

## 12. Sınıf Öğrencilerinin Bazı Temalardaki Kimya Kavram Yanılgılarının Belirlenmesi ve Bu Bulguların Etkili Kullanımına Dair Öneriler

Buket Yakmacı-Güzel

### Özet

*Bir araştırma projesinin ilk adımında yapılanları ele alan bu makalenin en önemli amacı öğretmen yetiştiren programlara veriye-dayalı bulguların entegre edilmesinin önemini vurgulamaktır. Bu projenin ilk adımında literatürden yola çıkılarak araştırmacılar tarafından geliştirilen "Kimya Kavram Testi" ne 465 tane 12. sınıf öğrencisinin verdiği cevaplar analiz edilmiş ve böylece "maddenin tanecikli yapısı", "kimyasal dengenin doğası" ve "asit kuvveti" temalarıyla ilgili öğrencilerin zihinlerinde var olan kavram yanılgıları tespit edilmeye çalışılmıştır. Testte her tema ile ilgili ikişer soru olup (toplamda 6 soru), öğrencilerin kavramlar üzerine düşünceleri, cevaplarını bazen yazı bazen de çizimlerle açıklamaları istenmektedir. Bulgular bu çalışmanın örnekleminde yer alan birçok öğrencide bu temalarda, önceden başka araştırmacılarca da saptanmış kavram yanılgılarının benzerlerine rastlandığını göstermiştir. Bu sonuç, kavram yanılgılarının bağlamlara ve kültürlere göre fazlaca değişiklik göstermediğini, ayrıca yaştan bağımsız ve evrensel olduğunu destekler niteliktedir. Makalenin devamında, elde edilen bu sonuçların bahsedilen araştırma projesinin sonraki adımlarında nasıl kullanıldığı açıklanmış ve veriye dayalı bu ve benzeri sonuçların öğretmen eğitiminde kullanımına dair önerilerde bulunulmuştur.*

*Anahtar sözcükler:* Kavram yanılgısı, lise öğrencileri, kimya, kimya kavram yanılgıları.

### Giriş ve Kavramsal Çerçeve

Öğrenciler birçok alanda olduğu gibi, ele aldığı konular arasında soyut ve gözlenemeyen kavramlara sıklıkla yer veren kimya alanında da pek çok kavram yanılgısına sahip olabilmektedir. Kavram yanılgısı; bir kavramın bilimsel olarak kabul görmüş anlamından o veya bu şekilde farklılaşarak oluşturulmasıdır (Nakhleh, 1992). Geçmişten günümüze birçok çalışmada kimya konularıyla ilgili pek çok kavram yanılgısı rapor edilmiştir (Lee, 1999; Coll & Treagust, 2003; Haidar, 1997; Canpolat, Pınarbaşı & Sozibilir, 2006; Cetin, Kaya & Geban, 2009; Ozden, 2009; Tan, Taber, Goh ve Chia, 2005; Ogude ve Bradley, 1994). Değişik çalışmalarda, kavram yanılgısı terimiyle benzer şeyler ifade etmek üzere, "alternatif kavramsallaştırmalar/alternative conceptions" (Gilbert ve Swift, 1985), "çocukların bilimi/ children's science" (Osborne ve Freyberg, 1985), "ön kavramsallaştırmalar/ preconceptions" (Ausubel, 1968), "alternatif bakışlar/ alternative frameworks" (Driver, 1983), vb. terimler de kullanılmıştır.

---

*Doç. Dr. Buket Yakmacı-Güzel, Boğaziçi Üniversitesi, Eğitim Fakültesi Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Bölümü, İstanbul, [yakmacib@boun.edu.tr](mailto:yakmacib@boun.edu.tr)*

Öğrenciler ders öncesinde ya da sonrasında, bilimsel doğrularla tam olarak örtüşmeyen bu kavram yanlışlarını oluşturdukları halde, sayısal problem çözümüne dayalı klasik test ve sınavlarla çoğu zaman sahip oldukları bu yanlışlar ortaya çıkmamakta (Halakova & Proška, 2007; Nurrenbern & Pickering, 1987; Sanger, 2000) ve dolayısıyla öğretmenler bunların farkında olamamaktadır. Bazen de öğretmenler, öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlarının benzerlerine sahip olduklarından (Calik & Ayas, 2005; Kokkotas, Vlachos & Koulaidis, 1998; Kruse ve Roehrig, 2005; Lin, Cheng & Lawrenz, 2000; Valanides, 2000) öğrencilerinin kavram yanlışlarını fark etmeleri ve bunları düzeltmeleri mümkün olamamaktadır (Jarvis, McKeon, & Taylor, 2005).

Bir araştırma projesi (Yazar, 2012) çerçevesinde öğretmenlerin, bazı temel kimya konularında öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlarını belirleme yetkinliklerinin saptanması hedeflenmiştir. Bu projede bir yandan öğretmenlerin öğrenci kavram yanlışlarını belirleme yetkinlikleri araştırılırken, diğer yandan da eğer varsa kendi kavram yanlışlarının su yüzüne çıkacağı düşünülmüştür. Bu çalışma kapsamında odaklanılan kimya temaları; “maddenin tanecikli yapısı”, “kimyasal dengenin doğası”, “kuvvetli ve zayıf asitler” dir. Bu konularda öğrencilerde sıklıkla rastlanılan kavram yanlışları kimya eğitimi literatüründeki diğer bazı araştırmalara da konu olmuştur.

Örneğin, Talanquer (2009) maddenin tanecikli yapısı hakkında değişik seviyelerdeki öğrencilerin zihinlerindeki kavramsal yapıları kategorize etmeye çalıştığı araştırmasında, giriş seviyesindeki öğrencilerin maddenin fiziksel görüntülerine odaklandıklarını ve bu yüzden de maddeyi “sürekli” bir yapı olarak düşündüklerini ortaya çıkarmıştır. Benzer şekilde Adadan, Irving ve Trundle (2009) da araştırmalarında, pek çok öğrencinin maddeyi “taneciklerin bir arada olduğu” bir yapı olarak değil de “sürekli” bir yapı olarak düşündüklerini bulgulamıştır. Novick ve Nussbaum’un (1978) yaptıkları çalışma, 8. sınıf öğrencilerinin maddenin tanecikleri arasında hava, toz, oksijen gazı, azot gazı gibi bazı şeyler olduğunu düşündüklerini, arada boşluk olması fikrine itibar etmediklerini ortaya koymuştur. Ben Zvi, Eylon ve Silberstein’in (1986) örneklemindeki öğrencilerin neredeyse yarısı maddenin gözle görülen makroskopik düzeydeki görüntüsünün maddenin tek bir atomu için de geçerli olduğunu düşünmektedir. Benzer şekilde, Albanese ve Vicentini (1997)’nin yaptığı araştırma da, öğrencilerin çok büyük bir kısmının madde atomlarının renkli olduğunu düşündüklerini göstermektedir. Literatürde, bu gibi yanlışların sadece ortaokul ve lise seviyesindeki öğrencilerde değil, üniversite seviyesindeki öğrencilerde de olabildiğini gösteren çalışmalar da bulunmaktadır (Stains ve Talanquer, 2007).

Bergquist ve Heikkinen (1990), Hackling ve Garnett (1985) ve Bilgin ve Geban (2006) öğrencilerin kimyasal denge konusundaki kavram yanlışlarını ortaya çıkarmak üzere çalışmalar yapmışlar ve öğrencilerin kimyasal denge anında ortamda bulunan maddelerin derişimlerini kavramada büyük sıkıntılar yaşadıklarını ortaya koymuşlardır. Bunun yanı sıra, Bergquist ve Heikkinen (1990)’e göre birçok öğrenci, çift yönlü kimyasal reaksiyonlarda, geri reaksiyonun başlayabilmesi için ileri reaksiyonun bitmesi gerektiğini düşünmektedir. Sepet, Yılmaz ve Morgil’in çalışmasında ise (2004), öğrencilerin ortamdaki maddelerden biri bittiğinde denge

tepkimesinin sonlandığını düşündükleri bulgulardan biri olmuştur. Bu çalışmanın bir diğer bulgusu da, bazı öğrencilerin denge anında ileri reaksiyonun hızının geri reaksiyonun hızından fazla olduğunu düşünmeleridir. Bazı çalışmalar ise (Bilgin ve Geban, 2006; Griffiths, 1994; Tyson, Treagust ve Bucat, 1999; Wheeler ve Kass, 1978) öğrencilerin kimyasal denge konusunda en önemli sıkıntılarının birinin, Le- Chatelier prensibinin yeterince içselleştirilememesinden dolayı, problemlerin çözümünde yersiz ve yanlış kullanımı olduğunu göstermektedir. Tüm bu çalışmalar, öğrencilerin kimyasal dengenin doğasını tam olarak kavrayamadıklarını ortaya koymaktadır.

Birçok araştırma bulgusu da, kimya dersinin önemli konularından biri olan asitler ve bazlar konusunda öğrencilerin zorluklar yaşadıklarına işaret etmektedir. Sheppard'a göre (2006), öğrencilerin pH, nötralleşme ve asit/baz kuvveti ile ilgili kavram yanılgıları bulunmaktadır. Bazı öğrenciler pH'ı sadece asitliğin bir ölçüsü olarak düşünmekte, bazıları nötralleşmeyi sadece asitlerle bazların karıştırılması olarak algılamakta, nötralleşmenin bir kimyasal reaksiyon türü olduğunu göz ardı etmekte, bazıları da nötralleşme reaksiyonları sonrasında oluşan maddenin her zaman nötr bir madde olacağını düşünmektedirler. Ayrıca birçok öğrenci asitlik kuvvetinin çözeltinin pH değeri ile ilgili olduğuna inanmaktadır (Griffith, 1994). Bu araştırma projesinin ele aldığı temalarda yapılmış tüm bu çalışmalar, öğrencilerin bu makalenin konusu olan temalara dair birçok kavram yanılgısına sahip olabildiklerini göstermektedir.

Yukarıda amacından bahsedilen araştırma projesi kapsamlı bir çalışma olup birbirini takip eden adımlardan geçilerek tamamlanmıştır. İlk adımda, var olan literatürden yola çıkılarak bir kavram testi geliştirilmiş ve geliştirilen bu test 12. sınıf öğrencilerine uygulanmıştır. Öğrencilerin bu teste verdikleri cevaplar analiz edilerek, kavram yanılgıları tespit edilmeye ve bulunan sonuçların literatürde rapor edilmiş olanlarla benzerlik ve farklılıkları olup olmadığı anlaşılmaya çalışılmıştır. Bu makalede bu adım sonucunda elde edilen bulgulara yer verilecektir. Projenin takip eden ikinci adımında ise, bu uygulama sonucunda ortaya çıkan öğrenci kavram yanılgılarından bir havuz oluşturulmuş ve bu havuzdan seçilen gerçek öğrenci cevapları öğretmenlerin değerlendirilmesine sunulmak üzere bir araya getirilmiştir. Ardından öğretmenlerin bu cevapları değerlendirmesi istenmiş ve böylece kavram yanılgılarını belirleme yetkinlikleri araştırılmıştır. Bu projeye bağlantılı bir diğer çalışmada ise, bu gerçek öğrenci cevaplarından bazıları, aday öğretmenler için geliştirilen bir eğitim programının tasarlanmasında ve sonra da bu programın oturumları sırasında kullanılmıştır. Yukarıda da belirtildiği gibi bu yazıda projenin 1. adımında geliştirilen Kimya Kavram Testi ile öğrencilerden toplanmış olan verilerin analizine odaklanılacak, projeye ilgili diğer bulgulara ise başka makalelerde yer verilecektir.

## Yöntem

### Kimya Kavram Testi' nin Geliştirilmesi

Var olan literatürden yola çıkılarak (Cheung, 2009; Duit, 2009; Garnett, Garnett & Hackling, 1995; Kind, 2004; Taber, 2002; Stains & Talanquer, 2007) araştırma ekibi tarafından lise müfredatında yer alan pek çok kimya konusuyla ilgili

“kavram yanlışları”nın ortaya çıkarılmasına yönelik sorular hazırlanmıştır. Daha sonra bu araştırma projesinde odaklanılacak 3 tema (“maddenin tanecikli yapısı”, “kimyasal dengenin doğası”, “kuvvetli ve zayıf asitler”) belirlenmiş ve hazırlanan sorular arasından, sadece bu 3 tema ile ilgili olanlar ayrılmış, ardından bu sorular üzerinde tekrar çalışılarak sorulara uzman değerlendirilmesine sunulacak taslak halleri verilmiştir. Bu sorular (ölçeceği düşünülen “kavram yanlışları” ile birlikte) kimya ve/veya kimya eğitimi alanında uzmanlığı bulunan 3 kişinin değerlendirilmesine sunulmuştur. Bu uzmanların soruları; içerik uygunluğu, anlaşılabilirlik, bilimsel doğruluk ve lise son sınıf öğrencilerinin 40 dakikalık zaman diliminde cevaplamalarına uygunlukları gibi açılardan değerlendirmeleri istenmiştir. Ardından uzmanlardan gelen dönüt ve düzeltmeler çerçevesinde sorulara son halleri verilmiş ve lise son sınıf öğrencilerine bir pilot uygulama yapılmıştır. Pilot uygulamanın sonuçlarına göre sorular yeniden düzenlenmiş ve en son hale getirilmiştir. Araştırmacılar tarafından “Kimyasal Kavram Testi (KKT)” olarak adlandırılan bu ölçme aracı, 6 sorudan oluşmakta olup her bir sorunun ölçmeye çalıştığı tema ve konular Tablo 1’de gösterilmektedir.

**Tablo 1.** Kimyasal Kavram Testi'ndeki soruların ölçmeyi amaçladığı tema ve konular

Soru no	Tema	Konular
1a	Maddenin tanecikli yapısı	- Maddenin farklı hallerinde maddeyi oluşturan tanecikler arasındaki mesafeler ve çekim kuvvetleri, - Maddeyi oluşturan parçacıklar ile makro düzeyde gözlemlediğimiz madde arasındaki ilişki
1b		- Sıvı haldeki suyun verilen moleküler gösterimini referans alarak, buzun ve su buharının moleküler gösteriminin çizilmesi
2		- Moleküler gösterimleri verilen değişik maddelerin element/ bileşik/ ya da karışım olarak sınıflandırılması
3a	Kımyasal dengenin doğası	- Denge anında girenlerin ve ürünlerin derişimleri arasındaki ilişki
3b		- Denge anında ileri ve geri reaksiyon hızları arasındaki ilişki
3c		- Denge anında ortamda bulunan maddeler
4a	Kımyasal dengenin doğası	- Basınç sabit iken, dengedeki bir reaksiyona girenler tarafındaki maddelerden ilave edilmesinin dengeye etkisi
4b		- Basınç sabit iken, dengedeki bir reaksiyona bir soygaz ilave edilmesinin dengeye etkisi
5	Kuvvetli ve zayıf asitler	- Asitlik kuvvetine etki eden faktörler
6		- Kuvvetli ve zayıf asit çözeltilerinin moleküler gösterimleri

Bu projede kullanılan KKT'nin soruları hazırlanırken literatürdeki pek çok çalışmadan yararlanılmıştır. Soruların bazıları bu çalışmalarda kullanılan ölçme araçlarındaki maddelerden esinlenilerek, bazıları o araştırmaların bulgularını çeldirici olarak kullanarak, bazıları da gene bu sonuçlardan yola çıkılarak araştırmacılar tarafından geliştirilmiştir. Örneğin, birinci soruda, katılımcıların doğru ya da yanlış olarak nitelendirmelerinin istendiği ifadelerin bazıları, alanyazında rapor edilmiş olan (Albanese & Vicentini, 1997; Adadan, Irving & Trundle, 2009; Ben-Zvi, Eylon & Silberstein, 1986; Gabel, Samuel & Hunn, 1987; Griffiths & Preston, 1992; Novick & Nussbaum, 1978, Talanquer, 2009) kavram yanlışlığı örneklerindedir. İkinci sorudaki moleküler gösterimlere benzer görseller daha önce Stains ve Talanquer (2007), Talanquer (2009) ve Sanger'ın (2000) çalışmalarındaki ölçme araçlarında da yer almıştır. Bu çalışmalarda araştırmacılar, benzer sınıflandırma soruları ile üniversite kimya öğrencilerinin değişik maddelerin moleküler gösterimlerini; element, bileşik veya karışım olarak sınıflandırmalarını istemiştir. Üçüncü sorunun çeldirici seçenekleri, kimyasal denge konusundaki bazı çalışmalarda (örneğin, Bergquist & Heikkinen, 1990; Bilgin, 2006; Bilgin & Geban, 2006; Hackling & Garnett, 1985; Wheeler & Kass, 1978) işaret edilen kavram yanlışlarından örnekler içermektedir. Öte yandan, Cheung (2009), örneklerinin kimya öğretmenleri olduğu çalışmasında KKT'nin dördüncü sorusuna benzer kimyasal denge soruları kullanmıştır. Taber (2002), öğrencilerin asit çözeltilerinin tanecikli yapısı hakkındaki anlayışlarının daha iyi anlaşılması için moleküler gösterimlerin kullanılmasını önermektedir. KKT'nin altıncı sorusu bu öneriden yola çıkılarak hazırlanmıştır.

### **Örneklem, Verilerin Toplanması ve Analiz**

KKT, 9 okuldaki 25 farklı sınıfta okumakta olan, 465 tane 12. sınıf öğrencisine, bir ders saatlik (40-45 dakika) zaman diliminde uygulanmıştır. Bu okullardan 7'si devlet, 2'si özel okul olup, uygulamanın gerçekleştiği günlerde sınıf mevcutları 10 ile 40 arasında değişmiştir. Uygulamalar sırasında proje ekibinden bir araştırmacı sınıf öğretmeni ile birlikte sınıflarda hazır bulunmuştur.

Lise son sınıf öğrencilerinin KKT'ne verdikleri cevapların analizinde, açık-uçlu kavramsal soruların değerlendirilmesi için Abraham, Gryzybowski, Renner ve Marek (1992) tarafından önerilmiş olan altı kategorili (doğru anlama, doğruya yakın kısmi anlama, kavram yanlışlığı da içermekte olan kısmi anlama, tamamen kavram yanlışlığı içeren anlama, anlamanın olup olmadığının anlaşılabilmesi, boş cevap) bir sistemden esinlenilmiş ve aşağıda adımları sıralanan bir çalışma sonucunda ortaya çıkan kategoriler kullanılmıştır:

- *Tüm öğrenci cevapları araştırmacılar tarafından birkaç kez sadece okunmuş ve öğrenci cevaplarına aşına olunmuştur,*

- *Bu okumalar sırasında, öğrenci cevaplarının 6 farklı kategoriye girebileceğine dair izlenim oluşmuştur,*

- *Araştırmacıların cevaplar üzerindeki tartışmaları sonucunda, bu 6 farklı kategorinin sınırları çizilmiş ve herbir kategoriye tanımlayacak nitelikteki öğrenci cevapları belirlenmiştir,*

- *Tüm öğrenci cevapları araştırmacılarından biri tarafından teker teker okunarak, herbir cevap bir kategoriye sokulmaya çalışılmıştır,*

- *Bu araştırmacının herhangi bir kategoriye sokmakta zorlandığı öğrenci cevapları proje ekibi tarafından derinlemesine tartışılmış ve son karara bu şekilde varılmıştır.*

Creswell (2009) tarafından nitel verilerin analizi için önerilmiş olan ve “*aşağıdan yukarıya*” doğru giden çözümlenme yöntemi ile paralellik arzeden yukarıdaki süreç sonucunda ortaya çıkan 6 kategori ve herbirinin sınırları aşağıdaki gibi olup, bu kategorileri örnekleyen seçilmiş öğrenci cevapları Ek 1’de verilmiştir:

1) *Bilimsel anlayış (BA): İçinde bilimsel anlayışı barındıran cevap,*

2) *Yetersiz bilimsel anlayış (YBA): Bilimsel anlayışa yakın olup bazı açılardan yetersiz kalan cevap,*

3) *Karma anlayış (KA): İçinde hem bilimsel hem de kavram yanılgısı olan öğeleri birlikte barındıran cevap,*

4) *Kavram yanılgılı anlayış (KYA): İçinde büyük ölçüde kavram yanılgısı barındıran cevap,*

5) *İlgisiz cevap (İC): İçinde ölçülmeye çalışılan kavramla ilgili doğru anlayışın olup olmadığının anlaşılmasına hizmet etmeyen cevap,*

6) *Boş/açıklaması olmayan cevap (BC): Boş bırakılan soru ya da hakkında açıklama yapılmayan cevap.*

### **Bulgular**

Yapılan analiz sonucunda, herbir kategoriye giren öğrenci cevaplarının (herbir soru için ayrı ayrı olmak üzere) sayıları ve yüzdeleri hesaplanmış olup, Tablo 2’de verilmektedir. Bu yüzdeler hesaplanırken, son kategori olan BC kategorisi “kayıp veri” olarak değerlendirilerek analiz dışı bırakılmıştır.

**Tablo 2.** Herbir kategoriye giren öğrenci cevabı sayısı ve yüzdesi

Soru no	Kategoriler									
	BA		YBA		KA		KYA		İC	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
<b>1a1</b>	62	18	12	3	103	29	147	42	28	8
<b>1a2</b>	223	58	22	6	32	8	92	24	16	4
<b>1a3</b>	85	25	16	5	121	36	72	22	40	12
<b>1a4</b>	93	28	35	10	84	25	101	30	25	7
<b>1a5</b>	205	58	29	8	29	8	66	19	23	7
<b>1a6</b>	167	45	16	4	105	28	63	17	20	5
<b>1a7</b>	208	59	20	6	30	9	66	19	28	8
<b>1b1</b>	0	0	17	4	181	47	181	47	7	2
<b>1b2</b>	0	0	308	81	43	11	19	5	8	2
<b>2a</b>	53	15	40	11	205	56	62	17	4	1
<b>2b</b>	40	12	41	12	235	70	18	5	0	0
<b>2c</b>	35	12	27	9	195	64	44	15	2	1
<b>2d</b>	194	60	87	27	27	8	11	3	2	1
<b>2e</b>	86	29	31	10	133	44	48	16	1	0
<b>2f</b>	55	20	32	12	141	51	49	18	1	0
<b>3a</b>	17	6	38	13	4	1	222	78	3	1
<b>3b</b>	49	22	35	16	12	5	110	50	13	6
<b>3c</b>	91	35	45	17	5	2	112	43	8	3
<b>4a</b>	0	0	1	0	4	1	290	96	8	3
<b>4b</b>	9	3	3	1	7	3	228	87	14	5
<b>5a</b>	12	4	12	4	8	3	232	85	8	3
<b>5b</b>	3	2	19	13	28	19	91	61	9	6
<b>6a</b>	8	5	42	24	32	19	84	49	6	3
<b>6b</b>	16	12	2	1	45	33	68	50	5	4

Yukarıdaki tablodan da görülebileceği gibi, en fazla kavram yanlışının olduğu soru 4. soru olup, bu sorunun teması “kimyasal denge” dir. Bunu 5. sorunun ve 3. sorunun a şıkları takip etmektedir. Kavram yanlışına en az rastlanılan soru ise 2. sorudur. Bundan sonraki kısımda, bu genel değerlendirmeye ilaveten, tema ve soru bazında öğrencilerin verdikleri kavram yanlışına işaret eden cevap ve çizimlerden



örnekler sunulacak, böylece temel kimya konuları ile ilgili 12. sınıf öğrencilerinin cevaplarında sıklıkla karşılaşılan kavram yanılgıları daha net ortaya konmaya çalışılacaktır.

### Maddenin tanecikli yapısı (Soru 1 ve 2)

KKT'nin ilk sorusu iki bölümden oluşmaktadır. Soruda su; örnek bir madde olarak verilmiş, sorunun ilk bölümünde katılımcılardan, suyun fiziksel ve kimyasal yapısı hakkında verilen yedi ifadenin doğru olup olmadığını belirtmeleri ve neden bu şekilde düşündüklerini açıklamaları beklenmiştir. Bu ifadeler, üç farklı fazda iken su moleküllerinin aralarındaki mesafe ve etkileşimler ile moleküllerin dizilimi; su molekülleri ile gözle görülebilen su maddesi arasındaki ilişki gibi alanyazının işaret ettiği yaygın kavram yanılgıları dikkate alınarak oluşturulmuştur. Sorunun ikinci bölümünde ise, suyun sıvı halde moleküler gösterimi referans olarak verilmiş ve katılımcılardan; katı ve gaz fazında iken su moleküllerinin dizilimini çizmeleri ve çizimlerini açıklamaları beklenmiştir.

Bu soruya verilen cevaplar incelendiğinde, örnekleme yer alan bazı öğrencilerde *su molekülleri arasında hava vardır; katı maddelerin molekülleri arasında mesafe yoktur; sıvı maddelerin molekülleri arasında katılardan fazla gazlardan az mesafe vardır; suyu oluşturan moleküller, madde katı halde iken sert, sıvı ve gaz halde iken yumuşaktır; su buharlaştığında su molekülleri genişler; su buharlaştığında hidrojen ve oksijen atomlarına ayrışır* gibi kavram yanılgılarına rastlanmıştır. Tablo 3'te bu kavram yanılgılarına işaret eden bazı öğrenci cevabı örnekleri verilmiştir.

**Tablo 3.** Kavram yanılgısı örnekleri (Maddenin tanecikli yapısı)

Kavram yanılgısı	Örnek öğrenci cevapları
- Su molekülleri arasında hava vardır	“Bütün moleküller arasında hava vardır” (Ö218) “Bütün maddeler tanecikten oluşur. Tanecikler arasında hava boşluğu vardır” (Ö254)
- Katı maddelerin molekülleri arasında mesafe yoktur	“Buz katı bir cisimdir ve tanecikler arasında boşluk yoktur. Düzenli bir yapıya sahiptir.” (Ö244) “Katı tanecikler birbirine yapışmıştır ve atomlar arası çok az mesafe olsa bile önemsizdir” (Ö7)
- Sıvı maddelerin molekülleri arasında katılardan fazla gazlardan az mesafe vardır	“Katı halinden fazla gaz halinden az mesafe vardır” (Ö282)
- Suyu oluşturan moleküller, madde katı halde iken sert, sıvı ve gaz halde iken yumuşaktır	“Buz sert olduğu için molekülleri serttir. Maddeye özelliklerini molekülleri sağlar” (Ö392)

**Tablo 3.** Kavram yanlışlığı örnekleri (Maddenin tanecikli yapısı) (devamı)

Kavram yanlışlığı	Örnek öğrenci çizimleri
- Su buharlaştığında hidrojen ve oksijen atomlarına ayrışır	<p>(Ö39)</p>
- Sıvı maddelerin molekülleri arasında katılardan fazla gazlardan az mesafe vardır	<p>(Ö11)</p>
- Katı maddelerin molekülleri arasında mesafe yoktur	<p>(Ö44)</p>

Testin ikinci sorusu her biri iki alt-soruya sahip altı bölümden oluşmaktadır ve her bir bölümde farklı maddelerin moleküler gösterimleri verilmiştir. Bu soruda verilen moleküler gösterimler sırasıyla, “iki bileşiğin karışımı”, “bir bileşik”, “bir element ile bir bileşiğin karışımı”, “tek atomlu bir element”, “moleküler bir element” ve “tek atomlu bir element ile moleküler bir elementin karışımı”na aittir. Katılımcılardan verilen maddeleri, saf madde, bileşik veya karışım olarak sınıflandırmaları ve her bir maddenin nelerden oluştuğunu belirtmeleri istenmiştir.

Verilen cevaplar incelendiğinde, bazı öğrencilerin *atom ve element kavramlarını birbirleri yerine kullandıkları; iki saf maddenin karışımının yine bir saf madde olduğunu düşündükleri; yapısında birden fazla atom içeren tüm maddeleri bileşik olarak adlandırdıkları; bileşikleri saf madde olarak kabul etmedikleri* görülmektedir. Yaptıkları çalışmada, Stains ve Talanquer (2007) de benzer sınıflandırma soruları ile üniversite kimya öğrencilerinin değişik maddelerin moleküler

gösterimlerini; element, bileşik veya karışım olarak sınıflandırmalarını istemiş ve yukarıda sıralananlara benzer yanılgılar rapor etmiştir. Bu kavram yanılgılarına işaret eden bazı öğrenci cevabı örnekleri Tablo 4'te görülmektedir.

**Tablo 4.** Kavram yanılgısı örnekleri (Maddenin tanecikli yapısı - devam)

Kavram yanılgısı	Örnek öğrenci çizimleri
- Atom ve element kavramlarının birbirlerinin yerine kullanılması	<p>#25</p> <p>- Saf maddedir <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>- Bileşiktir <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Çünkü, Saf maddeler en az 2 farklı moleküllerden oluşur. Bileşik olmaz ise iyonlu moleküllerde 2 adet farklı atom bulunur.</p>
- Moleküler elementlerin bileşik olarak adlandırılması	<p>#192</p> <p>- Saf maddedir <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>- Bileşiktir <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Çünkü, 1 elementten bileşik oluşmuştur.</p>
- Bileşiklerin saf madde kabul edilmemesi	<p>#19</p> <p>- Saf maddedir <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>- Bileşiktir <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Çünkü, Bu tür maddeler karışımdır.</p>
- İki saf maddenin karışımının yine bir saf madde olduğunun düşünülmesi	<p>#03</p> <p>- Saf maddedir <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>- Bileşiktir <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Çünkü, Karışım düştürme (element + bileşik) karışım bileşiktir elementtir.</p>

**Kimyasal denge (Soru 3 ve 4)**

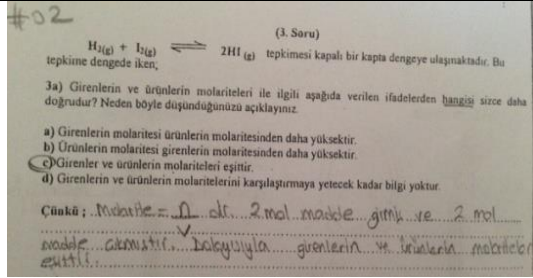
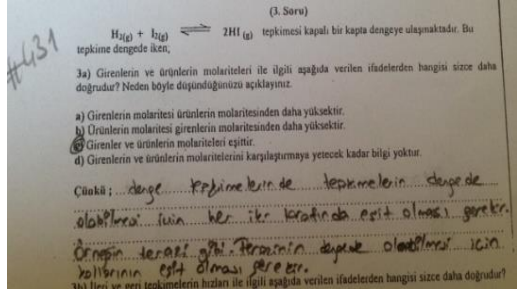
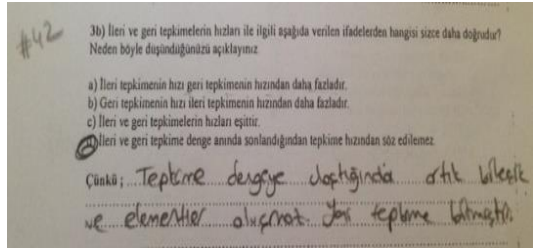
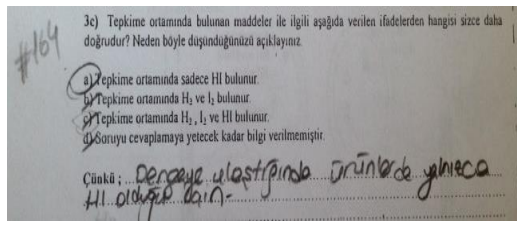
Testin üçüncü sorusu çoktan seçmeli üç alt-kısımdan oluşmaktadır. Soru kökünde alt-kısımlar için kullanılacak olan bir kimyasal tepkime denklemi verilmiştir

$(\text{H}_{2(g)} + \text{I}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{HI}_{(g)})$ . Çeldirici seçenekler, öğrencilerin kimyasal denge konusunda literatürün işaret ettiği (Bergquist & Heikkinen, 1990; Bilgin, 2006; Bilgin & Geban, 2006; Hackling & Garnett, 1985; Wheeler & Kass, 1978) kavram yanlışlarından örnekler içermektedir. Üçüncü soruda katılımcıların sırasıyla, dengede bulunan bir kimyasal tepkimede girenler ve ürünler tarafında bulunan maddelerin derişimleri, denge anında bir kimyasal tepkimede ileri ve geri tepkimelerin hızları, dengeye ulaşmış bir kimyasal tepkimede ortamda bulunan maddeler hakkındaki anlayışları sorgulanmaktadır.

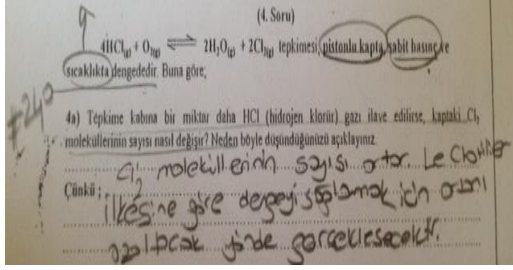
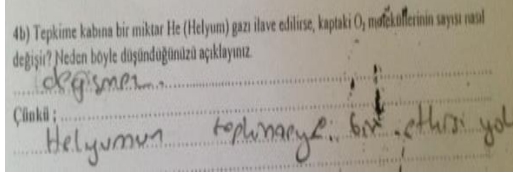
Öte yandan testin dördüncü sorusu iki alt-sorudan oluşmaktadır. Soru kökünde gene bir kimyasal tepkime denklemi verilmiştir  $(4\text{HCl}_{(g)} + \text{O}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}_{(g)} + 2\text{Cl}_{2(g)})$ . Bu sorunun ilk kısmında, katılımcıların, dengede bulunan sabit basınçlı bir sisteme girenler tarafındaki maddelerden birinin eklenmesiyle denge durumunun nasıl değişeceği hakkındaki düşüncesinin ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. İkinci kısımda ise, katılımcıların, bu sisteme bir soygaz eklenmesiyle denge durumunun nasıl değişeceği hakkındaki düşüncesinin su yüzüne çıkarılması hedeflenmiştir. Yaptığı çalışmada, Cheung (2009), örnekleminin kimya öğretmenleri olduğu çalışmasında benzer kimyasal denge soruları sorarak, katılımcıların kimyasal denge sorularında Le Chatelier prensibini bu prensibin kullanımının çok uygun olmadığı durumlarda dahi kullandığını ortaya çıkarmıştır.

KKT'nin 3. ve 4. sorularına verilen cevaplar değerlendirildiğinde, örneklemdaki bazı öğrencilerin tepkime *başlangıcındaki madde miktarlarını gözardı ettikleri ve dengeye ulaşan bir tepkimede girenlerin ve ürünlerin molaritelerinin eşit olduğunu; bir tepkime dengeye ulaştığında ileri ve geri tepkimenin sonlandığını; dengede bulunan bir tepkimede, tepkime ortamında sadece ürünlerin bulunduğunu; tepkimenin pistonlu bir kapta (sabit basınç) gerçekleşmesi durumunu dikkate almadıkları ve Le Chatelier prensibini tüm denge problemlerinin çözümü için kullanabileceklerini; pistonlu bir kapta gerçekleşen (sabit basınç) denge tepkimelerinde ortama bir soygaz eklenmesinin dengeyi etkilemeyeceğini düşündükleri* ortaya çıkmıştır. Tablo 5'te bu kavram yanlışlarına işaret eden öğrenci cevaplarından bazı örnekler sunulmuştur.

Tablo 5. Kavram yanılığı örnekleri (Kimyasal denge)

Kavram yanılığı	Örnek öğrenci cevapları
- Denge anında girenlerin ve ürünlerin molariteleri eşittir	 <p>(Ö2)</p>
- Bir tepkime dengeye ulaştığında ileri ve geri tepkime hızları eşittir	 <p>(Ö431)</p>
- Denge ortamında bir tepkime ortamında sadece ürünler bulunur	 <p>(Ö42)</p>
- Denge ortamında bir tepkime ortamında sadece ürünler bulunur	 <p>(Ö164)</p>

**Tablo 5.** Kavram yanlışlığı örnekleri (Kimyasal denge) (devamı)

Kavram yanlışlığı	Örnek öğrenci cevapları
- Le Chatelier prensibi şartlar ne olursa olsun tüm denge problemlerinin çözümü için kullanılabilir	 <p>(Ö240)</p>
- Pistonlu bir kapta gerçekleşen denge tepkimelerinde ortama bir soygaz eklenmesi dengeyi etkilemez	 <p>(Ö221)</p>

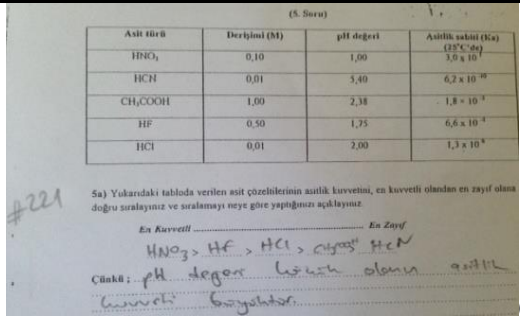
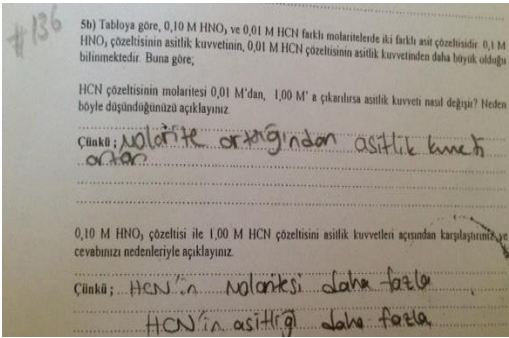
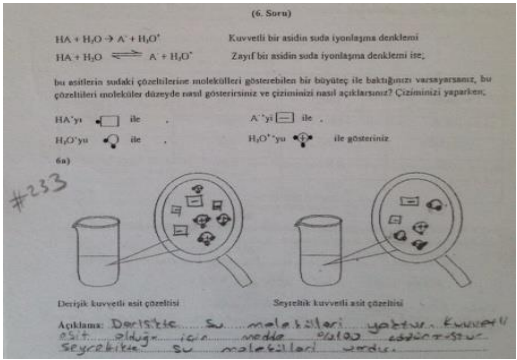
**Asitlik kuvveti (Soru 5 ve 6)**

Testin beşinci sorusu üç alt-kısımdan oluşmaktadır. Beşinci sorunun soru kökünde, temel asitlerden birkaçının formülünü, asitlik sabitini ve belirli derişimdeki çözeltilerinin pH değerlerini içeren bir tablo verilmiştir. Sorunun ilk alt-kisminde, katılımcıların verilen asitleri kuvvetliliklerine göre sıralaması, ikinci ve üçüncü alt-kısımlarında ise bir asit çözeltilisinin derişiminin değiştirilmesinin asitlik kuvvetine etki edip etmeyeceğini sorgulaması istenmiştir.


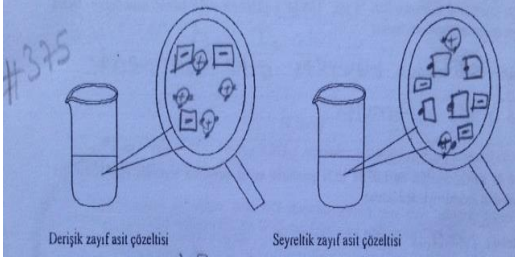
Altıncı soru iki alt-sorudan oluşmakta olup öğrencilere kuvvetli ve zayıf asitlerin suda iyonlaşma tepkimeleri ile bir asit çözeltilisinde bulunabilecek taneciklerin moleküler seviyede gösterimleri referans olarak verilmiştir. Katılımcılardan, kuvvetli asitlerin derişik ve seyreltik çözeltilerini ve zayıf asitlerin derişik ve seyreltik çözeltilerini moleküler düzeyde çizmeleri istenmiştir.

Bu sorulara verilen cevaplar incelendiğinde, bu örnekleme yer alan bazı öğrencilerin *bir asidin kuvvetini asit çözeltilisinin pH değerinin belirlediğini; bir asit çözeltilisinin derişimi artırıldığında asidin kuvvetinin de artacağını; derişik bir asit çözeltilisinde su molekülü bulunmayacağını; bir asidin derişik ve seyreltik çözeltilisinde iyonlaşma yüzdelerinin farklı olacağını* düşündükleri ortaya çıkmıştır. Tablo 6'da bu kavram yanlışlıklarına işaret eden bazı öğrenci cevaplarından örnekler verilmiştir.

**Tablo 6.** Kavram yanılgısı örnekleri (Asitlik kuvveti)

Kavram yanılgısı	Örnek öğrenci cevapları ve çizimleri
- Asidin kuvvetini asit çözeltisinin pH değeri belirler; pH'ı küçük olan asit en kuvvetli, pH'ı büyük olan asit ise en zayıf asittir	 <p>(Ö221)</p>
- Bir asit çözeltisinin derişimi arttırılırsa asidin kuvveti de artar	 <p>(Ö136)</p>
- Derişik bir asit çözeltisinde su molekülü bulunmaz	 <p>(Ö233)</p>

**Tablo 6.** Kavram yanlışları örnekleri (Asitlik kuvveti) (devamı)

Kavram yanlışlığı	Örnek öğrenci cevapları ve çizimleri
- Kuvvetli asitlerin seyreltik çözeltilerinde asit %100 iyonlaşmaz	 <p>(Ö462)</p>
- Zayıf asitlerin derişik çözeltilerinde asit %100 iyonlaşır	 <p>(Ö375)</p>

### Sonuç ve Tartışma

Bu çalışma, örneklemede yer alan pekçok lise son sınıf öğrencisinin “maddenin tanecikli yapısı” temasında daha önce Albanese ve Vicentini (1997), Adadan, Irving ve Trundle (2009), Ben-Zvi, Eylon ve Silberstein (1986), Gabel, Samuel ve Hunn (1987), Griffiths ve Preston (1992), Novick ve Nussbaum (1978), Stains ve Talanquer (2007), ve Talanquer (2009) tarafından; “kimyasal dengenin doğası” temasında daha önce Bergquist ve Heikkinen (1990), Bilgin (2006), Bilgin ve Geban (2006), Cheung (2009), Griffiths (1994), Hackling ve Garnett (1985), Wheeler ve Kass (1978) tarafından; “asit kuvveti” temasında ise daha önce Boz (2009), Bradley ve Mosimege (1998), Griffiths (1994) ve Shepard (2006) tarafından rapor edilmiş olan kavram yanlışlarına benzer yanlışlara sahip olduklarını göstermiştir. Dolayısıyla bu çalışma yukarıda sıralanan çalışmaları büyük ölçüde teyit eder niteliktedir. Bu bulgu kavram yanlışlarının bağlamlara ve kültürlere göre fazlaca değişiklik göstermediğini, bir başka deyişle yaştan bağımsız ve evrensel olduğunu desteklemektedir.

Öte yandan, alanyazındaki pekçok araştırma kavram yanlışlarının bolluğuna ve çeşitliliğine işaret etmekte ve öğrencilerin bu yapıları bazen kendi günlük hayat deneyimleri sonucunda, bazen de aldıkları eğitim sonrasında oluşturduklarını göstermektedir (Taber, 2002). Kimya eğitiminde hedeflerimizden biri eğitim sonrasında oluşan bu kavram yanlışlarını en aza indirmek olmalıdır. Öğretmenler, kitap yazarları,



müfredat geliştiriciler ve öğretmen yetiştiriciler bu yapıların ve bunların ortaya çıkmasına neden olan etkenlerin farkında olurlarsa, bunların ortadan kaldırılması için gerekli önlemleri alabilirler ve böylece öğrencilerin bilimsel daha yakın kavramları oluşturmalarına yardımcı olabilirler. Durum böyle olunca, öğretmen yetiştiren programlarda bu konuya özel önem verilmesi gereği açıkça görülmektedir. Bu programlarda, öğretmen adaylarının mezuniyet öncesinde kendi “kavram yanılgıları”nın farkına varmaları için her türlü ortam hazırlanarak, bunların düzeltilmesine yönelik çalışmalar yapılmalıdır. Bu sayede öğretmenlerde varolan yanılgıların öğrencilere geçmesi en aza indirgenirken, böyle bir süreçten geçen öğretmen adaylarının bu süreçleri örnek alması ve kendi öğrencilerine kimya konularını öğretirken kullanmaları olasılığı artırılmış olacaktır.

Kimya konularında öğrencilerin sıklıkla sahip oldukları kavram yanılgılarının farkında olmak, hiç şüphesiz ki bu konuların nasıl öğretilmesi gerektiği konusunda öğretmenlere önemli ipuçları verecektir. Önemli olan araştırmalara dayalı bulguların, öğretmenlerin kullanımına sunulacak şekilde organize edilmesi ve bunların öğretmenlere duyurulması ve anlatılmasına yönelik programlara dönüştürülebilmesidir.

Giriş bölümünde de bahsedildiği gibi, bir araştırma projesi kapsamında (Yazar, 2012) kuram ve uygulama arasındaki bu boşluğu doldurmaya yönelik çalışmalar yapılmıştır. Bunlardan biri lise son sınıf öğrencilerinin geliştirilen bu kavram testine verdiği otantik cevaplarla bir havuz oluşturulması ve bu havuzdan seçilen soruların öğretmenlerin değerlendirmesine sunulmak üzere bir araya getirilmesidir. Bu çalışma ile öğretmenlerin (aday ve gerçek öğretmen) öğrenci kavram yanılgılarını belirleme yetkinlikleri saptanmaya çalışılmıştır. Bu çalışma öğretmenlerin kavram yanılgılarını belirleme yetkinlik düzeylerinin temadan temaya değiştiğini ve gerçek öğretmenlerin öğrenci kavram yanılgılarını belirlemede aday öğretmenlerden genellikle daha yetkin olduklarını göstermekte olup, çalışmayla ilgili ayrıntılı bulgular başka bir makalenin konusudur.

Gene giriş bölümünde bahsedilen ve bu araştırma projesinin bir uzantısı olarak yürütülen yüksek lisans tez çalışmasının ana amacı, ortaya çıkan bu kavram yanılgılarını göz önünde bulundurarak, aday kimya öğretmenlerinin bu konulardaki konu alanı bilgilerini ve pedagojik alan bilgilerini geliştirmeye yönelik bir eğitim programının geliştirilmesidir. Bu eğitim programına, öğretmen adaylarının öğrencilerde varolan bu kavram yanılgılarıyla başetmelerine yardımcı olabilecek, değişik öğretim yöntemlerinin kullanıldığı pekçok etkinlik dahil edilmiştir. Bu programın bel kemiğini, yukarıda bulgular bölümünde örnekleri verilmiş olan kavram yanılgısı içeren öğrenci cevapları oluşturmuştur. Bu gerçek öğrenci cevapları, hem programın oturumları sırasında konulara giriş yapılırken, hem öğretmen adayları arasında gerçekleşecek olan grup çalışmalarında tartışma malzemesi olarak, hem de programda yer verilecek olan deney, etkinlik, görsel malzemelerin seçiminde ve tasarlanmasında kullanılmıştır. Böylesi bir eğitim programının, aday öğretmenlerin bazı kimya konularını öğretirken kullanacakları bilgiyi öğrenci kavram yanılgılarından yola çıkarak yapılandırmalarına olanak sağlayacağı için önemli ve yararlı olacağı düşünülmüştür. Bu çalışmanın

sonuçları, eğitim programına katılan öğretmen adaylarının hem konu alanı bilgilerinin hem de pedagojik alan bilgilerinin geliştiğini göstermiştir.

### Kaynaklar

- Abraham, M. R., Grzybowski, E. B., Renner, J. W., & Marek, E. A. (1992). Understandings and misunderstandings of eighth graders of five chemistry concepts found in textbooks, *Journal of Research in Science Teaching*, 29(2), 105-120.
- Adadan, E., Irving, K. E., & Trundle, K. C. (2009). Impacts of multi-representational instruction on high school students' conceptual understandings of the particulate nature of matter, *International Journal of Science Education*, 31(13), 1743-1775.
- Albanese, A. & Vicentini, M. (1997) Why do we believe that an atom is colourless? Reflections about the teaching of the particle model, *Science and Education*, 6(3), 251-261.
- Ausubel, D. (1968). *Educational Psychology: A Cognitive View*, Holt, Rinehart and Winston, New York.
- Banerjee, A. C. (1991). Misconceptions of students and teachers in chemical equilibrium. *International Journal of Science Education*, 13(4), 487-494.
- Ben-Zvi, R., Eylon, B. & Silberstein, J. (1986). Is an Atom of Copper Malleable?, *Journal of Chemical Education*, 63(1), 64-66.
- Bergquist, W. and Heikkinen, H. (1990). Student ideas regarding chemical equilibrium: What written test answers do not reveal, *Journal of Chemical Education*, 67(12), 1000-1003.
- Bradley, J. D. & Mosimege, M. D. (1998). Misconceptions in acids and bases: A comparative study of student teachers with different chemistry backgrounds, *South African Journal of Chemistry*, 51(3), 137-145.
- Bilgin, I. (2006). Promoting prospective elementary students' understanding of chemical equilibrium through discussions in small groups, *International Journal of Science and Mathematics Education*, 4(3), 467-484.
- Bilgin, I. & Geban, O. (2006). The effect of cooperative learning approach based on conceptual change condition on students' understanding of chemical equilibrium concepts, *Journal of Science Education and Technology*, 15(1), 31-46.
- Boz, Y. (2009). Turkish prospective chemistry teachers' alternative conceptions about acids and bases, *School Science and Mathematics Journal*, 109(4), 212-222.
- Calik, M., & Ayas, A. (2005). A comparison of level of understanding of eighth-grade students and science student teachers related to selected chemistry concepts. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(6), 638-667.
- Canpolat, N., Pinarbasi, T. & Sozbilir, M. (2006). Prospective teachers' misconceptions of vaporization and vapor pressure, *Journal of Chemical Education*, 83(8), 1237-1242.
- Cetin, P. S., Kaya, E. & Geban, O. (2009). Facilitating conceptual change in gases concepts, *Journal of Science Education and Technology*, 18(2), 130-137.

- Cheung, D. (2009). The adverse effects of Le Châtelier's Principle on teacher understanding of chemical equilibrium, *Journal of Chemical Education*, 86(4), 514-518.
- Coll, R. K. & Treagust, D. F. (2003). Investigation of secondary school, undergraduate, and graduate learners' mental models of ionic bonding, *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 40(5), 464-486.
- Cresswell, J. W. (2009). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches (3<sup>rd</sup> ed.)*. Thousands Oaks: CA, Sage Publications
- Duit, R. (2009). Bibliography: Students' and teachers' conceptions and science education. 20 Şubat, 2014'te indirilmiş,  
<http://www.ipn.uni-kiel.de/aktuell/stcse/stcse.html>.
- Halakova, Z. & Proksa, M. (2007). Two kinds of conceptual problems in chemistry teaching, *Journal of Chemical Education*, 84 (1), 172-175.
- Gabel, D. L., Samuel, K. V., & Hunn, D. J. (1987). Understanding the particulate nature of matter. *Journal of Chemical Education*, 64, 695-697.
- Garnett, P. J., Garnett, P. J., & Hackling, M. W. (1995). Students' alternative conceptions in chemistry: A review of research and implications for teaching and learning. *Studies in Science Education*, 25, 69-95.
- Gilbert, J. K. and Swift, D. J. (1985). Towards a Lakatosian analysis of the Piagetian and alternative conceptions research programs, *Science Education*, 69 (5), 681-696.
- Griffiths, A. K. (1994). A critical analysis and synthesis of research on students' chemistry misconceptions, H-J. Schmidt tarafından yayına hazırlanan, *Problem Solving and Misconceptions in Chemistry and Physics: Proceedings of the 1994 International Seminar* (ss. 70-99). University of Dortmund: Germany.
- Griffiths, A. K., & Preston, K. R. (1992). Grade-12 students' misconceptions relating to fundamental characteristics of atoms and molecules. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(6), 611-628.
- Hackling, W. M. & Garnett, J. P. (1985). Misconceptions of chemical equilibrium, *European Journal of Science Education*, 7, 205-214.
- Haidar, A. H. (1997). Prospective chemistry teachers' conceptions of the conservation of matter and related concepts, *Journal of Research in Science Teaching*, 34 (2), 181-197.
- Kind, V. (2004). Beyond appearances: Students' misconceptions about basic chemical ideas (2nd Edition). 1 Mart, 2012'de indirilmiş,  
[http://www.rsc.org/images/Misconceptions\\_update\\_tcm18-188603.pdf](http://www.rsc.org/images/Misconceptions_update_tcm18-188603.pdf).
- Kokkotas, P., Vlachos, I., & Koulaidis, V. (1998). Teaching the topic of the particulate nature of matter in prospective teachers' training courses. *International Journal of Science Education*, 20(3), 291-303.
- Kruse, R. A., & Roehrig, G. H. (2005). A comparison study: Assessing teachers' conceptions with the chemistry concepts inventory, *Journal of Chemical Education*, 82(8), 1246-1251.
- Lee, K-W. L. (1999). A comparison of university lecturers' and prospective teachers' understanding of a chemical reaction at the particulate level, *Journal of Chemical Education*, 76(7), 1008-1012.

- Lin, H., Cheng, H., & Lawrenz, F. (2000). The assessment of students and teachers' understanding of gas laws. *Journal of Chemical Education*, 77(2), 235-238.
- Novick, S. & Nussbaum, J. (1978). Junior high school pupils' understanding of the particulate nature of matter: An interview study, *Science Education*, 62(3), 273-281.
- Ogude, A. N. and Bradley, J. D. (1994). Ionic conduction and electrical neutrality in operating electrochemical cells: Pre-college and college student interpretations, *Journal of Chemical Education*, 71(1), 29-34.
- Osborne, R. and Freyberg, P. (1985). *Learning in science: The implications of children's science*, Heinemann: Auckland.
- Ozden, M. (2009), Prospective science teachers' conceptions of the solution chemistry, *Journal of Baltic Science Education*, 8(2), 69-78.
- Nurrenbern, S. C., Pickering, M. J. (1987). Concept learning versus problem solving: Is there a difference, *Journal of Chemical Education*, 64(6), 508-510.
- Sanger, M. J. (2000). Using particulate drawings to determine and improve students' conceptions of pure substances and mixtures. *Journal of Chemical Education*, 77(6), 762-766.
- Sheppard, K. (2006). High school students' understanding of titrations and related acid-base phenomena, *Chemistry Education Research and Practice*, 7(1), 32-45.
- Stains, M., & Talanquer, V. (2007). *Classification schemes used by chemistry students to identify chemical substances. International Journal of Science Education*, 29(5), 643-661.
- Tan, K. C., Taber, K. S., Goh, N. K. & Chia, L. S. (2005). The ionisation energy diagnostic instrument: A two-tier multiple-choice instrument to determine high school students' understanding of ionisation energy, *Chemical Education Research and Practice*, 6(4), 180-197.
- 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.
- Taber, K. (2002). *Chemical misconceptions: Prevention, diagnosis and Cure, Vol: 1. Theoretical background*. Royal Society of Chemistry: London, UK.
- Talanquer, V. (2009). On cognitive constraints and learning progressions: The case of structure of matter, *International Journal of Science Education*, 31(15), 2123-2136.
- Wheeler, A. E. & Kass, H. (1978). Students' misconceptions in chemical equilibrium, *Science Education*, 62(2), 223-232.

## **Identification of 12<sup>th</sup> Grade Students' Misconceptions in Some Chemistry Topics and Suggestions Regarding Effective Usage of These Findings**

### **Abstract**

*The main purpose of this article, which describe the first phase of a research project, is to emphasize integration of evidence-based research results into teacher education programs. In this phase of that project, the responses given by 465 12th grade students to a "Chemistry Concept Test" developed by the researchers by taking into consideration the relevant literature were analyzed and students' misconceptions regarding "particulate nature of matter", "chemical equilibrium", and "acid strength" were tried to be identified. In this concept test, there are two questions for each topic (6 questions in total) which require students thinking on concepts and explaining their thinking through words or drawings. Results show that the students in the sample of the present study have similar misconceptions previously identified by different researchers. This finding supports the idea that misconceptions are not so much different across contexts and cultures, moreover they are age-independent and universal. In the rest of the article, the authors explain how they make use of these results in the subsequent phases of that research project and make some suggestions about usage of this and similar findings in teacher education.*

**Keywords:** Misconception, high school students, chemistry, chemistry misconceptions

### Ek 1: Öğrenci Cevaplarının Kategorizasyonuna Örnekler

(1a sorusunun 7. ifadesine verilen cevapların kategorizasyonuna ilişkin örnek öğrenci cevapları)

**İfade:** Su buharlaştığında, su molekülleri genişler (D) (Y)  
**Açıklama:** .....

1) **Bilimsel anlayış (BA):** İçinde bilimsel anlayışı barındıran cevap,

Örnek öğrenci cevabı (Ö403):

“İfade yanlıştır. Su molekülleri değişmez, su molekülleri arasındaki boşluk artar.”

2) **Yetersiz bilimsel anlayış (YBA):** Bilimsel anlayışa yakın olup bazı açılardan yetersiz kalan cevap,

Örnek öğrenci cevabı (Ö04):

“İfade yanlıştır. Moleküller arasındaki bağlar kopar.”

3) **Karma anlayış (KA):** İçinde hem bilimsel hem de kavram yanlıgısı olan öğeleri birlikte barındıran cevap,

Örnek öğrenci cevabı (Ö348):

“İfade doğrudur. Su sıvı fazdan gaz fazına geçerken moleküller arasındaki mesafe genişler.”

4) **Kavram yanlıgılı anlayış (KYA):** İçinde büyük ölçüde kavram yanlıgısı barındıran cevap,

Örnek öğrenci cevabı (Ö263):

“İfade doğrudur. Suyu buharlaştırırken ısı veririz. Bu yüzden de moleküllerin hacimleri artar.”

5) **İlgisiz cevap (İC):** İçinde ölçülmeye çalışılan kavramla ilgili doğru anlayışın olup olmadığının anlaşılmasına hizmet etmeyen cevap,

Örnek öğrenci cevabı (Ö35):

“İfade yanlıştır. Çok saçma.”