

Kimya Öğrencilerinin Nanobilim ve Nanoteknoloji Konularındaki Bilgi Düzeyleri

Faik Özgür KARATAŞ¹, Nazlı ÜLKER²

¹ Yrd. Doç. Dr., Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fatih Eğitim Fakültesi, Trabzon-TÜRKİYE

² Yüksek Lisans Öğrencisi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş-TÜRKİYE

Alındı: 08.04.2013

Düzeltildi: 06.05.2014

Kabul Edildi: 14.05.2014

Orijinal Yayın Dili Türkçedir (v.11, n.3, Eylül 2014, ss.103-118, doi: 10.12973/tused.10121a)

ÖZET

Önümüzdeki yirmi yıl içerisinde nanoteknolojiye dayalı iş ve yaşam tarzının hayatımızda köklü değişikliklere yol açacağı ön görülmektedir. Buna bağlı olarak eğitim sistemimizde de nanobilim ve nanoteknolojinin daha fazla yer alacağı tahmin edilmektedir. Eğitim sisteminde yer alan öğrencilerin nanobilim ve nanoteknoloji hakkında bilgilerinin ortaya çıkarılması, bahsedilen konuların eğitim sistemimize dâhil edileceği süreçte önemli ve öncelikli adımlardan birini teşkil etmektedir. Bu sürece yönelik olarak, Eğitim Fakültesi Kimya Öğretmenliği programı ve Fen Fakültesi Kimya bölümü öğrencilerinin nanobilim ve nanoteknoloji hakkında bilgi seviyelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu çalışma 2011–2012 akademik yılında Doğu Karadeniz’de yer alan köklü bir üniversitenin Fen Fakültesi Kimya Bölümünde ve Eğitim Fakültesi Kimya Öğretmenliği programında öğrenim gören toplam 53 öğrenci ile yürütülmüştür. Katılımcılara, 11 açık-uçlu sorudan oluşan bir anket uygulanarak nanobilim ve nanoteknoloji konusu ile ilgili anlamaları ve kimya bilgilerini nanoteknoloji konularına transfer etme düzeyleri araştırılmıştır. Anketten elde edilen ham veriler anlama seviyelerini ortaya çıkaracak şekilde kategorilere ayrılarak analiz edilmiştir. Elde edilen bulgulara dayalı olarak, Fen Fakültesi Kimya Bölümüne devam eden öğrenciler biraz daha iyi olmakla birlikte, her iki programdaki öğrencilerin nanobilim ve nanoteknoloji ve ilgili kavramları anlama seviyelerinin oldukça düşük olduğu ve sahip oldukları kimya bilgilerini nanoteknoloji konularına yeterince transfer edemedikleri belirlenmiştir. Dolayısıyla hızla gelişen bir alan olan nanoteknoloji hakkında, nano seviyedeki parçacıklar arası ilişkileri irdeleyen bir alan olan kimyada öğrenim gören lisans öğrencilerin dahi çok fazla bilgisinin olmadığı ve eğitim sistemimizin geliştirmekte olan bu alana göre kendisini yeterince güncelleyemediği görülmüştür. Nanobilim ve nanoteknolojiye yönelik derslerin programlara zorunlu olarak girilmesi zor olacağı için, bu alanla ilgili kavramlara temel kimya konuları ve ilgili dersler çerçevesinde atıflarda bulunulmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Kimya; Kimya Öğretmenliği; Nanobilim; Nanoteknoloji; Kimya Bilgisi.

GİRİŞ

Bilimsel buluşlar ve icatlar çağında fen bilimlerinde ve mühendisliklerde ortaya konan buluşların, icatların ve/veya tasarımların kimler tarafından gerçekleştirildiği apaçık ortadadır. Fakat son yüzyılda birçok disiplinin ortak çalışması sonucu ortaya konan bilim ve mühendisliğe dayalı eserlerde, buluşlarda ya da icatlarda kimin neyi bulduğunu veya kimin neyi keşfettiğini söylemek oldukça güçtür. Bu teknolojilerden bir tanesi de Nanoteknoloji’dir



(Sandhu, 2006). Nanoteknoloji terimi ilk kez nerede kullanıldığı hususunda itilaflar olsa da 1960'li yıllardan sonra kullanılmaya başlandığı bilinmektedir (URL-1, 2013). Günümüzde *nanobilim* 1 ile 100 nanometre arasındaki büyüklüklerdeki atom ve moleküler yapılar ve bunlar arası etkileşimler ile ilgilenmektedir (Katz, Shipway & Willner, 2004; Laherto, 2010; Liz-Marzan & Kamat, 2004; Whitesides, 2005). *Nanoteknoloji* ise atomik ve/veya moleküler seviyedeki etkileşimlerden yararlanarak elektronik, ilaç, tekstil, kozmetik vb. endüstri alanlarında ürünleri tasarlamayı, üretmeyi ve kullanmayı içermektedir (Bowman & Hodge, 2007; Foley & Hersam, 2006). Bu bağlamda nanoteknoloji disiplinler arası bir alan olarak karşımıza çıkmaktadır (Ratner & Ratner, 2003; Tessman, 2009). Nanoteknoloji sayesinde maddeyi nanometre düzeyinde işleyerek ve ortaya çıkan değişik özellikleri kullanarak, yeni teknolojik nano ölçekte aygıtlar ve malzemeler yapmak mümkün olmuştur. Tarihsel bir perspektiften bakıldığında, 21. Yüzyılın sanayi devrimi denebilecek bir bilimsel ve teknolojik devrime tanıklık ettiğimiz söylenebilir (Özdoğan, Demir & Seventekin, 2006; Wansom, Mason, Hersam, Drane, Light, Cormia, Stevens & Bodner, 2009). Bowman & Hodge (2007), 2015 yılına kadar dünya genelinde doğrudan iki milyon, dolaylı ise 5 milyon yeni iş imkânının oluşacağını tahmin etmektedirler. Benzer şekilde Foley ve Hersam (2006), 2014 yılına kadar dünya ekonomisinde nanoteknolojiye dayalı üretimlerin 2,6 trilyon dolar düzeyinde yer alacağını tahmin etmektedirler.

Nanoteknolojinin hızlı bir şekilde gelişmesi ve ekonomiye olan etkisi, nanoteknoloji eğitimi üzerine odaklanılmasına neden olmuştur. Zira bahsedilen büyüklükteki nitelikli insan gücünün kolayca ve kısa sürede yetiştirilmesi zordur (Laherto, 2010). Nanoteknoloji ve ona dayalı endüstrilerden pay almak isteyen toplumlar nanoteknoloji eğitimi için büyük miktarda maddi kaynak ve insan gücü yatırımı yapmaktadırlar (Roco & Bainbridge, 2003; Wansom ve diğ., 2009). Bu nedenle ilk, orta ve yüksek-öğretim seviyesinde araştırmalar ve bunlara bağlı olarak gerekli düzenlemeler yapılmaktadır. Bu bağlamda 2001 yılında Amerika Birleşik Devletleri başkanı Clinton'ın öncülüğünde "Ulusal Nanoteknoloji Girişimi" (National Nanotechnology Initiative) başlatılmış ve akabinde Amerika Birleşik Devletleri Ulusal Bilim Kurumu (NSF; National Science Foundation) destekli Öğrenme ve Öğretim için Nanoteknoloji Merkezi (NCLT; Nanotechnology Center for Learning and Teaching) kurulmuş ve eğitim alanındaki girişimler desteklenmiştir (Wansom ve diğ., 2009). Benzer çalışmalar Avrupa Birliği çerçevesinde yürütülmektedir (Laherto, 2010).

Bu süreçteki öncelikli çözülmesi gereken sorun nanobilim ve nanoteknoloji eğitimindeki içeriğin belirlenmesi olarak görülmektedir. Nitekim bu amaçla "Büyük Fikirler" (Big Ideas) olarak geçen nanobilim ve nanoteknoloji öğretiminde ve değerlendirilmesinde temel olacak konu ve kavramlar ve bu kavramlar hakkında öğrencilerin anlama seviyeleri belirlenmeye çalışılmıştır (Daly, Hutchinson & Bryan, 2007; Hutchinson, 2007; Hutchinson, Bodner & Bryan, 2011; Light ve diğ., 2007; Stevens, Sutherland, Schank & Krajcik, 2007; Tessman, 2009; Wansom ve diğ., 2009). Nanobilim ve nanoteknoloji eğitimcilerinin büyük bir bölümünün fikir birliğine vardığı konu ve kavramlar şu şekilde sıralanmaktadır (Hingant & Albe, 2010; Stevens, Sutherland & Krajcik, 2009):

- Boyut ve ölçek
- Maddenin yapısı
- Kuvvetler ve etkileşimler
- Kuantum etkileri
- Boyuta bağlı özellikler
- Kendiliğinden oluşum
- Araçlar
- Modeller ve benzetimler
- Bilim, teknoloji ve toplum

Amerika ve Avrupa’da nanobilim ve nanoteknoloji eğitiminde ilköğretimden seviyesinden başlayarak devam eden yoğun eğitim planlama ve araştırmalarına karşın ülkemizde gerçekleşen eğitim araştırmalarında ve planlamalarında nanobilim ve nanoteknolojiye yeterince yer verilmediği görülmektedir. Yeni güncellenen İlköğretim Fen Bilimleri ve Ortaöğretim Biyoloji Dersi öğretim programlarında nanoteknolojiye hiç değinilmediği tespit edilmiştir. Ortaöğretim Kimya Dersi için sadece 12. sınıf programında “Karbon Kimyasına Giriş” ünitesi içerisinde “nanotüpler” bir örnek olarak yer almaktadır. Ortaöğretim Fizik Dersi programında ise 12. sınıf “Modern Fiziğin Teknolojideki Uygulamaları” ünitesi çerçevesinde bir konu başlığı olarak nanoteknoloji ve nano madde kavramlarına kısaca değinilmektedir (URL-2, 2013). Başka bir ifadeyle, 12 yıllık zorunlu örgün eğitimde fen ve matematik alanlarını seçen öğrencilerin, mezun olana kadar tahmini olarak iki veya üç ders saatlerinin nanoteknolojiye ayrıldığı görülmektedir. Üniversitelerimizdeki ders içeriklerinde de benzer durum sözkonusu olmaktadır. Yapılan katalog incelemelerine dayanarak, bazı üniversitelerimizin mühendislik ve fen fakültelerinde nanobilim ve nanoteknoloji ile ilgili lisans düzeyinde sunulan seçmeli dersler olmakla birlikte bunlar sınırlı düzeyde kalmaktadır. Lisansüstü seviyede ülkemizde en bilinen ve özellikle nanoteknoloji üzerine araştırmalar yapan Ulusal Nanoteknoloji Araştırma Merkezi (UNAM) önemli bir adım olmakla birlikte benzeri şekilde kamusal ve özel olan enstitü ya da merkezlere ihtiyaç vardır. Ancak daha da önemlisi, bu merkezlerin kurulabilmesi ve iyi beyinlerin buralara yönelmesi için genel bir nanobilim ve nanoteknoloji farkındalığına varılması gerekmektedir. Bu bağlamda nanobilim ve nanoteknoloji farkındalığını arttırmak amacıyla ilköğretimden üniversite seviyesine kadar eğitimin-öğretim faaliyetlerinin bilinçli ve programlı bir şekilde düzenlenmesi gerekmektedir. Bu süreçteki en önemli ve ilk adım mevcut durumu analiz etmek olarak görülmektedir. Mevcut durumu analiz sürecine kimya bölümü ve kimya öğretmenliği programlarında, eğitimlerine devam eden öğrencilerin nanobilim ve nanoteknoloji hakkındaki bilgi seviyelerinin belirlenmesiyle başlamanın önemli ve yerinde olacağı düşünülmektedir. Çünkü Liz-Marzan ve Kamat’ın (2004) ifade ettiği gibi kimya nanoteknoloji ile doğrudan ilişkili olup, nano-yapıların ve materyallerin oluşturulmasında iyi kimya bilgisine sahip olunması gerekmektedir. Benzer şekilde Whitesides’in (2005) ifade ettiği gibi her ne kadar nanoteknoloji denince akla elektronik cihazlar gelse de, kimya nanobilim ve nanoteknolojinin kalbinde yer almaktadır. Dolayısıyla, nanobilim ve nanoteknoloji ile yakın bağı olan bir program olan kimya ve kimya öğretmenliğinde öğrenim görmekte olan öğrencilerin sahip oldukları bilgi ve anlama düzeylerinin belirlenmesinin, ülkemizdeki nanobilim ve nanoteknoloji konusundaki farkındalık ve bilgi düzeyi hakkında önemli bulgular sağlayabileceği düşünülmektedir.

Bu çalışmanın temel amacı, Fen Fakültesi Kimya Bölümünde ve Eğitim Fakültesi Kimya Öğretmenliği Anabilim Dalında eğitimlerine devam eden öğrencilerin büyük fikirler başlığı altında toplanan temel nanobilim ve nanoteknoloji kavramları hakkındaki anlama düzeylerini belirlemektir.

YÖNTEM

Çalışmanın amacı doğrultusunda, 2011-2012 akademik yılı güz döneminde Doğu Karadeniz Bölgesinde yer alan köklü bir üniversitenin Fen Fakültesi Kimya Bölümü dördüncü sınıfta (N=30) ve Eğitim Fakültesi Kimya Öğretmenliği Programı üçüncü ve dördüncü sınıflarda (N=23) öğrenim gören ve çalışmaya gönüllü olarak katılan toplam 53 öğrenciyle çalışma yürütülmüştür. Kimya bölümü öğrencilerinin seçilmesinin nedenlerinden biri kimya bölüm mezunlarının da kimya öğretmenliği yapabilme ihtimallerinin olmasıdır. Kimya bölümü öğrencilerin çalışmaya dahil edilmesindeki bir diğer gerekçe ise profesyonel iş hayatlarında nanobilim ve nanoteknoloji ile daha çok karşılaşabileceklerinden dolayıdır. Yukarıda betimlenen örneklem grubuna açık-uçlu sorulardan oluşan bir anket uygulanmıştır.

Veri toplama aracı olarak kullanılan anket, Hutchinson (2007) tarafından “büyük fikirler” tartışmalarını dikkate alarak geliştirilmiştir. Açık uçlu 11 sorudan oluşan ve son hali Tablo 1’de verilen bu anketin Türkçeye uyarlanması araştırmacılar tarafından gerçekleştirilmiştir. Öncelikle anketin orijinali yukarıda verilen “büyük fikirleri” kapsayacak şekilde hazırlanmış olduğu için kapsam geçerliği sağlanmış olduğu varsayılmaktadır. Soruların her biri günlük hayatta yer edinmiş olan nanoteknoloji ürünlerini bağlama olarak bu örnekler üzerinden açıklamaların yapılması sağlanmıştır. Bu anket doktora eğitimini yurt dışında tamamlamış olan bir araştırmacı tarafından Türkçeye çevrilmiş daha sonra ise alan eğitiminde lisansüstü çalışma yapan başka bir araştırmacı tarafından çevirisi kontrol edilmiştir. Çeviri işleminin ardından anket bir dil bilgisi uzmanı tarafından incelenerek yeniden düzenlenmiş ve altı kişiden oluşan küçük bir grup kimya öğretmen adayları üzerinde pilot çalışması yapılarak anlaşılmayan noktaları, eksiklikleri ve aksaklıkları giderilmiştir. Sorular açık uçlu olduğu için, katılımcılara yönlendirme olmaması için nanobilim ve nanoteknoloji kavramlarına sorularda yer verilmemiştir. Katılımcıların geniş bir açıyla soruları değerlendirmeleri ve kendilerinin nanobilim ve nanoteknolojiyi temele alarak soruları cevaplamaları beklenmiştir.

Tablo 1. Öğrencilere Yöneltilen Anket Soruları

No	Sorular
1	Metal bir lira küçük parçacıklardan oluşmasına rağmen neden kum gibi parçalarına ayrılmıyor? Açıklayınız.
2	Kurşun kalem, elmas yüzük, araba lastiği ve kömürün ortak noktası sizce ne olabilir? Açıklayınız.
3	Sizce bir kertenkele tavanda baş aşağı şekilde nasıl yürüyebiliyor? Açıklayınız.
4	Sizce aspirin baş ağrısını nasıl keser ve ateşi nasıl düşürür? Açıklayınız.
5	Hangi tür makinelerin canlı bir hücre içine sığabilecek kadar küçük olabileceğini düşünüyorsunuz? Açıklayınız.
6	Sizce DNA gibi hareket eden bir robotu nasıl yapabiliriz? Açıklayınız.
7	Sizce strafor, sis, süt, jöle, lâteks boya ve çeliğin ortak noktaları neler olabilir? Açıklayınız.
8	Neden CD’nin arka yüzeyi rengârenk bir yansıma gösterir? Sizce bu renklerin CD’ye depolanan müzik ile ilgisi var mıdır? Açıklayınız.
9	Kir ve suyun yapışıp kalmadığından emin olunarak bir camı temiz tutmak için sizce ne yapılabilir? Açıklayınız.
10	Sizce ne zaman altın artık sarı renkli olur/görünür? Açıklayınız.
11	Sizce atomların varlığını nasıl anlayabiliriz? Açıklayınız.

Kimya bölümü ve kimya öğretmenliği öğrencilerinin nanobilim ve nanoteknoloji konularındaki bilgi seviyelerini tespit etmek amacı ile uygulanan anketteki her bir soru için elde edilen veriler, tümden gelimsel bir yaklaşımla (Patton, 2002), Abraham ve meslektaşlarının (1994) öğrenci kavramalarını analiz etmede kullandıkları kategorilere benzer olarak Tablo 2’de verilen kategorilere uygun şekilde iki kimya eğitimcisi tarafından ayrı ayrı analiz edilmiş ve analizler üzerinde fikir birliği oluşturulmuştur. Burada “doğru cevap” sorunun cevaplanmasında geçerli kavramları doğru kullanmayı ve anlamayı ifade etmektedir. Diğer kategoriler de benzer şekilde hiyerarşik olarak anlamayı ifade etmektedir. Bu bağlamda anlama ise nanobilim ve nanoteknoloji farkındalığının bir göstergesi olarak görülmektedir. Kimya bölümü ve kimya öğretmenliği öğrencilerinin ankette yer alan sorulara vermiş oldukları cevapların analizleri ayrı ayrı tablo halinde organize edilmiştir.

Tablo 2. Soruların Analizinde Kullanılan Kategoriler, Kategori Tanımı ve Örnekler

Kategori	Kategori Tanımı	Soru 1'e Uygun Örnekler
Doğru Cevap	Geçerliliği olan cevabın, ilgili kavramları doğru kullanarak, tam olarak ifadesi	<i>Bozuk parayı oluşturan atomları bir arada tutan metalik bağlardır. Metal atomlarının dış yörüngelerindeki elektronlar serbestçe hareket ederek bir elektron denizi oluştururlar. Bundan dolayı atomlar birbirine sıkı şekilde bağlanır ve parçalanmazlar.</i>
Kısmen Doğru Cevap	Geçerli olan cevabın bir yönünü içeren ve kavramların doğru olarak kullanıldığı ancak, eksik ve yarım ifadeler	<i>Metaldeki bağlar daha kuvvetli olduğundan dolayı.</i>
Yanlış Cevap	Kavram yanlışları içeren, tamamen yanlış cevaplar	<i>Çok yüksek sıcaklıkta eridiği için; Metal daha kararlı yapıdadır.</i>
Boş Cevap	Boş bırakma ve bilmiyorum şeklindeki cevaplar	<i>Fikrim yok; Bilmiyorum.</i>

BULGULAR ve YORUMLAR

Katılımcıların 11 maddeli açık-uçlu sorulara verdikleri cevaplar Tablo 2'de belirtilen kategorilere uygun olarak analiz edilerek Tablo 3 elde edilmiştir. Tablo 3'de görüldüğü gibi veriler dört ana kategoride her bir bölüm için ayrı olacak şekilde frekansları ve yüzde dağılımlarına göre soru soru verilmiştir.

Tablo 3'de görüldüğü gibi metal bir paranın küçük parçacıklardan oluşmasına rağmen neden kum gibi dağılmadığıyla ilgili ilk soruyu Kimya Bölümü öğrencilerinin %3'ü ve Kimya Öğretmenliği öğrencilerinin %9'u boş bırakmıştır. Soruya Kimya Bölümü öğrencilerinin %30'u doğru cevap verirken Kimya Öğretmenliği öğrencilerinden bu soruya doğru cevap veren çıkmamıştır. Doğru cevap veren 3 öğrenci soruyu kimyasal bağlar konusu ile ilişkilendirebilmişlerdir. Öğrencilerin yaklaşık üçte biri bu soruya kısmen doğru cevap kategorisine giren cevaplar vermişlerdir. Bu cevaplar genellikle "Bağ yapısından dolayı", "Metaldeki bağlar daha kuvvetli olduğundan dolayı" ve benzeri ifadeleri içermektedir.

Tablo 3. Anket Sorularına Katılımcıların Vermiş Oldukları Cevapların Frekans ve Yüzde Dağılımları

Soru No	Doğru Cevap		Kısmen Doğru Cevap				Yanlış Cevap				Boş					
	K	KÖ	K	KÖ	K	KÖ	K	KÖ	K	KÖ	K	KÖ	K	KÖ		
1	9	30	-	-	9	30	10	43	11	37	11	48	1	3	2	9
2	4	13	2	9	24	80	18	78	1	3	3	13	1	3	-	-
3	-	-	-	-	15	50	4	17	11	37	8	35	4	13	11	48
4	-	-	-	-	4	13	1	4	19	63	18	78	7	23	4	17
5	-	-	1	4	8	27	4	17	15	50	6	26	7	23	12	52
6	-	-	-	-	-	-	-	-	10	33	10	43	20	67	13	57
7	1	3	-	-	6	20	10	43	6	20	6	26	17	57	7	30
8	-	-	-	-	5	17	2	9	17	57	14	61	8	27	7	30
9	1	3	-	-	3	10	-	-	20	67	15	65	6	20	8	35
10	-	-	-	-	-	-	-	-	22	73	13	57	8	27	10	43
11	1	3	-	-	3	10	-	-	11	37	14	61	15	50	9	39

K: Fen Fakültesi Kimya Bölümü

KÖ: Eğitim Fakültesi Kimya Öğretmenliği Anabilim Dalı

Kısmen doğru cevaplar kategorisine giren cevaplarda öğrenciler kum ve metal arasındaki bağ farkının fiziksel özelliklerde farka neden olduğunu ifade etmelerine rağmen, bağların nasıl etki ettiğine dair bir fikir beyan etmemişlerdir. Öğrencilerin büyük çoğunluğu ise bu soruya yanlış cevap vermişlerdir. Öğrencilerin soruya vermiş oldukları yanlış cevaplar arasında en çok aşağıdakilere benzer ifadeler yer almaktadır:

“Çok yüksek sıcaklıkta eridiği için”, “Metal daha kararlı yapıdadır”, “Metal içindeki alaşımlardan dolayı”, “İçinde parçaları bir arada tutan bir madde(dir) (vardır).”

Temel kimya bilgileriyle cevaplanabilecek diğer bir soruda ise kurşun kalem, elmas yüzük, araba lastiği ve kömürün ortak noktasının ne olduğu açıklamaları istenmiştir. Tablo 3’de görüldüğü gibi öğrencilerin büyük bir kısmı soruyu cevaplamışlardır. Soruya Kimya Bölümü öğrencilerinin %13’ü doğru cevap verirken, Kimya Öğretmenliği öğrencilerinin %9’u doğru cevap verebilmişlerdir. Genel olarak bakıldığında katılımcıların cevaplarının büyük kısmı kısmen doğru cevap kategorisine girmektedir. Bu cevaplar, iki öğrencinin *“Karbon içerdikleri için,”* ve *“Karbon atomlarından oluşmuştur”* ifadelerine benzer cevaplar içermektedir.

Öğrenciler verilen örneklerin hepsinin karbon atomlarından oluştuğunu bilmelerine rağmen, atomların dizilimi hakkında bir fikir beyan etmemişlerdir. Kimya Bölümü öğrencilerinin %3’ü, Kimya Öğretmenliği Bölümü öğrencilerinin ise %13 ü soruya yanlış cevaplar vermişlerdir. Öğrencilerin vermiş oldukları yanlış cevaplar aşağıdaki alıntılara benzer ifadeler içermektedir:

“Hepsi karbonun izotopudur,” “Kalemde kömürden yapılmış bir maddedir,” “Araba lastiği kömürden imal edilir.”

Nanoteknolojiye ilişkin doğal ve canlı bir örnek olan kertenkelenin tavanda baş aşağı şekilde nasıl yürüyebildiğinin sebebinin açıklanması istenen soruyu Kimya Bölümü öğrencilerinin %13’ü Kimya Öğretmenliği öğrencilerinin ise %48’i boş bırakmışlardır. Soruya her iki gruptan da tam doğru cevap veren öğrenci çıkmamıştır. Kimya Bölümü öğrencilerinin %50’si ve Kimya Öğretmenliği Bölümü öğrencilerinin %17’si bu soruya *“Kertenkelenin ayağında kılcal yapılı tüyler bulunur”* şeklinde kısmen doğru ifadeler içeren cevaplar vermişlerdir. Öğrenciler kertenkelenin ayağında kılcal yapılar bulunduğu hakkında fikir yürütmelerine rağmen bu kılcal yapıların boyutu, miktarı hakkında yorum yapamamış ve asıl önemlisi tavana tutunmayı nasıl sağladığı hakkında fikirlerini belirtmemişlerdir. Kimya Bölümü öğrencilerinin %37’si ve Kimya Öğretmenliği Bölümü öğrencilerinin ise %35’i soruya yanlış cevaplar vermişlerdir. Bu cevaplar şu şekilde ifadeler içermektedir:

“Kertenkelenin ayaklarında vakum etkisi vardır” ve “Kertenkelenin ayaklarında modifikasyon sağlayan yapılar vardır.”

Özellikle organik kimya derslerinde sentezi ve özellikleri verilen Aspirinin, baş ağrısını nasıl kestiği ve ateşi nasıl düşürdüğüne ilişkin soruyu Kimya Bölümü öğrencilerinin %23’ü Kimya Öğretmenliği öğrencilerinin %17’si boş bırakmışlardır. Tablo 3’e bakıldığında görülebileceği gibi, bu soruya doğru cevap veren öğrenci çıkmazken, Kimya Bölümü öğrencilerinin %13’ü Kimya Öğretmenliği öğrencilerinin %4’ü soruya kısmen doğru kategorisine giren *“Ağrıya neden olan enzimi inhibe eder”* ifadesine benzer cevaplar vermişlerdir.

Öğrenciler aspirinin ağrıya neden olan reaksiyonun enziminin inhibe olduğunu belirtmişler fakat soruya tam olarak yorum getirememişlerdir. Katılımcıların üçte ikiden fazlası soruya yanlış cevaplar vermişlerdir. Bu cevaplar arasında *“Savunma mekanizmasında etkisi vardır,” “Uyuşturucu etki yapar,”* ve *“Psikolojik olarak bağımlılık yapar”* gibi ifadeler yer almıştır.

Nanoteknoloji ile doğrudan ilişkili olan hangi tür makinelerin canlı içine sığabilecek kadar küçük olabileceğine ilişkin soruyu Kimya Bölümü öğrencilerinin %23’ü, Kimya Öğretmenliği öğrencilerinin ise %52’si boş bırakırken soruya Kimya Öğretmenliğinden bir öğrenci doğru cevap verirken, Kimya Bölümü öğrencilerinden soruya doğru cevap veren

olmamıştır. Kimya Bölümü öğrencilerinin %27'si ve Kimya Öğretmenliği öğrencilerinin %17'si soruya “*Biyoçipler olabilir*” gibi kısmen doğru ifadeler içeren cevaplar vermişlerdir. Öğrenciler biyoçiplerle bu işlemin gerçekleştirilebileceğini düşünmüşlerdir fakat yapılabilecek işlemler hakkında tam olarak doğru ifadeler içeren cevaplar verememişlerdir. Aynı soruya Kimya Bölümü öğrencilerinin %50'si, Kimya Öğretmenliği öğrencilerinin ise %26'sı “*Mikro makinelerle*” ve “*mikroçiplerle*” gibi yanlış cevaplar vermişlerdir.

Tablo 3’de görüldüğü gibi DNA benzeri kendi başına hareket eden bir robotun nasıl yapılabilineceğiyle ilgili olarak öğrencilerin neredeyse üçte ikisi herhangi bir yorumda bulunamamıştır. Soruya doğru ve kısmen doğru cevap veren de olmamıştır. Başka bir ifadeyle bu soruya verilen cevapların tamamı “*DNA’daki zayıf etkileşimlerden yararlanarak*” veya “*Yapay beyin takviyesiyle*” gibi ifadeler içeren yanlış cevap kategorisinde yer almıştır.

Strafor, sis, jöle, lateks boya ve çeliğin ortak noktasının ne olduğuna ilişkin soruyu Kimya Bölümü öğrencilerinin %57'si, Kimya Öğretmenliği öğrencilerinin ise %30’u boş bırakmışlardır. Verilen cevaplardan yalnız biri doğru cevap olarak sınıflandırılırken, Kimya Bölümü öğrencilerinin %20'si ve Kimya Öğretmenliği öğrencilerinin %43’ü soruya “*Hepsi karışımdır*” şeklinde kısmen doğru ifadeler içeren cevaplar vermişlerdir. Bu cevaplardaki ifadeler şu şekildedir:

Öğrenciler strafor, sis, jöle, lateks boya ve çeliğin karışım olduğunu ifade etmelerine rağmen nasıl karışımlar oldukları hakkında yorum yapmamışlardır. Aynı soruya Kimya Bölümü öğrencilerinin %20'si ve Kimya Öğretmenliği Bölümü öğrencilerinin %26'sı beklenen cevaplardan farklı olarak “*DeneySEL olarak sentezlenebilir*” ve benzeri yanlış ifadeler içeren cevaplar vermişlerdir.

Neden CD’nin arka yüzeyinde rengârenk bir yansıma gözlemlendiği ve bu renklerin CD’ye depolanan müzikle alakası olup olmadığına ilişkin soruyu öğrencilerin dörtte birinden fazlası boş bırakmışlardır. Soruya her iki gruptan da doğru cevap veren öğrenci çıkmazken, Kimya Bölümü öğrencilerinin %17'si ve Kimya Öğretmenliği Bölümü öğrencilerinin %9’u kısmen doğru cevaplar vermişlerdir. Öğrencilerin bu kategoride vermiş oldukları cevaplara örnek olarak “*Depolanan müzikle renklerin ilgisi vardır*” ifadesi verilebilir. Öğrenci cevaplarında depolanan müzikle renklerin alakası olduğu ve bunun renklerin absorplanmaları ile alakalı olabileceği ifade edilmekle birlikte tam olarak doğru cevap verilememiştir. “*Depolanan müzikle alakası yoktur*” ya da “*sadece ışığı yansıtır*” şeklinde ifadeler kullanan katılımcıların yarısından fazlasının cevapları yanlış cevap olarak sınıflandırılmıştır.

Havadaki kir ve yağmur suyunun yapışıp kalmadığından emin olunarak bir camın nasıl temiz tutulabileceğine ilişkin soruyu Kimya Bölümü öğrencilerinin %20'si, Kimya Öğretmenliği öğrencilerinin ise %35'i boş bırakmışlardır. Soruya yalnızca bir Kimya Bölümü öğrencisi doğru cevap verebilmiştir. Soruya Kimya Bölümü öğrencilerinin %10’u kısmen doğru ifadeler içeren cevaplar verirken, Kimya Öğretmenliği öğrencileri arasından soruya kısmen doğru cevap veren de çıkmamıştır. Aynı soruya katılımcıların yaklaşık üçte ikisi yanlış cevaplar vermişlerdir. Öğrencilerin cevapları “*Cam apolar madde ile kaplanabilir*” veya “*çözeltiler kullanılabilir*” şeklinde ifadeler içermektedir.

Tablo 3’e bakıldığında altının ne zaman sarı renkli olduğu/görüldüğüne ilişkin soruya hiçbir katılımcının doğru veya kısmen doğru cevap veremediği görülmektedir. Kimya Bölümü öğrencilerinin %27'si, Kimya Öğretmenliği öğrencilerinin ise %43’ü ilgili soruyu boş bırakırken geri kalan cevaplar “*Altına beyaz ışın düştüğünde*” ya da “*altın atomları o rengi aldığında*” gibi “yanlış cevap” kategorisinde yer almaktadır.

Tarayıcı Tünelleme Mikroskobu (Scanning Tunneling Microscopy) ve Atomik Kuvvet Mikroskobu (Atomic Force Microscope) gibi teknik olarak karmaşık cihazlar ile nano seviyede atomların varlığı anlaşılabilir. Katılımcılara atomların/tanecikli yapının varlığına kanıt olarak neler gösterilebilir şeklinde yöneltilen anketin son sorusunu Kimya Bölümü öğrencilerinin %50'si ve Kimya Öğretmenliği öğrencilerinin %39’u boş bırakmıştır.

Soruya ancak bir Kimya Bölümü öğrencisi doğru cevaplar verebilmiştir. Kimya Bölümü öğrencilerinin %37'si ve Kimya Öğretmenliği Bölümü öğrencilerinin %61'i soruya “*Maddeyi parçalayarak*” ya da “*Işıkla etkileşime sokarak*” şeklinde yanlış cevaplar vermişlerdir.

TARTIŞMA

Tablo 3’de görüldüğü gibi 1. ve 2. soru haricindeki diğer sorulara %40 ile % 80 arasında değişen oranlarda cevap verilmiştir. Ancak 6, 7, 10. ve 11. sorulara ise öğrencilerin üçte birinden fazlası cevap vermemişlerdir. Burada dikkate edilmesi gereken önemli bir husus öğrencilerin verdikleri cevaplardan anlaşıldığı kadar konuyla ilgili kavram yanlışlarından ziyade bilgi ve fikirlerinin olmamasıdır. Bu durum nanobilim ve nanoteknolojinin öğrencilerin “aşına” olmadığı bir konu olduğunu göstermektedir. Ayrıca nanobilim ve nanoteknoloji örneklemedeki öğrencilerin eğitimlerinin bir parçası olmadığı gibi günlük yaşantılarının dahi bir parçası olmadığını göstermektedir. Başka bir ifadeyle öğrencilerin gerek aldıkları eğitimde ve gerekse kafe, yurt, ev, otobüs ve hatta medya gibi doğal yaşam alanlarında nanobilim ve nanoteknolojinin sıklıkla yer almadığı ya da ilgili kavramlardan bahsedilmediği anlaşılmaktadır. Karataş ve Bodner’in (2009) öğretmenlerin mühendisliğin doğası ile ilgili düşüncelerini araştırdıkları çalışmada ortaya koydukları gibi bu kavramlar günlük hayatta kullanılıyor olsa da bireylerde yeteri düzeyde farkındalık oluşturulamadığı anlaşılmaktadır.

Bu çalışmadan elde edilen bulgular oldukça şaşırtıcı bulunabilir. Anketteki ilk iki soruya bakıldığında bu soruların doğrudan temel kimya bilgisiyle, başka bir alan bilgisine ihtiyaç duyulmadan, cevaplanabileceği görülmektedir. Ancak bulgular birincinin yalnızca kimya bölümü öğrencilerinin %30 tarafından tam olarak doğru cevaplandırıldığını göstermektedir. Öğrencilerin sahip oldukları kimya bilgisini iki farklı örnek üzerinde uygulamasının istenmesi temel düzey bilişsel bir kazanım olmasına rağmen öğrencilerin çok küçük bir kısmının buna doğru cevabı verebilmesi ve neredeyse yarısının yanlış cevap vermesi başlı başına üzerinde düşünülmesi gereken bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Benzer şekilde ikinci sorudaki örneklerin aslında birbirlerinin allotropu oldukları ve kristal yapılarının farklılık gösterdiğinden dolayı farklı fiziksel özelliklere sahip oldukları çok az öğrenci tarafından ifade edilebilmiştir. Bir başka örnek ise onuncu soruda altının makro ölçekteki fiziksel özelliklerinin altın atomları arası etkileşimler sonucu belirlendiğinin ifade edilmesi beklenirken yine öğrencilerin cevapları bu konuda yüzeysel kalmıştır. Maddenin tanecikli yapısı ve tanecikler arası etkileşimler (molekül için ve moleküller arası) konusu ve ilgili kavramlar kimya öğretiminde en önemli ve aynı zamanda öğrencilerin anlamakta zorlandığı konularında başında geldiği ilgili alan yazında da ifade edilmektedir (Ayas, Özmen & Çalik, 2010; Coll & Treagust, 2002; Haidar & Abraham; 1991; Karataş, Ünal, Durland & Bodner, 2013; Novick & Nussbaum, 1981; Özmen, Ayas & Coştu, 2002; Papageorgiou & Johnson, 2005; Valanides, 2000). Aslında bu üç soruya verilen cevaplardan daha sonraki nanoteknolojiye yönelik sorulara verilebilecek cevapların neler olabileceği anlaşılabilmektedir. Çünkü moleküler etkileşimleri tam olarak kavrayamayan bireylerin bunları kullanarak, bugün nanobilimin uğraştığı olguları ve buna bağlı olarak geliştirilen nanoteknolojileri anlamalarını ve açıklamalarını beklemek biraz hayalcilik olacaktır (Karataş ve diğ., 2013). Nitekim öğrencilerin sahip oldukları kavramlar ile ilgili yapılan çalışmalar, temel ve ön koşul kavramlar anlaşılmadan onlarla ilişkili diğer kavramların anlaşılmasının zor olduğunu ortaya koymaktadır (Acar & Tarhan, 2008; Bodner, 1986; Özmen, 2004).

Elde edilen bulgular, nanobilim ve nanoteknoloji hakkında öğrencilerin bilgi düzeylerinin oldukça düşük olduğunu ve basit temel kimya kavramlarını dahi nanoteknoloji konularına aktaramadıklarını göstermiştir. Öğrencilerin sorulara verdikleri cevaplar tek tek irdelendiğinde bu iddiayı destekler nitelikte kanıtlar görülebilmektedir. Öğrencilerin çoğu metal bir paranın neden kum gibi dağılmadığını yorumlayamamış, bağlardan kaynaklandığını

bilmelerine rağmen soru hakkında bilimsel olarak doğru kabul edilebilecek bir fikir beyan edememişlerdir. Öğrencilere kalem, elmas yüzük, araba lastiği ve kömürün ortak noktası sorulduğunda karbon cevabının ötesine geçebilen öğrenci sayısı çok az olmuştur. Nanoteknolojiyi çok açık bir şekilde akla getirebilecek bir soru olan ‘*Hangi tür makineler bir hücre içerisine sığabilecek kadar küçük olabilir?*’ sorusuna öğrencilerin büyük bir kısmının cevabı mikro boyutta makineler olabilir şeklinde olmuştur ve öğrenciler hücre içine sığabilecek denmiş olmasına rağmen bunun nano boyutlarda olabileceğini düşünememişlerdir. Öğrencilere ‘*DNA gibi hareket eden bir robotu nasıl yapabiliriz?*’ sorusu yöneltildiğinde öğrenciler sadece ‘*ileri bir teknoloji ile*’ olabileceği şeklinde fikirlerini belirtmişler ancak ilginç bir şekilde nanobilim ve nanoteknolojiyle bunu ilişkilendirmek öğrencilerin aklına gelmemiştir. Benzer şekilde, öğrenciler biyokimya bilgileri ile nanoteknolojiyi ilişkilendirememişlerdir. İlköğretim fen bilimleri derslerinden üniversitede verilen temel kimya derslerine kadar sıkça değinilen karışımlar konusu ile ilişkili olan straför, sis, süt, jöle, lateks boya ve çeliğin ortak noktasının sorulduğu soruda dahi öğrencilerin çoğu doğru cevaplar verememişlerdir. Öğrencilere ‘*CD’nin arka yüzeyinde neden rengârenk bir yansıma görülür ve bu renklerin depolanan müzikle alakası var mıdır?*’ şeklinde soru yöneltilmiş, öğrenciler bu soru hakkında bir yorum getirememişlerdir. Başka bir ifadeyle, derslerde görmüş oldukları konularla teknolojik kavramları yan yana düşünüp yorumlayamamışlardır. ‘*Kir ve suyun yapışıp kalmadığından emin olunarak camı nasıl temiz tutabiliriz?*’ şeklindeki soruya ise öğrenci cevapları “camı kaplayabiliriz” ifadesinden öteye geçememiştir. Öğrenciler bu kaplamanın nasıl olabileceği ve bunun nanoteknoloji ile nasıl bir ilişkisi olabileceği hakkında yorum getirememişlerdir. Bu örneklerin hepsinde görüldüğü gibi katılımcılar sahip oldukları temel kimya bilgilerini ve tecrübelerini yeni bir duruma aktarmakta veya transfer etmekte zorluk çekmektedirler. Bu durum çağdaş eğitimin en temel amaçlarından biri olan bir alandaki bilgilerin ilişkili diğer alanlara uygulanabilmesini öğrencilerimizin yeterince yapamadığını göstermektedir. Bunun sebebi kimya bilgilerinin yalnızca kimya bağlamı üzerinde öğretilmesi olabilir (Bransford, Brown & Cocking, 2004). Dolayısıyla orta- ve yükseköğretimde kimya konularının farklı bağlamlara ilişkilendirilerek verilmesinin, bilgilerin daha geniş bir çerçevede uygulama bulmayı kolaylaştıracağı düşünülmektedir (Borh & Richardson-Klavehn, 1989).

Son olarak, sınırlılıkları olmayan hiç bir araştırma yoktur. Bu çalışmada da bazı sınırlılıklar göze çarpmaktadır. Bunlardan en önemlisi, veri toplama aracı olarak açık-uçlu soruları içeren bir anketin tek başına kullanılmasıdır. Bu durum, çalışmadan elde edilen bulguların geçerliği üzerinde kuşku oluşturabilir. Ancak, anketin ve elde edilen verilerin yapı, kapsam ve görünüş geçerliğini arttırmak için anketin geliştirilmesi, Türkçeye uyarlanması, uygulanması ve analizlerinde titiz adımlar atılmıştır (Creswell 2003). Daha önce de belirtildiği gibi bu adımlar çalışma tasarımının ve anketin uzmanlar tarafından değerlendirilmesi, pilot bir çalışmanın gerçekleştirilmesi ve elde edilen bulguların araştırmacılar tarafından kontrol edilerek ortak bir kararın ortaya konması şeklinde sıralanabilir. Bu sayede tekil bir veri kaynağından elde edilen sonuçların geçerliği ve güvenilirliği arttırılmıştır.

SONUÇ

Bu çalışmada Doğu Karadeniz’de yer alan köklü bir üniversitenin Fen Fakültesi Kimya Bölümünde ve Eğitim Fakültesi Kimya Öğretmenliği programında öğrenim gören öğrencilerin nanobilim ve nanoteknoloji hakkında bilgi düzeyleri ve öğrencilerin kimya bilgilerini nanoteknoloji konularına transfer edip edemedikleri incelenmiştir. Çalışma sonucuna göre kimya programına devam eden öğrencilerin daha iyi olmakla birlikte her iki programdaki öğrencilerin nanobilim ve nanoteknoloji hakkında bilgi seviyelerinin oldukça düşük olduğu ve temel kimya bilgilerini nanoteknoloji konularına yeterince transfer

edemedikleri belirlenmiştir. Örnek olarak, moleküllerlerin kristal yapılarını ve moleküller arası etkileşimleri maddelerin fiziksel özellikleri ile ilişkilendirememektedirler.

Burada üzerinde durulması gereken önemli noktalardan birisi de katılımcıların yanlış anlama ya da kavram yanılgısından ziyade konu hakkında farkındalıklarının çok düşük olarak bulunmasıdır. Bu durum üniversite eğitimlerinde belli bir seviyeyi geçmiş kimya alanına hâkim olması gereken öğrencilerin günlük yaşamlarında nanobilim ve nanoteknolojinin fazla bir yer tutmadığını göstermektedir. Nanobilim ve nanoteknoloji ile yakın ilişkili olan bir alandaki öğrencilerden elde edilen sonuçlar diğer alanlardaki üniversite öğrencilerinin genel durumu hakkında düşündürürken bilgi de vermektedir. Başka bir ifadeyle, araştırmadan elde edilen bulgular incelendiğinde hızla gelişen bir alan olan nanoteknoloji hakkında, nano seviyedeki parçacıklar arası ilişkileri irdeleyen bir disiplin olan kimya eğitimi alan öğrencilerin dahi çok fazla bilgisinin olmadığı ve eğitim sistemimizde gelişmekte olan bu disipline göre kendisini uyarlayamadığı görülmektedir.

ÖNERİLER

Çalışmadan elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde kimya bölümü ve kimya öğretmenliği öğrencilerinin nanobilim ve nanoteknoloji hakkında bilgi düzeylerinin geliştirilmesi ve kimya bilgilerini nanoteknoloji konularına transfer edebilmeleri için aşağıda bazı önerilerde bulunulmuştur:

- Kimya eğitimi veren üniversitelerin kimya öğretim programlarına ‘Nanoteknoloji’ adı altında yeni bir ders eklenmesinin öğrencilerin bu konudaki eksikliğini gidermek için iyi bir başlangıç olacağı düşünülmektedir. Öğretim programlarına böyle bir dersin eklenip-eklenilmemesine bakmaksızın temel kimya konuları ve ilgili dersler çerçevesinde nanoteknolojilere ve bunların bilimsel alt yapısına dair daha çok ve farklı bağlamlarda atıflarda bulunulmasının öğrencilerin hem öğrendikleri konuları bir bağlama dayandırmada hem de nanobilim ve nanoteknolojide daha geniş bir ufuk sahibi olmalarında faydalı olacağına inanılmaktadır. İlişkili olarak, ilköğretim ve ortaöğretim fen öğretim programlarında, disiplinler arası bir alan olan, nanobilim ve nanoteknolojiye daha fazla yer verilmesi gerekmektedir. Böylece öğrencilerin farkındalık düzeyi arttırılabileceği gibi, bazılarının kariyer planları içerisinde bu alanları alması mümkün olabilir.
- Genelde bütün eğitim seviyesindeki öğrenciler için ve özelden de Kimya alanındaki (Kimya, Kimya Mühendisliği, Kimya Öğretmenliği vb.) öğrenciler için okul dışı ortamlarda (müzeler ve bilim merkezleri, bilim şenlikleri, yaz kampları, TV programları, seminer ve paneller, vb.) bu konuya ilgilerini çekebilmek ve onları bilgilendirebilmek için nanobilim ve nanoteknoloji hakkında etkinlikler düzenlenmesinin büyük faydalar sağlayacağı düşünülmektedir.
- Nanobilim ve nanoteknoloji konuları hem fen alanında hem de fen eğitiminde yeni bir araştırma alanı görünümündedir. Araştırmacıların bu alanlara yönlendirilmesinin bu alandaki eksikliğin kısa sürede giderilmesinde yardımcı olacağı düşünülmektedir. Bu nedenle yönlendirici konumundaki kurum ve kuruluşların (TÜBİTAK, MEB, YÖK vb.) bu alana öncelik vererek teşvik etmeleri gerekmektedir. Aksi takdirde 21.yy endüstri atılımında geride kalabiliriz.



<http://www.tused.org>

Undergraduate Chemistry Students' Understanding Level of Nano-Science and Nano-Technology

Faik Özgür KARATAŞ¹ , Nazlı ÜLKER²

¹ Assist. Prof. Dr., Karadeniz Technical University, Fatih Faculty of Education, Trabzon-TURKEY

² Master Student, Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Kahramanmaraş-TURKEY

Received: 08.04.2013

Revised: 06.05.2014

Accepted: 14.05.2014

The original language of article is Turkish (v.11, n.3, September 2014, pp.103-118, doi: 10.12973/tused.10121a)

Key Words: Chemistry; Pre-Service Chemistry Teacher Training; Nano-Science; Nano-Technology; Chemistry Knowledge.

SYNOPSIS

INTRODUCTION

Nano-science is interested in atomic and molecular structures and interactions among these structures whose size is between 1 and 100 nanometer (Katz, Shipway & Willner, 2004; Laherto, 2010; Liz-Marzan & Kamat, 2004; Whitesides, 2005). *Nano-technology*, on the other hand, involves in designing, producing, and using products in several industries including electronics, pharmaceuticals, textile, cosmetics, etc. by utilizing interaction in atomic and/or molecular level (Bowman & Hodge, 2007; Foley & Hersam, 2006). Thus, nano-technology has been emerging as an inter-disciplinary field (Ratner & Ratner, 2003; Tessman, 2009). From a historical perspective, it can be said that we are witnessing a scientific and technological revolution in 21st century (Özdoğan, Demir & Seventekin, 2006; Wansom, Mason, Hersam, Drane, Light, Cormia, Stevens & Bodner, 2009) that will generate over 2.6 trillion dollars of revenues in industry by the end of 2014 (Foley & Hersam, 2006).

Societies that would like to get a share from nano-technology and related industries have invested a lot of money and human resources for nano-technology education (Roco & Bainbridge, 2003; Wansom et al., 2009). Therefore, educational research and associated regulations have been put in action at primary, secondary and tertiary levels in the US and Europe (Laherto, 2010; Wansom et al., 2009).

One of the problems of nano-science and technology educations is to determine content for teaching. Many nano-science and technology educations have a consensus over "Big Ideas" which include following topics and concepts (Daly, Hutchinson & Bryan, 2007; Hingant & Albe, 2010; Hutchinson, 2007; Hutchinson, Bodner & Bryan, 2011; Light et al., 2007; Stevens, Sutherland, Schank & Krajcik, 2007; Stevens, Sutherland & Krajcik, 2009; Tessman, 2009; Wansom et al., 2009):



Corresponding author e-mail: fozgurkaratas@gmail.com

© ISSN:1304-6020

- Size and scale
- Structure of matter
- Forces and interaction
- Quantum effects
- Size dependent features
- Self assembly
- Tools
- Models and simulations
- Science, technology and society

Even though there have been a tremendous effort on research and education for nano-science and technology in the US and Europe, our country has left behind of this movement. To catch up this movement we need to invest more sources into nano-science and technology and its education in order to improve nano-science and technology awareness from primary to tertiary education. One of the early steps of this process is to determine current status. Thus, we decided to investigate undergraduate chemistry students and pre-service chemistry teachers and their nano-science and technology knowledge. As Liz-Marzan and Kamat (2004) stated that chemistry is directly related to nano-science and producing nano-structures and materials requires high chemistry knowledge. Therefore, determining undergraduate chemistry students' and pre-service chemistry teachers' understanding of nano-science and technology would provide valuable information regarding overall awareness level as chemistry is related field with nano-science and technology.

PURPOSE of the RESEARCH

The purpose of this study is to determine undergraduate chemistry students and pre-service chemistry teachers' basic nano-science and technology understanding level based on Big Ideas framework.

METHODOLOGY

The study was conducted at a university located in East Black Sea region of Turkey. The participants were selected from third and fourth year students enrolled in department of chemistry of faculty of science (N=30) and in division of chemistry education, department of secondary science and mathematics education of faculty of education (N=23). A questionnaire with 11 open-ended items was administrated to the participants to collect data. The questionnaire were developed by Hutchinson (2007) based on "Big Ideas" framework and translated into Turkish by the researchers. A pilot study was conducted with six students while adapting the questionnaire to Turkish context.

The participants' responses to the questionnaire were analyzed by sorting out each response to one of the following categories: Correct response, partly correct response, wrong response, and no response or unrelated response. This rubric was developed based on the guidelines reported by Abraham and his colleagues (1994).

FINDINGS

The participants' responses to the questionnaire were analyzed item by item based on the rubric explained above and presented in Table 1. As seen in Table 1, percentages of correct responses are very low. There is no correct response for items number 3, 4, 6, 8, and 10. The first item in the questionnaire asks why a metal coin does not fall apart like sand. This item is directly related to chemistry and can be answered easily by employing basic chemistry

knowledge. However, only 30% of chemistry students' responses were correct and around 40% of the total responses were wrong. A few quotes from wrong responses are presented below:

“Because its melting point is to high”

“The structure of the metal is more stable”

“Because of the alloys in the metal structure”

Table 1. *The Participants' Responses to the Questionnaire*

Item No	Correct Response				Partly Correct Response				Wrong Response				No Response			
	SC		SE		SC		SE		SC		SE		SC		SE	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
1	9	30	-	-	9	30	10	43	11	37	11	48	1	3	2	9
2	4	13	2	9	24	80	18	78	1	3	3	13	1	3	-	-
3	-	-	-	-	15	50	4	17	11	37	8	35	4	13	11	48
4	-	-	-	-	4	13	1	4	19	63	18	78	7	23	4	17
5	-	-	1	4	8	27	4	17	15	50	6	26	7	23	12	52
6	-	-	-	-	-	-	-	-	10	33	10	43	20	67	13	57
7	1	3	-	-	6	20	10	43	6	20	6	26	17	57	7	30
8	-	-	-	-	5	17	2	9	17	57	14	61	8	27	7	30
9	1	3	-	-	3	10	-	-	20	67	15	65	6	20	8	35
10	-	-	-	-	-	-	-	-	22	73	13	57	8	27	10	43
11	1	3	-	-	3	10	-	-	11	37	14	61	15	50	9	39

SC: Faculty of Science, Department of Chemistry SE: Faculty of Education, Division of Chemistry Education

Another question that can be answered by employing general chemistry knowledge asks the commonality among a pencil, a diamond ring, a tire, and coal. As seen in Table 1, a few of the participants' responses are correct. Many responses fall under “partly correct” category such as “All contains carbon,” and “They are made out of carbon atoms.” These responses focused on carbon atom, but did not mention crystal structure.

The participants' responses for other questions which are about nanotechnology applications including nanobots, colors of a CD, self cleaning walls, etc. were no better than the first two questions. As seen in Table 1, many participants did not respond to the items.

CONCLUSION

Based on the results, it is found that even though the participants from faculty of science showed better performance, the participants in both groups had low level of understanding about nano-scale science and technology as well as related concepts. It was also found that the participants cannot transfer their chemistry knowledge to explain nano-scale phenomena. They cannot, for example, link crystal structures of molecules and inter-molecular interactions to physical properties of matter.

Another important conclusion is that the participants did not have high percentage of misunderstandings or misconceptions about nano-scale science and technology, but rather their awareness level is too low. In other words, nano-scale science and technology is not part of their neither academic nor personal life. Therefore, it is concluded that even chemistry students do not have adequate level of understanding about nano-science and technology which is one of the emerging field of study related to chemistry. This also implied that educational system does not adapt itself this new field.

SUGGESTIONS

Based on the conclusions it is suggested that integration of nano-science and technology into chemistry programs is necessary either as a separate course or as a topic of regular chemistry courses. It is also suggested that out of school settings including museums, science centers, science fairs, summer camps, seminars, TV shows, and other media should be utilized to increase nano-science and technology awareness of students at all ages.

KAYNAKLAR/REFERENCES

- Abraham, M. R., Williamson, V. M., & Westbrook, S. L. (1994). A cross-age study of the understanding of five chemistry concepts. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(2), 147-165
- Acar, B. & Tarhan, L. (2008). Effects of cooperative learning on students' understanding of metallic bonding. *Research in Science Education*, 38 (4), 401-420.
- Ayas, A., Özmen, H., & Çalik, M. (2010). Students' conceptions of particulate nature of matter at secondary and tertiary level. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 8, 165-184.
- Bodner, G. (1986). Constructivism: A theory of knowledge. *Journal of Chemical Education*, 63, 873-878.
- Bjork, R. A., & Richardson-Klavehn, A. (1989). On the puzzling relationship between environmental context and human memory. C. Izawa (Ed.), *Current issues in cognitive processes: The Tulane Flowerree Symposium on Cognition* (pp. 313-344). New Jersey: Erlbaum.
- Bowman, D. M., & Hodge, G. A. (2007). Nanotechnology and public interest dialogue: Some international observations. *Bulletin of Science Technology Society*, 27, 118-132.
- Bransford, J. D., Brown, A. L., & Cocking, R. R. (Eds.). (2004). *How people learn* (Extended Edition). Washington, DC: National Academy Press.
- Coll, R. K. & Treagust, D. F. (2002). Exploring tertiary students' understanding of covalent bonding. *Research in Science and Technological Education*, 20 (2), 241-267.
- Creswell, J. W. (2003). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*, 2nd edition. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications.
- Daly, S., Hutchinson, K. & Bryan, L. (2007). Incorporating nanoscale science and engineering concepts into middle and high school curricula. *The Annual Conference of the American Society for Engineering Education Bildiriler CD'si*, 24-27 Haziran, Honolulu, HI.
- Foley, E. T. & Hersam, M. C. (2006). Assessing the need for nanotechnology education reform in the United States. *Nanotechnology Law & Business*, 3 (4), 467-484.
- Haidar, A. H. & Abraham, M. R. (1991). A Comparison of applied and theoretical knowledge of concepts based on the particulate nature of matter. *Journal of Research in Science Teaching*, 28, 919-938.
- Hingant, B. & Albe, V. (2010): Nanosciences and nanotechnologies learning and teaching in secondary education: A review of literature. *Studies in Science Education*, 46 (2), 121-152.
- Hutchinson, K. (2007). *Secondary students' interests in nanoscale science and engineering concepts and phenomena*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Purdue Üniversitesi, West Lafayette, IN.
- Hutchinson, K., Bodner, G. ve Bryan, L. (2011). Middle-and High-School Students' Interest in Nanoscale Science and Engineering Topics and Phenomena. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 1 (1), 30-39.
- Karataş, F. O. & Bodner, G. M. (2009). Toward a technologically literate society: Elementary school teachers' views of the nature of engineering, *116th Annual ASEE conference and Exposition*, Haziran 14-17, 2009, Austin, TX.
- Karataş, F. Ö., Ünal, S., Durland, G. & Bodner, G. M. (2013). What do we know about students' beliefs? Changes in students' conceptions of the particulate nature of matter from pre-instruction to college. G. Tsapalis & H. Sevian (Eds.), *Concepts of Matter in Science Education*. Netherlads: Springer.

- Katz, E., Shipway, A. N., & Willner, I. (2004). Chemically Functionalized Metal Nanoparticles: Synthesis, Properties and Applications. L. M., Liz-Marzan. & P. V., Kamat. *Nanoscale Materials*, NY: Kluwer Academic Publishers.
- Laherto, A. (2010). An analysis of the educational significance of nanoscience and nanotechnology in scientific and technological literacy. *Science Education International*. 21(3), 160-175.
- Light, G., Swarat, S., Park, E. J., Drane, D., Tevaarwerk, E. & Mason, T. (2007). Understanding undergraduate students' conceptions of a core nanoscience concept: Size and scale, *1st International Conference on Research in Engineering Education*, 22 – 24 Haziran, 2007, Honolulu, HI.
- Liz-Marzan, L. M. & Kamat, P. V. (2004). *Nanoscale Materials*, NY: Kluwer Academic Publishers.
- Novick, S. & Nussbaum, J. (1981). Pupils' understanding of particulate nature matter: A cross-age study. *Science Education*, 65, 187–196.
- Özdoğan, E., Demir, A. & Seventekin, N. (2006). Nanoteknoloji ve Tekstil Uygulamaları. *Tekstil ve Konfeksiyon*, 16 (3), 159-168.
- Özmen, H. (2004). Some students' misconceptions in chemistry: A literature review of chemical bonding. *Journal of Science Education and Technology*, 13 (2), 147–159.
- Özmen, H., Ayas, A. & Coştu, B. (2002). Determination of the science student teachers' understanding level and misunderstandings about the particulate nature of the matter. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 2, 506-529.
- Papageorgiou, G., & Johnson, P. (2005). Do particle ideas help or hinder pupils' understanding of phenomena? *International Journal of Science Education*, 27, 1299 - 1317.
- Patton, M. Q. (2002). *Qualitative research & evaluation methods* (3rd ed.). California: Sage Publication
- Ratner, M. & Ratner, D. (2003). *Nanotechnology: A gentle introduction to the next big idea*. New Jersey: Prentice Hall PTR.
- Roco, M. & Bainbridge, W. (2003) *Societal Implications of Nanoscience and Nanotechnology*. Dordrecht: Kluwer.
- Sandhu, A. (2006). Who Invited Nano? *Nature Nanotechnology*, 1 (2), 87.
- Stevens, S. Y., Sutherland, L., Schank, P., & Krajcik, J. (2007). *The big ideas of nanoscience*. <http://hice.org/projects/nano/index.html>, 23 Kasım 2008 tarihinde erişilmiştir.
- Stevens, S., Sutherland, L., & Krajcik, J. (2009). *The big ideas of nanoscale science and engineering: A guide book for secondary teachers*. Arlington, VA: National Science Teachers Association Press.
- Tessman, J. M. (2009). Students' Conceptions of Nanoscience Phenomena: The beginning of a Nanoscience concept inventory. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Purdue Üniversitesi, West Lafayette: IN
- URL-1, (2013). Wikipedia, <http://en.wikipedia.org/wiki/Nanotechnology>.16 Mart 2013 tarihinde erişilmiştir.
- URL-2, (2013). Milli Eğitim Bakanlığı (MEB), <http://ttkb.meb.gov.tr>, 17 Mart 2013 tarihinde erişilmiştir.
- Valanides, N. (2000). Primary student teachers' understanding of the particulate nature of matter and its transformations during dissolving. *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 1, 249–262.
- Wansom, S., Mason, T. O., Hersam, M. C., Drane, D., Light, G., Cormia, R., Stevens, S., Bodner, G. M. (2009). A Rubric for Post-Secondary Degree Programs in Nanoscience and Nanotechnology. *International Journal of Engineering Education*. 25 (3), 615-627.
- Whitesides, G. M. (2005). Nanoscience, Nanotechnology, and Chemistry. *Small*, 1(2), 172-179.