değerlendirme imkânı sunmaktadır. Benzer çalışmalar yapılarak, daha farklı kategorilerde yeni ölçekler geliştirilebilir. Bunun yanında ölçeğin farklı eğitim düzeylerde uygulanabilecek yeni sürümleri de oluşturulabilir.

Kaynaklar

- Akın, A., Uysal, R. & Akın, Ü. (2015). Ergenler için ostrasizm (sosyal dışlanma) ölçeğinin Türkçe'ye uyarlanması. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 24(2), 895-904.
- Aslan, O. & Şenel, T. (2015). Fen alanları öğretmen adaylarının nanobilim ve nanoteknoloji farkındalık düzeylerinin çeşitli değişkenlere göre incelenmesi. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24, 363-389.
- Aydemir, H., Koçoğlu, E. & Karalı, Y. (2015). Grasha-reichmann ölçeğine göre öğretmen adaylarının öğrenme stillerinin değerlendirilmesi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 24(4), 1881-1896.
- Aytekin, C., Baltacı, S., Alunkaya, B., Kıymaz, Y. & Yıldız, A. (2016). Matematik eğitimi veli beklenti ölçeğinin geliştirilmesi (mevbö): Geçerlik ve güvenilirlik çalışması. *Ahi Evran Üniversitesi, Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17(3), 397-411.
- Ban, K. & Kocijancic, S. (2011). Introducing topics on nanotechnologies to middle and high school curricula. *The annual meeting of the 2nd World Conference on Technology and Engineering Education*, Ljubljana, Slovenia, September 5-8.
- Büyüköztürk, Ş. (2008). *Veri analizi el kitabı, istatistik, araştırma deseni spss uygulamaları ve yorum*. (9. Baskı). Ankara: Pegem Akademi.

- Büyüköztürk, Ş. (2014). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı*. (20. Baskı). Ankara: Pegem Akademi.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç-Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2012). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. (11. Baskı). Ankara: Pegem Yayınları.
- Cabı, E. (2015). Dijital teknolojiye yönelik tutum ölçeği, *Kastamonu Eğitim Fakültesi Dergisi, 24(3)*, 1229-1244.
- Can, A. (2013), *SPSS ile bilimsel araştırma sürecinde nicel veri analizi*. (1. Baskı). Ankara: Pegem Akademi.
- Comrey, A. & Lee, H. (1992). *A first course in factor analysis*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Çalık, T. ve Kurt, T. (2010). Okul iklimi ölçeği (OİÖ) geliştirilmesi. *Eğitim ve Bilim, 35(157)*, 167-180.
- Çetinkaya, A. Ş. (2007). *Bilişim teknolojilerinin konaklama işletmeleri performansına etkileri: beş yıldızlı otellere yönelik bir araştırma*. (Doktora Tezi), Selçuk Üniversitesi, Konya.
- Çıkrıkçı, Ö. (2015). Çocuk ve ergenler için bilinçlilik ölçeği Türkçe formunun geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Kastamonu Eğitim Dergisi, 24(2)*, 905-916.
- Çokluk, Ö., Şekercioğlu, G. & Büyüköztürk, Ş. (2010). *Sosyal bilimler için çok değişkenli istatistik spss ve lisrel uygulamaları*. Ankara: Pegem Akademi.
- Duyan, V. & Gelbal, S. (2008). Barnett çocuk sevme ölçeği'ni Türkçeye uyarlama çalışması. *Eğitim ve Bilim, 33*, 148, 40-48.
- Eminoğlu, E. (2008). *Üniversite öğrencilerinin akademik sahtekârlık eğilimlerinin ölçülmesine yönelik bir ölçek geliştirme çalışması*. (Yüksek lisans tezi), Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu.
- Enil, G. ve Köseoğlu, Y. (2016). Fen bilimleri (fizik, kimya ve biyoloji) öğretmen adaylarının nanoteknoloji farkındalık düzeyleri, ilgileri ve tutumlarının araştırılması. *International Journal of Social Sciences and Education Research, 2(1)*, 50-63.
- Gül, Ş. & Sözbilir, M. (2015). Fen ve matematik eğitimi alanında gerçekleştirilen ölçek geliştirme araştırmalarına yönelik tematik içerik analizi. *Eğitim ve Bilim, 40(178)*, 85-102.

- Güngör, D. (2016). Psikolojide ölçme araçlarının geliştirilmesi ve uyarlanması kılavuzu. *Türk Psikoloji Yazıları*, 19(38), 104-112.
- Güzeloğlu, E. (2015). Akıllı ürünleriyle nano yeniliği: gençlerin nanoteknoloji farkındalığı, fayda/risk Algıları. *International Journal of Human Sciences*, 12(1), 274-297.
- Harman, G. ve Şeker, R. (2018). Fen bilgisi öğretmen adaylarının nanoteknoloji kavramı hakkında farkındalıkları. *Bingöl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 8(15), 429-450.
- Hinkin, T. R. (1995). A review of scale development practices in the study of organizations. *Journal of Management*, 21(5), 967-988.
- Hooper D., Coughlan J. & Mullen M. R. (2008). Structural equation modelling: guidelines for determining model fit. *Electronic Journal of Business Research Methods*, 6(1), 53-60.
- Jackson, S. E., Schuler, R. S. & Werner, S. (2009), *Managing human resources*. (11th Ed.). New York: South-Western, Cengage Learning.
- Kaban, A. (2013). *Uzaktan eğitim kalite standartlarının belirlenmesi ve Atatürk Üniversitesi uzaktan eğitim sisteminin incelenmesi*. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Karataş, F. Ö. ve Ülker, N. (2014). Kimya öğrencilerinin nanobilim ve nanoteknoloji konularındaki bilgi düzeyleri. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 11(3), 103-118.
- Kass, R. A. & Tinsley, H. E. A. (1979). Factor analysis. *Journal of Leisure Research*, 11(2), 120-138.
- Kayış, A. (2010). Güvenilirlik analizi. Ş. Kalaycı içinde, *SPSS uygulamalı çok değişkenli istatistik teknikleri*. Ankara: Asil Yayın.
- Kesik, F. & Balcı, E. (2015). AB projelerinin okullara sağladığı katkılar açısından değerlendirilmesi: Bir ölçek geliştirme çalışması. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 24(4), 1621-1640.
- Kılıç, F., Yavuz Konokman, G. & Yanpar Yelken, T. (2018). Yaratıcı öğrenme ortamı değerlendirme ölçeği geliştirme: Açımlayıcı ve doğrulayıcı faktör analizi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 26(4), 1359-1370.

- Kline, R. B. (2010). *Principles and practice of structural equation modeling*. (3rd.Ed.). New York: Guilford Press.
- Kurnaz, M. A. ve Bayraktar, G. (2012). Nanoteknoloji tutum ölçeği: geliştirilmesi, geçerliliği ve güvenilirliği. *Bayburt Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 7(1), 41-53.
- Kurnaz, M. A. & Yiğit, N. (2010). Fizik tutum ölçeği: Geliştirilmesi, geçerliliği ve güvenilirliği. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 4(1), 29-49.
- MEB (2013). *İlköğretim fen bilimleri dersi (3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar) öğretim programı*. Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı, Ankara.
- Munro, B. H. (2005). *Statistical methods for health care research*. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins.
- Norusis, M. J. (1990). *SPSS base system user's guide*. Chicago: SPSS Inc.
- Nunnally, J.C. (1978). *Psychometric theory*. (2nd Ed.). McGraw-Hill, New York.
- Sagun Gököz, B. (2012). *Nanobilim ve nanoteknoloji atölye çalışması tasarımı ve uygulanması: 11. sınıf öğrencilerinin nanobilim ve nanoteknoloji farkındalığının ve kavramsal anlamalarının incelenmesi*. (Yüksek lisans tezi), Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul.
- Schermelleh-Engel, K. & Moosbrugger, 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.
- Schumacker, R.E., & Lomax, R. G. (2004). *A Beginner's guide to structural equation modeling*. (2nd Ed.). Mahlah, New Jersey, London: Lawrence Erlbaum Associates.
- Sümer, N. (2000). Yapısal eşitlik modelleri: temel kavramlar ve örnek uygulamalar. *Türk Psikoloji Yazıları*, 3(6), 49-74.
- Şahin, İ. (2009). Eğitsel internet kullanım özyeterliliği inançları ölçeğinin geçerliliği ve güvenilirliği. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 21, 461-471.
- Şencan, H. (2005). *Sosyal ve davranışsal ölçümlerde geçerlik ve güvenilirlik*. (1. Baskı). Ankara: Seçkin Matbaası.

- Şenel, A. (2009). *Nanoteknoloji kavramlarına ilişkin rehber materyal geliştirilmesi*. (Yüksek lisans tezi), Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Şimşek, Ö. F. (2007). *Yapısal eşitlik modellemesine giriş: temel ilkeler ve lisrel uygulamaları*. Ankara: Ekinoks.
- Tabachnick, B.G. & Fidell, L.S. (2001). *Using multivariate statistics*. (4th Ed.). Boston: Allyn and Bacon.
- Tagay, Ö. ve Demir, K. (2015). Öğretmen adayları için mesleki dayanıklılık inancı ölçeğinin geliştirilmesi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 24(4), 1603-1620.
- Tezci, E. (2015). Öğretmenlerin bit entegrasyon yaklaşımlarının ölçülmesine yönelik ölçek geliştirme. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 24(2), 975-992.
- Turan, E. Z. (2013). *Din kültürü ve ahlak bilgisi öğretmen yetiştirme programlarına ilişkin kalite standartlarının belirlenmesi*. (Doktora tezi), Necmettin Erbakan Üniversitesi, Konya.
- Waltz C. F., Strickland O. L. & Lenz E. R. (2010). *Measurement in nursing and health research*. New York: Springer Publishing Company.
- Yılmaz, V. & Çelik, H. E. (2009). *Lisrel ile yapısal eşitlik modellemesi*. Ankara: Pegem Akademi.

EK 1: Fen bilgisi öğretmen adayları için mikroteknoloji ve nanoteknolojiye yönelik farkındalık ölçeği

MİKROTEKNOLOJİ VE NANOTEKNOLOJİ FARKINDALIK ÖLÇEĞİ

Sevgili Öğrenciler,

Yüksek lisans tez çalışmasında kullanılmak üzere hazırlanmış olan ölçek sizlere tamamen araştırma amaçlı uygulanacaktır. İlk bölüm demografik yapı hakkında kısa bir bilgi edinmek üzere düzenlenmiştir. Her bir ifadeyi okuduktan sonra size uygun düşen kısmı işaretleyiniz.

İkinci Bölüm ise “Mikroteknoloji ve Nanoteknoloji Farkındalık Ölçeği” ifadelerinden oluşmaktadır. Bu ölçekte amaç, öğretmen adaylarının Mikroteknoloji ve Nanoteknolojiye yönelik farkındalıklarını belirlemektir. Bu ölçekte bulunan maddelere verilen cevapların yanlışlığı yoktur. Lütfen ölçekte bulunan her maddeye karşı fikrinizi temsil eden boşluğu işaretleyiniz. Her bir ifadeyi okuduktan sonra, ifadeye katılıp katılmadığınızı, ifadeye ne derecede katıldığınızı ya da katılmadığınızı liste üzerinde ayrılan yerlere işaretleyiniz.

Araştırmanın geçerli ve güvenilir sonuçlar verebilmesi için ölçek maddelerine samimi yanıtlar vermeniz önem taşımaktadır. Katkılarınızdan dolayı teşekkür ederim.

A) DEMOGRAFİK BÖLÜM

1. Cinsiyetiniz
 Kadın Erkek
2. Programınız
 Fen Bilgisi Öğretmenliği Sınıf Öğretmenliği
3. Sınıfınız
 1.sınıf 2. Sınıf 3.Sınıf 4. Sınıf
4. Yaşınız
 19 20 21 22 23 24
5. Genel not ortalamanız (Lütfen yazınız)
(4 üzerinden)
6. Bugüne kadar mikroteknoloji ve nanoteknoloji hakkında ne kadar şey duyduunuz?
 Hiçbir şey Çok az Biraz Fazlaca Çok Fazla
7. Mikroteknoloji ve nanoteknoloji konusundaki duyularınız ve ilk bilgilerinizi hangi kaynaklardan aldınız?
 Reklamlar Bilim Kurgu kitapları veya filmler Gazeteler
 İnternet TV ve Radyo Haberleri Okul Dergiler
 Diğer (Lütfen yazınız.....)

B) MİKROTEKNOLOJİ VE NANOTEKNOLOJİ FARKINDALIK ÖLÇEĞİ

Mikroteknoloji ve Nanoteknoloji Farkındalık Ölçeği	Tamamen katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum	Kesinlikle katılmıyorum
Birey, Topluma ve Çevreye Katkı ve Faydaları Hakkındaki Farkındalık					
1. Mikro ve nanoteknoloji ürünlerinin birey, toplum ve çevre üzerine etkileri olduğuna inanıyorum.					
2. Nanoteknoloji ürünlerinin ekonomik faaliyetler üzerine etkisi vardır.					
3. Mikro ve nanoteknoloji ürünlerinin bilimsel bilginin gelişmesine katkısı vardır.					
4. Nanoteknoloji alanı gerekli bir alandır.					
5. Mikro ve nanoteknoloji alanında daha az maliyet ve daha fazla üretim sağlanabilir.					
6. Mikro ve nanoteknoloji alanında çalışma yapmak ilk başta ciddi maliyetler getirebilir.					
7. Nanoteknoloji alanı yaşam kalitesinin artmasında önemli bir etkidir.					
8. Nanoteknoloji alanının daha sağlıklı ve güvenli bir yaşam sunacağını düşünürüm.					
9. Nanoteknoloji alanı sayesinde zaman ve maliyet kaybı en az seviyelere düşebilir.					
10. Nanoteknolojinin gelecek tarihlerde çok daha geniş alanlara yayılacağını düşünürüm.					
11. Nanoteknoloji konuları çevremizdeki olayların daha kolay anlaşılmasında etkilidir.					
12. Nanoteknoloji konularının gelecekte öneminin gittikçe artacağına inanıyorum.					
Öğrenci İlgi ve Çalışmaları Hakkındaki Farkındalık					
1. Nanoteknoloji konu alanından daha fazla kaynağa ulaşmak isterim.					
2. Nanoteknoloji konularının anlatıldığı derse zevkle girerim.					
3. Çalışma zamanımın büyük bir kısmını nanoteknoloji konularına ayırmak isterim.					
4. Nanoteknoloji toplulukları veya derneklerine üye olmak isterim.					

5. Mikro ve nanoteknoloji ile ilgili bilimsel gelişmeleri yakından takip ederim.					
6. İmkanım olsa nanoteknoloji alanında ürün geliştirip çalışmak isterim.					
Günlük Yaşamdaki Yeri ve Önemi Hakkındaki Farkındalık					
1. Tarımda kullanılan GDO ve hibrit tohumların geliştirilip üretilmesinde Mikro ve nanoteknoloji önemli rol oynar.					
2. İnşaat endüstrisinin büyümesiyle beraber binalardaki beton dayanımını arttırmak için Mikro ve nanoteknolojiye başvurulur.					
3. Araçlarda kullanılan, akaryakıt, petrol ürünlerinin çeşitlendirilip çevreye daha az zararlı hale getirilmesinde Mikro ve nanoteknoloji rol oynar.					
4. Günlük hayatta kullanılan temizlik ürünlerinin doğal kaynak sularına karışıp çevreye zararını engellemek için Mikro ve nanoteknoloji ile üretilen mikro ve nano canlılar kullanılır.					
Kullanım Alanları Hakkındaki Farkındalık					
1. Mikro ve nanoteknoloji ürünleri tekstil endüstrisinde kullanılır.					
2. Mikro ve nanoteknoloji ürünleri gıda ve beslenme endüstrisinde kullanılır.					
3. Mikro ve nanoteknoloji ürünleri sağlık endüstrisinde kullanılır.					
Öğrenme ve Araştırma İsteği Hakkındaki Farkındalık					
1. Mikro ve nanoteknoloji konularını çalışmaktan hoşlanırım.					
2. Mikro ve nanoteknoloji alanı ile ilgili araştırmalar yapmaktan zevk alırım.					
3. Mikro ve nanoteknoloji ile ilgili farklı kaynaklardan bilgi edinirim.					

The Development of Awareness Scale for Microtechnology and Nanotechnology for Science Teacher Candidates[†]

Soner Yavuz[†] and Merve Bektaş

Zonguldak Bulent Ecevit University, Turkey

Received: 20.12.2019 - Revised: 02.05.2020 - Accepted: 23.05.2020

Citation: Yavuz, S. and Bektaş, M. (2020). The development of the awareness scale for microtechnology and nanotechnology for science teacher candidates. *Amasya Education Journal*, 9(1), 121-153.

Summary

Problem Statement: Microtechnology and nanotechnology education is important for education systems and also teachers should have macro and nanotechnology literacy. Researches about this issue show the inadequacy of teachers about microtechnology and nanotechnology (Arslan & Şenel, 2015; Karataş & Ülker, 2014; Kurnaz & Bayraktar, 2012; Harman & Şeker, 2018). For this reason, microtechnology and nanotechnology education for teachers has become a popular subject for researchers. Integration of microtechnology and nanotechnology subjects with education is one of the major purposes of scientific literacy. As a result, microtechnology and nanotechnology should be considered as a topical subject for science education.

*Corresponding Author: Phone: +90 372 3233870, Fax: 372 3238693, e-mail: yavuz@beun.edu.tr

[†] This paper was produced from the master's thesis and was presented as an oral paper at the 6th National Congress on Chemistry Education held in Ankara between 04-06 May.

ISSN: 2146-7811, ©2020

Purpose of the Study: In this study, it is aimed to develop awareness scale that questions how science teachers are aware of the developments in the world about microtechnology and nanotechnology and how much importance is given to it.

Method(s): Since this study is a scale development study, study group was identified instead of sample. Study group was chosen by appropriate participants. Applications were conducted with 97 students studying in Elementary Science Teacher Education and 406 students studying in Primary Education at Zonguldak Bulent Ecevit University. All students are enrolled in 1st, 2nd, 3rd and 4th grades. Scale development studies include listing items, creating item pool, taking expert opinion. These steps are applied and former phase of the scale was constructed with 31 items. In the second part of the study exploratory factor analysis was carried out with 314 Elementary Science students. Former scale was applied to the students with 31 items. 2 items were discarded from scale and final scale was prepared with 28 items and 5 factors. Also, reliability was tested by exploratory factor analysis. Sample size is over 300 and it is sufficient for factor analysis. Minimum factor loading is taken as 0,3. Confirmatory factor analysis was performed to test the accuracy of the factorial structure of the scale with 5 factors and 28 items. The confirmatory factor analysis process was carried out on data obtained from 97 students from the 1st, 2nd, 3rd and 4th grades studying in the science education undergraduate program. However, sufficient sample numbers could not be reached, 92 students who were randomly selected from the 1st, 2nd, 3rd and 4th grades from the classroom teacher undergraduate program and who did not participate in the first application were included in the process, and analysis was performed on the data obtained from a total of 189 students.

Findings and Discussions: In this study, content validity was tested whether the items of the developed scale adequately reflect the desired behaviors measured or not. Within the framework of content validity, expert opinions were taken to determine whether the items in the scale were adequate in terms of number and quality or not. The trial form prepared for the pilot studies of the scale consists of 60 expressions of awareness. An exploratory factor analysis was performed to determine the construct validity of the scale. As a result of exploratory factor analysis, 5 factors and 31 items of awareness scale were formed. The Cronbach Alpha value of the scale was found as 0.911 and its reliability was found highly sufficient. Confirmatory

factor analysis was performed with the aim of testing the accuracy of the factorial structure of the awareness scale, which was designed as 5 factors and 31 items, by exploratory factor analysis. As a result of confirmatory factor analysis, the scale of awareness consisting of 5 factors and 28 items was finalized. The prepared 28-item scale's Cronbach's Alpha value was found as 0,902. So, reliability of the scale was found highly sufficient.

Conclusions and Recommendations: Suggestions for the researchers who emerged as a result of developing awareness scale for microtechnology and nanotechnology for prospective teachers and who will carry out a similar study, are given below. It is determined that researches on micro and nanotechnology in our country are very limited and scale development studies in the context of various variables are very few. Studies could be conducted to analyze the relation between microtechnology and nanotechnology awareness and other variables such as awareness and attitude. The scale developed within the scope of the research offers the opportunity to evaluate the pre-service teachers' awareness of microtechnology and nanotechnology awareness within the categories determined in five factors. By making similar studies, measurements can be made in different fields, categories or levels and the results can be revealed.

Keywords: Microtechnology, Nanotechnology, Awareness Scale, Development of Scale

Araştırmanın Etik İzni

Yapılan bu çalışmada “Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi” kapsamında uyulması belirtilen tüm kurallara uyulmuştur. Yönergenin ikinci bölümü olan “Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Eylemler” başlığı altında belirtilen eylemlerden hiçbiri gerçekleştirilmemiştir.

Etik kurul izin bilgileri

Etik değerlendirmeyi yapan kurul adı = Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi İnsan Araştırmaları Etik Kurulu

Etik değerlendirme kararının tarihi= 04.02.2019

Etik değerlendirme belgesi sayı numarası= 482