

ORTAÖĞRETİM ÖĞRENCİLERİNİN KOVALENT BAĞDA ELEKTRONLARIN KONUM VE HAREKETLERİNİ ANLAMA BİÇİMLERİ

Filiz MİRZALAR KABAPINAR*
Berrin ADİK**

ÖZET

Kimyasal bağların oluşum sürecini anlayabilmesi için, öğrencilerin atomun son yörünge elektronlarının konum ve hareketlerini kavraması gerekmektedir. Nitekim, kimyasal bağın oluşup oluşmayacağı ve hangi tür bağın oluşacağı belirleyicisi son yörünge elektronlarıdır. Oluşturmacı (constructivist) öğrenme anlayışının yön verdiği bu araştırmada, müfredatın öngördüğü kimyasal bağlarla ilgili öğretimi almış öğrencilerin kimyasal bağın oluşumu sırasında elektronların konum ve hareketini hakkındaki düşüncelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırmada tarama modeli kullanılmış, veri toplama aracı olarak ise açık uçlu sorulardan oluşan bir anket tasarlanmıştır. Anket ortaöğretim 11. sınıf sayısal bölümü öğrencilerine (n= 293) uygulanmıştır. Sorularda öğrencilerden kovalent bağın oluşumu sırasında elektronların pozisyon ve hareketlerini açıklamaları istenmiştir. Araştırmadan elde edilen bulgular, öğrencilerin büyük bölümünün kovalent bağ oluşturan elektronları doğru konumlandıramadıkları ve hareketine ilişkin bilimsel modeller ile uyumlu olmayan zihinsel modellere sahip olduklarını ortaya koymuştur. Araştırma bulgularından çıkan diğer bir sonuç ise, öğrencilerin yarıya yakın bir bölümünün polar kovalent bağ ve elektron çifti kavramlarını açıklarken elektronların konum ve hareketlerini doğru kullanamadıklarıdır.

Anahtar sözcükler: Fen eğitimi, elektron, kimyasal bağ, kovalent bağ, kavram yanılıgısı.

* Yrd. Doç Dr. M.Ü. Atatürk Eğ. Fak. OFMA Eğ. Böl. Kimya Eğ. A.B.D., filizk@marmara.edu.tr

** Kimya Öğretmeni

SECONDARY STUDENTS' UNDERSTANDING OF POSITION AND MOVEMENT OF ELECTRONS ON COVALENT BONDING

SUMMARY

Students need to understand the position and movement of electrons in the outer shell so as to be able to conceptualize the formation of chemical bonding. This study designed in the line of constructivist view of knowledge and aimed to find out the ways in which Turkish students think about the position and movement of electrons in the formation of covalent bonding after receiving the conventional teaching. Four open-ended probes were designed and these formed the questionnaire that acts as the assessment tool of the study. The questionnaire was distributed to 11th grade science students (n= 293). They completed the questionnaire right after their conventional teaching on chemical bonding. Probes asked for explanations about the motion and position of electrons in covalent bonding. Findings indicated that most of the students could not indicate the position of electrons in the covalent bonding in the correct way and have mental models regarding the motion of shared electrons that are not in accordance with the scientific ones. Findings also showed that only the half of the students provided scientific explanations in defining the concepts of polar covalent bonding and electron-pair.

Key words: Science education, electron, chemical bonding, covalent bonding, misconception

Ortaöğretim kimya programı kapsamında öğrencilerin kimyasal bağın özelliklerini, türlerini ve nasıl oluştuğunu anlamaları beklenmektedir. Kimyasal bağların oluşum sürecini anlayabilmesi için, öğrencilerin atomun son yörünge elektronlarının konum ve hareketlerini kavraması gerekmektedir. Nitekim, kimyasal bağın oluşup oluşmayacağı ve hangi tür bağın oluşacağı belirleyicisi son yörünge elektronlarıdır. Elektronun pozisyon ve hareketlerini kavrayan öğrenciler, kimyasal bağlara ilişkin bilimsel olarak kabul edilebilir zihinsel modeller geliştirebilir, atomlar arası oluşacak bağların türlerini belirleyebilir ve nasıl oluştuklarını açıklayabilir. Bu nedenle, öğretim sırasında kimyasal bağların oluşum süreç ve nedenleri atomun elektron dizilişi ve son yörünge elektronlarının konumları ile ilişkilendirilmeye çalışılır.

Öte yandan, geleneksel öğretimi almış olan öğrenciler ile yapılan araştırmaların sonuçları, öğrencilerin kimyasal bağlar konusunu kavramakta güçlük çektiklerini ortaya koymaktadır (Birk ve Kurtz, 1999; Cros, Chastrette ve Fayol, 1988; Harrison ve Treagust, 2000; Peterson, Treagust ve Garnett, 1989; Raymond, Peterson ve Treagust, 1989, Taber,

1994; 1997; 2000; Yılmaz ve Morgil, 2001). Çeşitli ülke öğrencileri ile gerçekleştirilen bu araştırmalara göre, öğrenciler kimyasal bağları birbirinden ayırt edememekte (Adik, 2003; Levy Nahum, Hofstein, Mamlok-Naaman ve Bar-Dov, 2004; Ünal, Özmen ve Demircioğlu, 2001), örneğin iyonik ve kovalent bağları karıştırmaktadır (Boo, 1998; Can ve Harmandar, 2004; Tan ve Treagust, 1999). Nitekim, müfredatın öngördüğü geleneksel öğretimi almış olmalarına karşın ortaöğretim ve üniversite öğrencileri arasında metal ile ametal arasında oluşacak olan bağın elektron paylaşımı ile olduğunu dile getiren ve Na ile Cl arasında oluşan iyonik bağı kovalent olarak isimlendiren ya da bağı kovalent bağ şeklinde resmedenler bulunmaktadır (Boo, 1998; Butts ve Smith, 1987; Can ve Harmandar, 2004; Taber, 1993). Yine, NaCl gibi iyonik yapılu bileşiklerde moleküler parçaların bulunduğunu düşünen öğrenciler bulunmaktadır (Birk ve Kurtz, 1999; Peterson, Treagust ve Garnett, 1989; Taber, 1998). Araştırma sonuçlarında ortaya çıkan bir diğer sonuç ise, bağ sayısının son yörünge elektronlarının sayısına eşit olduğu alternatif fikridir (Coll ve Taylor, 2001; Nicoll, 2001; Taber, 1997).

Öğrencilerin zihinsel modellerini araştıran çalışmaların ortak görüşü, öğretim sırasında gösterilen modellere kıyasla daha basit zihinsel modeller geliştirdikleridir (Coll ve Treagust, 2001; Harrison ve Treagust, 1996; Taber, 1998; 2001). Nitekim, öğrenciler kovalent bağın oluşumunu açıklarken molekül orbital teoriyi kullanmak yerine, oktet kuralı ve kararlılık modelini kullanmayı tercih etmektedir (Coll ve Taylor, 2002).

Kovalent bağların nasıl algılandığı yönündeki araştırmalar, öğrencilerin iki atom arasında elektronların nasıl paylaşıldığını anlamakta ve molekül polarlığını kavramakta güçlük çektiklerini ortaya koymaktadır (Nicoll, 2001; Özmen, Karamustafaoğlu, Sevim ve Ayas, 2002). Araştırmalara göre öğrenciler hatta öğretmen adayları, kovalent bağda ortaklaşa kullanılan elektron çiftini doğru bir şekilde konumlandıramamaktadır (Adik, 2003; Fruio ve Calatayud, 1996; Peterson ve Treagust, 1989). Bu konuda yapılan araştırmalar, öğrencilerin kovalent bağın sadece tek bir elektron içerdiğini (Boo, 1998) ve türü ne olursa olsun kovalent bağda elektronların atomlar arasında eşit olarak paylaşılacağını düşündüklerini göstermektedir (Can ve Harmandar, 2004; Peterson, 1993; Peterson ve Treagust, 1989).

Yukarıda anılan çalışmalardan da anlaşılacağı üzere, Türk öğrencilerinin kimyasal bağ kavramını anlamaları üzerine yapılan araştırmalar mevcuttur. Buna karşın yapılan literatür taraması kapsamında, öğrencilerin elektronların konum ve hareketlerini kovalent bağın oluşum sürecini açıklamak üzere kullanma becerisini belirlemeye yönelik bir araştırmaya rastlanmamıştır. Ayrıca, kovalent bağın oluşumu sırasında bağ yapmamış elektronlar ile ortaklaşa kullanılan elektronların konum ve hareketine ilişkin öğrenci düşünce biçimlerini konu alan uluslararası araştırmalar da sınırlı sayıdadır. Bu noktadan hareketle bu çalışmada,

geleneksel öğretimi almış olan öğrencilerin kovalent bağın oluşumu ve türünü ne ölçüde elektronların konum ve hareketleri ile ilişkilendirebildiğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırmada, öğrencilerden kendilerine sunulan kovalent bağın özellik ve oluşumunu son yörünge elektronlarının konum ve hareketleri ile açıklaması istenmiştir. Böylece, öğrencilerin elektronların özelliklerini kavramsal bir model olarak kullanıp kullanamadıklarını ve geleneksel öğretimin etkililiğini belirlemek olanaklı olmuştur.

YÖNTEM

Bu araştırma Oluşturmacı/Yorumlamacı paradigma (constructivism) ve bu anlayışın öngördüğü bilimsel yöntem temelinde yapılandırılmıştır. Oluşturmacı/yorumlamacı anlayışa göre, bilimsel yöntemin dayandığı varsayımlar arasında; öznellik, durumsallık ve önceden kestirilemezlik (Glesne ve Peshkin, 1992; Yıldırım ve Şimşek, 2000) yer almaktadır. Diğer bir deyişle oluşturmacı anlayışa göre, bilgi birey yapımı bir ürün olup, bireyden bireye ve durumdan duruma değişim gösterebilir. Dolayısıyla, oluşturmacı anlayışa dayalı araştırmalar nitel özellik taşıy ve nicel araştırmalardan farklı olarak bireyin ne bildiğinden çok neden öyle bildiğini açığa çıkarmayı hedefler. Nitekim, bu araştırmada da öğrencilerin kovalent bağın oluşumu sırasında elektronların konum ve hareketlerine ilişkin düşünce biçimleri ve bu düşünce biçimlerinin dayanaklarını belirlemek amaçlanmıştır. Çalışmada kullanılan araştırma yöntemi ise, bu anlayış temelinde yapılandırılan tarama modelidir. Bu çerçevede, öğrencilerin kovalent bağın oluşumu ve bu sırada elektronların konum ve hareketlerini nasıl hayal ettiklerini belirlemeye yönelik kavramsal sorulardan (n= 4) oluşan bir anket hazırlanmıştır. Kovalent bağ öğrencilerin gündelik yaşamda karşılaştıkları bir konu olmadığından araştırma, sözü edilen konu ile ilgili müfredatın öngördüğü geleneksel öğretimi almış olan öğrenciler ile gerçekleştirilmiştir. Böylece, geleneksel öğretimi alan öğrencilerin kovalent bağın oluşumu sırasında elektronların konum ve hareketlerini nasıl algıladıklarını açığa çıkarmak olanaklı olmuştur.

Örneklem

Kimyasal bağ konusu en detaylı biçimiyle ortaöğretim 11. sınıf (lise 3) müfredatında yer aldığından, çalışmanın örneklemini ortaöğretim 11. sınıf öğrencileri oluşturmuştur. Araştırmaya yön veren oluşturmacı anlayışa göre bilgi, birey söz konusu olduğunda *özel*, bireyler söz konusu olduğunda ise *çoklu gerçeklikler* şeklinde algılanmalıdır (Glesne ve Peshkin, 1992; Yıldırım ve Şimşek, 2000). Bilgi öznel olduğuna ve bireyler arasında farklılık gösterdiğine göre, araştırmada yer alan örneklem - nicel anlamda evreni temsil eder biçimde seçilmiş dahi olsa- evrene genellenemeyecektir. Bu çerçevede, araştırmada evren ve örneklem tayinine gidilmemiştir. Bununla birlikte, farklı öğretim ortamlarından gelen öğrencilerin

düşünce biçimlerini örneklemesi bakımından, İstanbul ilinde bulunan çeşitli devlet liselerinin ortaöğretim 11. sınıf sayısal bölümlerinden seçilmiş öğrenciler araştırmanın örneklemini oluşturmuştur. Araştırma 10 farklı ortaöğretim okulundan seçilen birer 11. sınıf ve toplam 293 öğrenciyle gerçekleştirilmiştir. Öğrencilerin yaşları 17-18 arasında değişim göstermektedir. Seçilen okullarda takip edilen kimya müfredatı, dolayısıyla öğretilmesi gereken kimyasal bağ konusunun içeriği aynıdır.

Veri Toplama Araçları

Bilginin öznel olduğu kabulünden yola çıkan bu çalışmada veri toplama aracı olarak öğrencilerin elektronların kovalent bağ oluşumu sırasındaki konum ve hareketlerine ilişkin düşünce biçimlerini ve nedenlerini ortaya çıkarabilecek sondaj sorularından oluşan bir anket kullanılmıştır. Sondaj sorusu olarak adlandırılacak (Kabapınar, 2003) bu sorular tamamen açık uçlu olarak hazırlanacağı gibi alternatif düşünce biçimlerinin bilindiği durumlarda seçenekler halinde de tasarlanabilir (Driver ve Erickson, 1983; White ve Gunstone, 1992; Wood-Robinson, Lewis, Driver ve Leach, 1996). Bu çalışmada kullanılan sondaj soruları iki bölümden oluşmaktadır. Sorunun ilk bölümünde bilimsel fikir ve alternatif düşünce biçimleri seçenekler halinde sunulmuş ve öğrencilerden kendilerine sunulan seçeneklerden birisini işaretlemeleri istenmiştir. Sorunun ikinci kısmında ise, öğrencilerden tercihleri için neden göstermeleri istenmiştir. Kısacası, sorunun birinci bölümünde, farklı düşünce biçimlerinin belirlenmesi, ikinci ya da diğer alt bölümlerde ise, belirlenen düşünce biçiminin nedenlerinin açığa çıkarılması amaçlanmıştır.

Öğrencilerin bireysel düşünce biçimlerini açığa çıkarıp çıkaramadığının belirlenebilmesi için hazırlanan sorular iki defa pilot çalışmaya tabi tutulmuştur. Bunlardan ilkinde, soruların öğrencilere ne ifade ettiği, nasıl anlaşıldığı ve ne ölçüde öğrenci düşünce biçimlerini açığa çıkarabildiğinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Bu çalışmanın diğer bir hedefi ise, tamamen açık uçlu olarak hazırlanan soruların öğrenci yanıtları doğrultusunda kapalı uçlu hale dönüştürülmesi ve seçeneklerin oluşturulmasıdır. Böylece anket örnekleme yer almayan üç farklı okuldan seçilen 55 öğrenciye uygulanmış ve analizi yapılmıştır. Buna ilave olarak, pilot çalışmaya katılan öğrencilerden ikisi ile anketteki sorulardan kendilerinden ne istediğinin anlaşılıp anlaşılmadığı konusunda bireysel görüşmeler de yapılmıştır. Birinci pilot çalışma sonunda soruların seçenekli kısımları oluşturulmuş, soru ve yönergelerdeki ifadeler düzeltilmiştir. Son şekli verilen anket 15'i ilk öğrenci grubundan olmak üzere toplam 45 kişilik öğrenci grubuna uygulanmıştır. İkinci pilot çalışma olarak adlandırılacak bu çalışmanın hedefi ise, öğrencilerin seçeneklere dağılımlarını ve seçeneklerin anlaşılabilirliğini belirlemek olmuştur.

Verilerin Çözülmesi

Sorularda açık uçlu kısımların bulunması nedeniyle, anket sorularından elde edilen verilerin analizinde kategorileme sistemi önceden belli olmayan analiz yöntemi kullanılmıştır (Driver ve Erickson, 1983). Bunun için, öğrencilerin sondaj sorularının açık uçlu kısmına yazdıkları düşünce biçimleri belirli kategoriler oluşturacak şekilde sınıflandırılmıştır. Bu analiz yönteminde kategorileme sistemi tüm öğrencilerin yanıtları analiz edildikten sonra oluşmaktadır.

Oluşturmacı anlayışta bilimsel yöntemin dayandığı varsayımlar arasında öznelliğin ve durumsallığın yer aldığına değinilmişti. Bu varsayımlardan yola çıkan bir araştırmadan, benzer gruplarda aynı sonuçlara ulaşmayı olanaklı kılmaması (güvenirlilik) beklemek olanaklı değildir. Nitekim, araştırma sırasında ölçülmeye çalışılan gerçekler bireylere ve durumlara göre değişebilecektir. Ayrıca, araştırmacının araştırmayı planlama aşamasından verilerin sunumu aşamasına kadar geçen süreçte kendine özgü yorumları söz konusu olabilecektir. Bu durumda araştırmacının ölçüm aracının güvenirliliğini, nicel araştırmalarda olduğu gibi, test etmesi ve belirlemesi söz konusu olamayacaktır. Ancak eğitimciler nitel araştırmalarda güvenirlilik kapsamında alınabilecek bazı önlemlerin bulunduğunu dile getirmektedir. Buna göre, araştırmacı araştırmada izlediği aşamaları, ayrıntılı ve açık bir biçimde rapor ettiği takdirde araştırmanın dış güvenirliliği, araştırma sonuçlarını kendi tercih ya da yönelimlerine göre biçimlendirmede ortaya koyduğu takdirde ise, araştırmanın iç güvenirliliğini sağlamış olacaktır. Örneğin veri analizinde araştırmacı çeşitlemesi kullanılması ve araştırma sonuçları rapor edilirken bulguların bir bölümünün orijinalliği bozulmaksızın verilmesi iç güvenirlilik kapsamında ele alınabilecek önlemlerdir (LeCompte ve Goetz, 1982; Miles ve Huberman, 1994; Patton, 1990; Tümüklü, 2001; Yıldırım ve Şimşek, 2000).

Bu çerçevede, bu çalışmada dış güvenirliliğin sağlanabilmesi amacıyla araştırmanın tüm aşamaları -kullanılan bilimsel yöntem ve dayandığı felsefi anlayış dahil olmak üzere- detayları ile açıklanmıştır. İç güvenirlilik kapsamında ise, araştırma bulguları rapor edilirken öğrenci yanıtlarından alıntılar sunulmuştur. Ayrıca, araştırma verilerinin çözümlenmesinde ikinci bir araştırmacı kullanılmıştır. Bunun için, öğrencilerin açık uçlu sorulara vermiş oldukları yazılı yanıtları önce araştırmacı, daha sonra da ikinci araştırmacı tarafından kodlanmıştır. İki kodlama arasındaki tutarlık (iki kodlamada aynı şekilde kodlanan öğrenci yanıtı/toplam kodlama sayısı) 0.89 (%89) olarak bulunmuştur. Tutarlığın yüksek oluşu araştırmanın iç güvenirliliğinin sağlandığının bir belirtisi olarak kabul edilmiştir.

BULGULAR

Anket analizlerinin sonuçları öğrencilerin, “elektron çifti”, “elektronların bağa katılımı” ve “ortaklaşa kullanılan elektronlarının konumu ve hareketi” olmak üzere 3 bölümde incelenmiştir.

Elektron çifti

Öğrenciler ilköğretim fen dersi kapsamında elektronların negatif yüklü tanecikler olduğu ve aynı yüklü olmaları nedeniyle birlerini ittiklerini öğrenmektedir. Ortaöğretim kimya dersi sırasında ise, elektronların çiftler halinde bulunduğunu öğrenmektedir. İlk bakışta fark edilmese dahi bu bilgiler birbiriyle çelişmektedir. Nitekim çelişkiyi fark edenler, “aynı yükleri nedeniyle birbirinden uzak durmak isteyen elektronlar nasıl olur da çiftler halinde bulunabilmektedir, birbirlerini itmezler mi?” sorusunu gündeme getirmektedir. Bu amaçla, elektron çifti hakkında öğrenci düşünce biçimlerini açığa çıkaracak bir soru tasarlanmıştır. Soruda elektronların aynı yüklü olmasından kaynaklanan itme kuvvetinin nasıl azaltıldığına ve elektronların nasıl çiftler halinde bulunduğuna ilişkin üç farklı görüş sunulmuştur. Öğrencilerden bu görüşlerden hangisine katıldığını belirtmesi ve nedenini açıklaması istenmiştir. Öğrencilerin elektron çifti sorusuna vermiş oldukları yanıtlar Tablo 1’de görülmektedir.

Tablo 1: Öğrencilerin elektron çiftine ilişkin düşünce biçimleri

		Sayı (%)
	Yanıt yok	13 (4.4)
	Kodlanamayan cevaplar	11 (3.8)
Alternatif Fikirler	Elektron çiftleri çekirdek etrafında dönerken aynı yönde hareket eder ve birbirlerini iterler ancak çekirdekteki (+) yüklü protonlar bu itmeyi azaltır.	137 (46.8)
	Elektron çiftleri çekirdek etrafında dönerken birbirlerine zıt yönde hareket eder ve elektronların birbirlerini itmesi azalır.	37 (12.6)
	Alternatif fikir toplam	174 (59.4)
Bilimsel Fikir	Elektron çiftleri çekirdek etrafında dönerken aynı yönde hareket eder ancak kendi eksenleri etrafında birbirlerine zıt yönde hareket ettiklerinden birbirini itmeleri azalır.	95 (32.4)
	TOPLAM	293 (100)

Molekül orbital teoriye göre, elektronlar zıt spinli yani çekirdek etrafında aynı yönde dönerken kendi eksenlerinde farklı yönde dönmektedir. Öğrenciler bu teori ile ilk olarak ortaöğretim 9. sınıfta “Elektron konfigürasyonu ve periyodik özellikler” konusunda tanışmakta ve elektronları orbitallere yerleştirirken çiftler halinde ve ters ok şeklinde yerleştirmeleri gerektiğini öğrenmektedir.



Ortaöğretim 11. sınıfta ise, “kimyasal bağlar” konusunda molekül orbital teoriyi elektron çifti, bağ açısı, molekül şekli ve hibritleşme kavramlarını açıklamak üzere kullanmayı öğrenmektedir. Bu araştırma ortaöğretim 11. sınıf öğrencileri ile kimyasal bağlar ünitesine ilişkin geleneksel öğretimden sonra gerçekleştirildiğinden, öğrencilerin molekül orbital teoriyi bilmeleri ve elektron çifti konusunda bilimsel olarak doğru kabul edilebilecek düşünce biçimlerine sahip olmaları beklenir. Ancak Tablo 1’e göre, öğrencilerin sadece üçte birlik bir bölümü (% 32.4) bilimsel açıdan doğru olan fikri tercih etmiştir.

Tablo 1’den öğrencilerin yarıdan fazlasının (% 59.4) bu soruya bilimsel doğruluğu olmayan cevaplar vermiş olduğu görülür. Bu öğrencilerin büyük bir bölümü (% 46.8) elektron çiftlerinin çekirdek etrafında aynı yönde hareket ederken birbirlerini iteceklerini ancak çekirdekteki pozitif yüklü protonların bu itmeyi azaltacağını düşünmektedir. Bu grupta yer

alan öğrencilerin bir bölümü tercihleri için neden belirtmezken, bir bölümü zıt yüklerin birbirlerini çekme gücünün, aynı yüklerin birbirini itme gücünden daha kuvvetli olduğuna değinmiştir. Bu öğrencilere göre, çekirdekdeki protonlar sayıca fazla olduklarından elektronlara uyguladıkları çekim gücü fazladır ve bu güç elektronların birbirini itmesinden çok daha büyüktür. Tercihleri için gerekçe belirten diğer öğrenciler ise, elektronların çekirdek etrafında birbirlerine zıt yönde dönebileceklerini, aynı yörüngeyi izlemek ve aynı tarafa doğru dönmek zorunda olduklarına değinmiştir.

Alternatif fikirler grubundaki diğer öğrenciler (%12.6), elektronların çekirdek etrafında birbirlerine zıt yönde hareket ettiklerini ve bu nedenle birbirlerini daha az iteceklerini düşünmektedir. Bu grupta yer alan öğrencilerin çoğu düşünceleri için neden belirtmezken, küçük bir bölümü “elektronlar birbirlerini ittikleri için zıt yönde dönerler” düşüncesini dile getirmiştir.

Sonuç olarak, öğrencilerin büyük çoğunluğunun, elektron çiftlerinin birbirini itmemesini, çekirdekdeki protona bağladığı söylenebilir. Çekirdekdeki protonların elektronlara çekim kuvveti uygulamakta olduğu düşünce biçimi yanlış değildir. Ancak görüldüğü üzere, bu düşüncenin çekim kuvvetinin elektronların çiftler halinde bulunmasıyla ilişkilendirilmesi, öğrencileri kavramsal bir yanılgıya itmektedir. Nitekim, öğrencilerdeki bu düşünce biçimi geçerliğini halen korumakta olan molekül orbital teori ile uyumlu değildir.

Elektronların bağa katılımı

Araştırma sonuçları, öğrencilerin iki atom arasında elektron paylaşımını ve kovalent bağın oluşumunu anlamakta güçlük çektiklerini ortaya koymaktadır. Yine araştırma sonuçlarına göre, öğrenciler türü ne olursa olsun (örneğin polar) kovalent bağda elektronların eşit olarak paylaşılacağını düşünmektedir. Benzer anlama güçlüklerinin ve yanılgıların müfredatın öngördüğü geleneksel öğretimi almış olan Türk öğrencilerinde var olup olmadıklarını belirlemek üzere bir soru tasarlanmıştır. Soruda öğrencilerden polar kovalent bağ ile birbirlerine bağlanmış olan oksijen ve hidrojen atomların elektronlarının bağa katılım oranlarını karşılaştırmaları istenmiştir. Ancak öğrencilerin düşüncelerini yönlendirmemek için soru içinde bağın ismi veya türü kullanılmamıştır.

Ortaöğretim 9. sınıfta atomların elektronegatifliklerinin kovalent bağ oluşumundaki rolü öğretilmektedir. Bu çerçevede, öğrencilerden elektronegatifliği fazla olan atomun bağ elektronlarını kendine doğru daha fazla çekeceğini ve bağa daha fazla katılacağını düşünmeleri beklenir. Bu konudaki bir diğer yorum ise, elektronegatif atomun bağ elektronlarını daha fazla çekeceği dolayısıyla diğer atomun elektronlarının bağa daha fazla katılacağı konusudur. Öğretmenlerin öğretmeyi tercih ettikleri yorumun hangisi olduğu bilinmediğinden, sorunun iki

seçeneği de bilimsel açıdan geçerli/doğru kabul edilmiştir. Öğrencilerin bu soruya vermiş oldukları yanıtlar Tablo 2’de görülmektedir.

Tablo 2: Öğrencilerin elektronların bağa katılımına ilişkin düşünce biçimleri

		Sayı (%)
Yanıt yok		9 (3.1)
Kodlanamayan cevaplar		-
Alternatif Fikirler	İki atomun elektronları bağa eşit oranda katılır	37 (12.6)
	Her iki atomda birer elektron paylaşıyor	50 (17.2)
	Kovalent bağda atomlar elektronları eşit paylaşır	35 (11.9)
	İki atomda eşit oranda çeker yoksa bağ kırılır	10 (3.4)
	Alternatif fikir toplam	132 (45.1)
Bilimsel Fikirler	Oksijenin elektronları bağa daha fazla katılır	18 (6.1)
	Oksijenden 2 elektron kullanılırken hidrojenden 1 elektron kullanılıyor	29 (10)
	Oksijenin son yörüngesindeki elektron sayısı H atomundan daha fazla	18 (6.1)
	Oksijenin elektronegativitesi/çekim gücü fazla	17 (5.8)
	Hidrojenin elektronları bağa daha fazla katılır	25 (8.5)
	H atomlarının sayısı daha fazla	30 (10.2)
	Oksijenin elektronegativitesi/çekim gücü fazla	15 (5.1)
	Bilimsel fikir toplam	152 (51.8)
TOPLAM		293 (100)

Tablo 2’ye göre, öğrencilerin neredeyse yarıya yakın bir bölümü (% 45.1) polar kovalent bağlara sahip olan su molekülünde her iki atomun elektronlarının da bağa eşit oranda katıldıklarını düşünmektedir. Bu grupta yer alan öğrencilerin büyük bölümü (% 17.2), her iki atomun birer elektron paylaşıyor olmasını eşit paylaşım için neden gösterirken, daha küçük bir grup (% 11.9) kovalent bağda tüm atomların elektronları eşit paylaşacağını savunmuştur. Örnek olarak,

İkisindedeki bağa katılan elektronları eşit sayıdadır.

Öte yandan, öğrencilerin yarısı (% 51.8) bilimsel açıdan kabul edilebilir yanıtlar vermiştir. Bu öğrencilerin büyük bölümü (% 28) oksijen atomunun elektronlarının bağa daha

fazla katılacağını düşünürken, geri kalanlar hidrojen atomunun elektronlarının bağa daha fazla katılacağını belirtmiştir. Her ne kadar doğru fikri tercih etmiş olsalar da, bu öğrencilerin büyük bölümü tercih nedenlerini bilimsel açıdan geçerli olmayan fikirlere dayandırmıştır. Bu öğrencilerin yazılı yanıtlarından bazı örnekler aşağıda görülmektedir.

Çünkü hidrojen oksijenden sayıca fazladır ve bu nedenle daha fazla bağ yapar

Yukarıdaki örneklerden de anlaşılacağı üzere, bazı öğrenciler atom sayısı ile bağa katılım oranı arasında doğrudan bir ilişki kurmuştur. Bu öğrencilere göre, su molekülünde 2 hidrojen atomu bulunmaktadır dolayısıyla hidrojen atomunun elektronları bağa daha fazla katılmaktadır. Nitekim Tablo 2'ye göre, bu düşünceye sahip öğrenciler çoğunluktadır (% 10.2).

Benzer orandaki bir diğer öğrenci grubu (% 10) ise, bağda paylaşılan elektron sayısı ile bağa katılım oranı arasında doğrudan bir ilişki kurmuştur. Örneğin;

O'nun 2 e'ye ihtiyacı vardır. H'nin ise 1 e'ni fazladır. Bağal olarak H'nin e bağca daha fazla katılımı.

Oksijen daha çok bağ yaptığı için

Bu gruptaki öğrencilerin düşüncesine göre, hidrojen atomu oksijen atomunun tek bir elektronunu kullanırken oksijen atomu hidrojen atomlarından toplam 2 tane elektron kullanmaktadır. Dolayısıyla, oksijen atomu fazla katkı sağlar ve bağa daha fazla katılmış olur.

Öte yandan, öğrencilerin % 17'si tercihleri için bilimsel açıdan doğru kabul edilebilir gerekçeler sunmuştur. Bazı öğrenciler oksijen atomunun elektronegatifliğinin hidrojen atomunkinden fazla olmasını bağa katılım oranının fazlalığına ya da azlığına gerekçe göstermiştir. Örneğin;

Oksijenin elektronegativitesi daha büyük olduğundan çekim kuvveti daha fazladır

anket: Oksijenin elektronla istegi fazla

Geri kalan öğrenciler ise, son yörüngedeki elektron sayısı ile bağa katılım oranı arasında doğrusal bir ilişki olduğunu düşünmektedir. Örneğin;

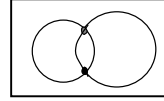
Hidrojenin e^- fazla ise o diğerin/ daha fazla seker

Yukarıdaki örneklerden de anlaşılacağı üzere, bu öğrencilere göre oksijen atomunun son yörüngesinde hidrojen atomuna kıyasla sayıca daha fazla elektron vardır ve son yörünge elektronlarının tümü bağa katılır. Sonuç olarak, öğrencilerin yarıya yakınının polar kovalent bağda elektronların bağa katılımı konusunda bilimsel doğruluğu olan yanıtlar vermiş olduğu ancak yanıtlarını bilimsel açıdan kabul edilebilir fikirlerle gerekçelendiremedikleri söylenebilir.

Ortaklaşa kullanılan elektronlarının konumu ve hareketi

Kovalent bağın oluşumu sırasında bağ elektronlarının konum ve hareketlerini ne ölçüde anlayabildiklerini belirleyebilmek için iki tane sondaj sorusu hazırlanmıştır. Bu sorulardan ilki, kovalent bağın oluşumu ve bağa katılan elektronların konumu ile ilintilidir. İkinci soru ise, kovalent bağa katılan elektronların (bağ elektronları) hareketlerine ilişkindir.

Kovalent bağın oluşumu ve bağ elektronlarının konumu ile ilintili olan soru birinci pilot çalışma öncesinde tamamen açık uçlu olarak tasarlanmış ve öğrencilerden iki atom arasında kovalent bağın nasıl oluştuğunu çizerek göstermeleri istenmiştir. Anketin son hali verilirken öğrencilerin çizimleri sorunun seçeneklerini oluşturmuştur. Kovalent bağ anlatılırken gerek ders kitaplarında gerekse öğretim sırasında yandaki gösterim kullanılır. Öğrencilerin düşünmeksizin tercihte bulunabileceği ve kavramsal alt yapılarının açığa çıkarılamayacağı düşüncesiyle kovalent bağın sıkça kullanılan bu gösterimine seçeneklerde yer verilmemiştir. Bunun yerine, aynı modelin farklı bir gösterimi kullanılmıştır. Bu gösterimde elektronlar yine kendi yörüngelerinde ve kesişim bölgesinde bulunur. Öğrencilerin bu soruya verdikleri yanıtlar Tablo 3'te sunulmuştur.



Tablo 3: Öğrencilerin bağ elektronlarının konumuna ilişkin düşünce biçimleri

		Sayı (%)
Yanıt yok		12 (4.1)
Kodlanamayan cevaplar		8 (2.7)
Alternatif Fikirler	Son yörüngedeki iki elektron birbiri ile bağlanır.	74 (25.3)
	İki atomun son yörüngeleri birbiri ile kesişir. Son yörüngedeki elektronlar iki atomun kesişim bölgesinde bulunur.	72 (24.6)
	İki atomun son yörüngeleri birbirlerine değecek kadar çok yaklaşıp. Son yörüngedeki elektronlar iki atomun kesişim noktasında bulunur.	72 (24.6)
	Atomlardan birisi son yörüngesindeki elektronu diğer atoma verir.	25 (8.5)
Alternatif fikir toplam		243 (83.0)
Bilimsel Fikirler	İki atomun son yörüngeleri birbirleri ile kesişir. Son yörüngedeki elektronlar kendi yörüngelerinde bulunur.	30 (10.2)
TOPLAM		293 (100)

Tablo 3 incelendiğinde, öğrencilerin büyük bölümünün (% 83.0) kovalent bağın oluşumuna ilişkin alternatif fikre sahip olduğu anlaşılmaktadır. Analiz sonuçlarına göre, öğrenciler dört farklı alternatif fikre dağılım göstermiştir. Bunlardan en çok tercih edileni (% 25.3), “iki atomun son yörüngesindeki elektronların birbirlerine bağlanacağını” düşüncesidir. Öğrencilerin sorunun açık uçlu kısmına yanıt vermemesi nedeniyle, bu düşünce biçiminin altında yatan nedenler açığa çıkarılamamıştır. Benzer yoğunlukla (% 24.6) tercih edilen diğer alternatif fikirler ise, “son yörüngedeki elektronların iki atomun kesişim bölgesinde bulunması” ile “son yörüngedeki elektronların iki atomun kesişim noktasında bulunduğu” şeklindeki düşüncelerdir. Her iki gruptaki öğrencilerin büyük bir bölümü yazılı yanıtlarında tercihleri için gerekçe öne sürememiştir. Tercihleri için neden belirten öğrenciler ise, sorunun açık uçlu kısmına “derste bu şekilde öğrendiğini” yazmıştır.

Yine Tablo 3’den, sayıları az olmakla birlikte öğrencilerin bir bölümünün (% 8.5) ‘kovalent ve iyonik bağ’ kavramlarını karıştırdıkları anlaşılmaktadır. Bu öğrencilere göre, atomlardan birisi son yörüngesindeki elektronu diğer atoma verdiği zaman kovalent bağ oluşmaktadır. Analiz sonuçlarından çıkan diğer bir sonuç ise, öğrencilerin çok küçük bir bölümünün (% 10.2) bilimsel fikri tercih ettiğidir. Bu durum, öğretim sırasında sürekli tek bir

modelin (ortaklaşa kullanılan elektronların iki atomun kesişim noktasında gösterilmesi) kullanılması ve elektronların kendi yörüngesinde bulunduğu değinilmemesinden kaynaklanabilir.

Anketin son sorusu kovalent bağa katılan elektronların hareketine yöneliktir. Soruda kovalent bağa katılan elektronların hareketi konusunda bazı modeller sunulmuştur. Bu modellerin öğrenci düşünce biçimini temsil etmeme riskine karşın, öğrencilerin kendi zihinsel modelini çizmesi ve açıklaması için soruda açık uçlu bir seçenek bulunmaktadır. Böylece, öğrenci ya seçeneklerden birisini tercih edecek ve neden o seçeneği tercih ettiğini açıklayacak ya da bağ elektronlarının hareketine ilişkin kendi bireysel düşüncesini yansıtan modeli çizecek ve çizdiği şekli açıklayacaktır. Öğrencilerin soruya vermiş oldukları yanıtların analiz sonuçları Tablo 4'te özetlenmiştir.

Tablo 4: Öğrencilerin bağ elektronlarının hareketine ilişkin düşünce biçimleri

		Sayı (%)
Yanıt yok		-
Kodlanamayan cevaplar		23 (7.8)
Alternatif Fikirler	Atomlar bağ yaptıklarında, ortaklaşa kullanılan elektronlar serbest değildir, hareket edemez	63 (21.5)
	Ortaklaşa kullanılan elektronlar yakındır, aynı yüklü olduklarından birbirlerini iter ve bağ kırılır . Bağ kırılması ve oluşumu sürekli tekrar eder	56 (19.1)
	Ortaklaşa kullanılan elektronlar iki atomun kesişim bölgesinde döner	48 (16.4)
	Ortaklaşa kullanılan elektronlar sadece buldukları yerde titreşir	20 (6.8)
	*Ortaklaşa kullanılan elektronlar kesişim bölgesinin dışında döner	16 (5.5)
	Alternatif fikir toplam	167 (69.3)
Bilimsel Fikirler	Ortaklaşa kullanılan elektronlar yine kendi yörüngelerinde döner	57 (19.5)
	*Ortaklaşa kullanılan elektronlar iki atomu çevreleyen yeni yörüngede döner	10 (3.4)
Bilimsel fikir toplam		67 (22.9)
TOPLAM		293 (100)

* Öğrenciler tarafından önerilen zihinsel modeller

Tablo 4'ten anlaşılacağı üzere, öğrencilerin büyük bölümü (% 69.3) ortaklaşa kullanılan elektronların hareketleri konusunda bilimsel olarak doğru kabul edilemeyecek 5 farklı alternatif zihinsel modele sahiptir. Bunlardan üç tanesi öğrenciler tarafından yoğun olarak tercih edilmiştir. Alternatif modeller arasında öğrenciler tarafından en çok tercih edilen model (% 21.5) "atomlar bağ yaptıklarında, ortaklaşa kullanılan elektronlar hareket edemez" şeklindeki düşünce biçimidir. Aşağıda bu öğrencilerin yazılı yanıtlarından bazı örnekler görülmektedir.

Ortak kullanılan bir ve hareketleri bağ yapınca kısıtlanır.
hareket ederlerse bağ kırılır.
Ortak serbest değildirler.

Yukarıdaki örneklerden de anlaşılacağı üzere, bu gruptaki öğrenciler elektronların bağ oluştuktan sonra serbest olmadıklarını, dolayısıyla hareket edemeyeceğini düşünmektedir. Sözü geçen öğrencilerin bağı somut ve elektronları birbirine bağlayan bir yapıda hayal ettikleri söylenebilir. Bu düşünceye sahip olan öğrencilerin bir bölümü yazılı yanıtlarında ortaklaşa kullanılan elektronların neden hareket edemeyeceğini açıkladıkları anlaşılmaktadır. Örnek olarak bu öğrencilere göre, ortaklaşa kullanılan elektronlar iki atomun çekirdeklerinin çekim gücü altındadır ve bu nedenle hareket edemezler.

Bu elektronlar 2 atomun çekim kuvvetinin etkisindedir. Çekimden dolayı hareket etmezler.
iki atom çekirdeği tarafından ters yönde çabılır.

Öğrenciler tarafından yoğun olarak tercih edilen ikinci alternatif model (% 19.1), "ortaklaşa kullanılan elektronlar yakındır, aynı yüklü olduklarından birbirlerini iter ve bağ kırılır. Bağ kırılması ve oluşumu sürekli tekrar eder" düşünce biçimidir. Bu modeli seçen öğrenciler tercihleri için neden belirtmemiştir. Öğrencilerin yoğun olarak odaklandığı (% 16.4) üçüncü model ise, ortaklaşa kullanılan elektronların iki atomun kesişim bölgesinde

döneceği düşünce biçimidir. Aşağıda bu öğrencilerin çizimlerinden iki farklı örnek görülmektedir.



Çekirdeklerin çekim kuvveti onları hareketlendirir.

Örneklerden de anlaşılacağı üzere, bu öğrenciler ortaklaşa kullanılan elektronların iki atomun çekirdeklerinin çekim gücü altında olduğunu ve bu nedenle kesişim bölgesinde hareket edeceğini düşünmektedir. Benzer düşünceden hareket eden daha küçük bir grup öğrenci (% 6.8) ise, ortaklaşa kullanılan elektronların sadece buldukları yerde titreşeceği modelini tercih etmiştir. Aşağıda bu öğrencilerin çizimlerinden bir örnek verilmiştir.



buldukları yerde titreşir

Tablo 4'ten, öğrencilerin bir bölümünün (n= 26) verilen modelleri tercih etmediği, bunun yerine kendi zihinsel modellerini çizdiği anlaşılmaktadır. Bu öğrenciler iki temel modele odaklanmıştır. Bunlardan ilki, "ortaklaşa kullanılan elektronlar **kesişim bölgesinin dışında döner**" alternatif fikridir. Öğrencilerin % 5.5'i bu modele sahip görülmektedir. Aşağıda öğrencilerin yazılı yanıtlarından bir örnek verilmiştir.

kesişim bölgesi dışında döner

Soruda verilen modelleri tercih etmeyip, kendi zihinsel modelini açıklayan daha küçük bir grup öğrenciye (% 3.4) göre ise, "ortaklaşa kullanılan elektronlar iki atomu çevreleyen yeni bir yörüngede döner". Bu model modern atom teorisi ile uyumlu ve bilimsel açıdan kabul edilebilir bir modeldir. Modern atom teorisine uyumlu olan modeli öne süren öğrenciler de düşünüldüğünde, tüm öğrencilerin % 22.9'u bilimsel modellere sahip görülmektedir. Öğrencilerin % 19.5'u ortaklaşa kullanılan elektronların yine kendi yörüngelerinde dönmeye devam edeceği fikrini resmeden modeli tercih etmiştir. Bu öğrencilerin bir kısmı tercihleri için neden gösteremezken bir bölümü elektronların her zaman hareketli olduklarına değinmiştir.



Sonuç olarak, öğrencilerin kovalent bağ sırasında ortaklaşa kullanılan elektronların hareketine ilişkin farklı zihinsel modellere sahip oldukları ve bunların büyük çoğunluğunun bilimsel modeller ile uyumlu olmadığı söylenebilir.

TARTIŞMA

Fen eğitimi alanındaki araştırmalardan çıkan ortak görüş, öğrencilerin taneciklerin (atom, molekül, iyon) davranışlarını kavrayamadığı ya da kavrayabilseler dahi taneciklerin davranışları ile maddenin gözlenebilir davranışları arasındaki ilişkiyi kuramadığıdır (Ben-Zvi, Eylon ve Silberstein, 1986; 1988; Driver, 1989; Gabel ve Bunce, 1994; Gabel, Samuel ve Hunn, 1987; Johnstone, 1991; Novick ve Nussbaum, 1978; Peterson ve Treagust, 1989). Kısacası, öğrenciler makro (gözlenebilir) ile mikro (gözlenemez) dünya arasında neden sonuç ilişkisi kuramamaktadır. Bu durum fen ile ilintili kavramların anlaşılmasına neden olmakta, alternatif fikirlerin (yanılgıların) oluşumunda temel etken olarak işlev görmektedir.

Öte yandan, makro-mikro dünyalar arasındaki kavramsal ilişkiyi kurabilmek öğrencilerin kimyasal bağ kavramını anlayabilmeleri için yeterli değildir. Nitekim kimyasal bağ kavramını öğrenebilmek için öğrencilerin bir adım daha öteye geçmeleri, atomu oluşturan taneciklerin (elektron ve proton) davranışlarını da anlamaları gerekmektedir. Bu ise elektronların davranışlarını kavramak, bu davranışlar ile atomun özellikleri arasında neden sonuç ilişkisi kurabilmek anlamına gelmektedir. Bu çerçevede öğrencilerden, gözlenemez iki dünya arasında geçiş yapabilmesi beklenmektedir. Bu durumun doğal bir sonucu olarak, alternatif fikirlerin yoğun olarak boy gösterdiği kavramların başında kimyasal bağlar gelmektedir.

Nitekim, bu çalışma öğrencilerin kimyasal bağ kavramını algılama biçimlerini ortaya koyan ne ilk ne de tek çalışmadır. Aksine gerek ulusal gerekse uluslar arası literatürde bu kavramın konu alındığı birçok araştırma bulunmaktadır. Bu araştırma ise, literatürdeki çalışmalardan iki açıdan farklılık sergilemektedir. Bunlardan ilki tasarlanan soruların yapısı ile ilintilidir. Literatürdeki çalışmalar çoğunlukla belirli örnekler (HF ve NaCl gibi) eşliğinde öğrencilerin kimyasal bağları nasıl algıladığını belirlemeye yöneliktir. Öte yandan bu araştırmada, sorularda bağa ilişkin örnek verilmeksizin kavramların nasıl algılandığını belirlemek hedeflenmiştir. Böylece, örneklerden etkilenmeksizin öğrenci düşünce biçimlerini açığa çıkarmak olanaklı olabilmıştır. Diğer bir farklılık ise, literatürdeki çalışmalarda yer almayan bir konuyu ele almasıdır. Sayıları sınırlı olmakla birlikte, kovalent bağ oluşturan elektronların konumları hakkındaki öğrenci düşünce biçimlerini araştıran çalışmalar bulunmaktadır. Ancak, bağ oluşturan elektronların hareketlerinin nasıl algılandığı araştırılmamıştır. Bu araştırmada, öğrencilere iki atom arasında kovalent bağ oluştuğu zaman ortaklaşa kullanılan elektronların konumlarına ve hareketlerine ilişkin düşüncelerini açıklamaları ve düşünceleri için gerekçe belirtmeleri istenmiştir.

Literatürdeki çalışmaların bulgularına göre, öğrenciler kovalent bağ ile iyonik bağ karıştırmaktadır (Boo, 1998; Butts ve Smith, 1987; Can ve Harmandar, 2004; Taber, 1993; Tan ve Treagust, 1999). Literatürdeki çalışmalara paralel olarak bu çalışmada da, bazı öğrencilerin kovalent bağın iki atom arasında elektron transferi ile oluştuğunu düşündükleri belirlenmiştir. Benzer paralellik, polariteyi ihmal ederek kovalent bağda elektronların eşit olarak paylaşılacağı alternatif fikri için de geçerlidir. Bu düşünceyi savunan öğrencilerin öne sürdükleri gerekçeler; “iki atomun da birer elektron paylaşıyor olması” ve “kovalent bağda elektronlar eşit paylaşılmaz ise bağın kırılacağı” şeklindeki düşünce biçimleridir.

Yine literatürdeki çalışmalar ile paralellik gösteren bir diğer bulgu, öğrencilerin kovalent bağda ortaklaşa kullanılan elektron çiftini doğru bir şekilde konumlandıramadıklarıdır. Nitekim bu çalışmada da, ortaklaşa kullanılan elektronların iki atomun kesişim bölgesinde bulunması gerektiğini düşündükleri saptanmıştır. Öte yandan, literatürden farklı olarak bu çalışmada, öğrencilerin “ortaklaşa kullanılan elektronların serbest olmadıkları ve birbirleri ile bağlandığını” düşündükleri belirlenmiştir. Bu düşüncenin bir uzantısı olarak, öğrencilerin “ortaklaşa kullanılan elektronların hareket etmeyeceklerini aksi halde bağın kırılacağını” düşündükleri belirlenmiştir. Ortaklaşa kullanılan elektronların hareketine yönelik diğer alternatif fikirler ise, “iki atomun çekirdekleri tarafından zıt yönde çekilmesi nedeniyle elektronların sadece titreşecekleri” ve “elektronların atomların kesişim bölgesinde hareket edecekleri” şeklindeki düşünce biçimleridir.

Geleneksel öğretimi almış olmalarına karşın, öğrenciler kovalent bağ kavramına ilişkin bilimsel fikirlerle uyumlu olmayan düşünce biçimlerine sahiptir. Daha önce de dile getirildiği üzere, bu durumun temel nedeni kimyasal bağ kavramının gözlenemez iki dünya arasındaki geçişi gerektirmesidir. Öğretim sırasında öğrencilerin bu iki dünya arasındaki seyahatinde onlara yardımcı olmak gerekmektedir. Bu amaçla, öğretim sırasında görsel ve olanaklı olduğunca üç boyutlu modellerden faydalanılabilir. Bu modellerin görünmez dünyayı görselleştirdiği ve öğrencilerin öğrenmesine katkıda bulunduğu bir gerçektir (Loman ve Mayer, 1983; Mayer, 1989; Mayer, Dyck ve Cook, 1984; Szlicheinski, 1979; Willows ve Houghton, 1987; Winn, 1991). Ancak bu alanda yapılan çalışmalar, ister statik isterse dinamik olsun modellerin özenle hazırlanması gerektiğini vurgulamaktadır. Nitekim, Butts ve Smith (1987) top-çubuk modelinde çubukları kimyasal bağlara benzetildiğine dikkat çekmekte ve kimyasal bağlara ilişkin bazı yanlışlıkları neden olduğunu dile getirmektedir. Nitekim, bu model iyonik yapılu bileşiklerde iyonlar arasındaki boşluklarda bir şeyler bulunması gerektiği düşüncesini uyandırabilmekte (Birk ve Kurtz, 1999; Peterson, Treagust ve Garnett, 1989; Taber, 1998) ve kimyasal bağın kütlesi olabileceğini (Kabapınar, 2004) çağırabilmektedir. Bu çerçevede, kimya öğretmenlerinin öğrencilerin alternatif fikirlerini göz önünde

bulundurarak öğretime başlaması ve bilimsel fikrin oluşması için uygun öğrenme ortamlarını yaratması önemlidir, kullandığı öğretim materyallerinin öğrenme sürecindeki olumlu ve olumsuz etkilerinin farkında olarak.

KAYNAKLAR

- Adik, B. (2003). *Ortaöğretim öğrencilerinin kimyasal bağ konusuna ilişkin yanlışları ve bu yanlışları besleyen düşünce biçimleri*, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Ben-Zvi, R., Eylon, B. ve Silberstein, J. (1986). "Is an atom of copper malleable?" *Journal of Chemical Education*, 63, 64-66.
- Ben-Zvi, R., Eylon, B. ve Silberstein, J. (1988). "Theories, principles and laws". *Education in Chemistry*, May, 89-92.
- Birk, J.P. ve Kurtz, M.J. (1999). "Effect of experience on retention and elimination of misconceptions about molecular structure ve bonding". *Journal of Chemical Education*, 76, 124-128.
- Boo, H. K. (1998). "Students' understandings of chemical bonds and the energetic of chemical reactions". *Journal of Research in Science Teaching*, 3 (5), 569-581.
- Butts, B. ve Smith, R. (1987). "HSC chemistry students' understanding of the structure and properties of molecular and ionic compounds". *Research in Science Education*, 17, 192-201.
- Can, Ş. ve Harmandar, M. (2004). "Fen bilgisi öğretmenliği ve sınıf öğretmenliği öğrencilerinin kimyasal bağlar konusundaki kavramsal yanlışları". *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 5 (8).
http://web.inonu.edu.tr/~efdergi/Can_Harmandar.htm
- Coll, R.K. ve Taylor, N. (2001). "Alternative conceptions of chemical bonding held by upper secondary and tertiary students". *Research in Science and Technological Education*, 19, 171-191.
- Coll, R.K. ve Taylor, N. (2002). "Mental models in chemistry: senior chemistry students' mental models of Chemical bonding". *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 3 (2), 175-184.
- Coll, R.K. ve Treagust, D.F. (2001). "Investigation of secondary school, undergraduate, and graduate learners' mental models of ionic bonding". *Journal of Research in Science Teaching*, 40 (5), 464-486.

- Cros, D., Chastrette, M. ve Fayol, M. (1988). "Conceptions of second year university students of some fundamental notions in chemistry". *International Journal of Science Education*, 10, 331-336.
- Driver, R. ve Erickson, G. (1983). "Theories-in-action: Some theoretical and empirical issues in the study of students' conceptual frameworks in science". *Studies in Science Education*, 10, 37-60.
- Driver, R. (1989). "Students' conceptions and the learning of Science". *International Journal of Science Education*, 11, 481-490.
- Fruio, C. ve Calatayud L.(1996). "Difficulties with the Geometry and Polarity of Molecules". *Journal of Chemical Education*, 72 (1), 36-41.
- Gable, D. ve Bunce, D. (1994). "Research on problem solving: Chemistry". In D. Gable (Ed.), *Handbook of research on science teaching and learning* (301-326). New York: MacMillian.
- Gabel, D. L., Samuel, K. V. ve Hunn, D. (1987). "Understanding the particulate nature of matter". *Journal of Chemical Education*, 64, 695-697.
- Glesne, C. ve Peskin, A. (1992). *Becoming qualitative researchers: An introduction*. NY: Longman.
- Harrison, A. G. ve Treagust, D. F. (1996). "Secondary students' mental models of atoms and molecules: Implications for teaching chemistry". *Science Education*, 80, 509-534.
- Harrison, A. G. ve Treagust, D. F. (2000). "Learning about atom, molecules, and chemical bonds: A case study of multiple-model use in grade 11 chemistry". *Science Education*, 84, 352-381.
- Johnstone, A.H. (1991). "Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem". *Journal of Computer assisted Learning*, 7, 75-83.
- Kabapınar, F. (2003). "Kavram yanılgılarının ölçülmesinde kullanılabilir bir ölçeğin bilgi-kavrama düzeyini ölçmeyi amaçlayan ölçekten farklılıkları". *Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi*, 35, 398-417.
- Kabapınar, F. (2004). "Secondary science students' misconceptions concerning chemical bonding". 6th National Congress of Science and Mathematics Education Kongresinde sunulan bildiri, İstanbul.

- LeCompte, M.D. ve Goetz, J.P. (1982). "Problems of Reliability and Validity in Ethnographic Research". *Review of Educational Research*, 52, 31-60.
- Levy Nahum, T., Hofstein, A., Mamlok-Naaman, R. ve Bar-Dov, Z. (2004). "Can final examinations amplify students' misconceptions in chemistry?". *Chemistry Education: Research and Practice*, 5(3), 301-325.
- Loman, N.L. ve Mayer, R.E. (1983). "Signaling techniques that increase the understandability of expository prose". *Journal of Educational Psychology*, 75, 402-412.
- Mayer, R.E. (1989). "Systematic thinking fostered by illustrations in scientific text". *Journal of Educational Psychology*, 81(2), 240-247.
- Mayer, R.E., Dyck, J. ve Cook, L.K. (1984). "Techniques that help readers build mental models from science text: Definitions training and signalling". *Journal of Educational Psychology*, 76, 1089-1105.
- Miles, M.B. ve Huberman, M. (1994). *Qualitative Data Analysis: An Expanded Sourcebook* (2nd Ed.). Thousand Oaks CA: Sage Publications.
- Nicoll, G. (2001). "A report of undergraduates' bonding misconceptions". *International Journal of Science Education*, 23, 707-730.
- Novick, S. ve Nussbaum, J. (1978). "Junior high school pupils' understanding of the particulate nature of matter: An interview study". *Science Education*, 62 (3), 273-81.
- Özmen, H., Karamustafaoğlu, S., Sevim, S. ve Ayas, A. (2002). "Kimya öğretmen adaylarının temel kimya kavramlarını anlama seviyelerinin belirlenmesi". V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresinde sunulan bildiri, Ankara.
- Patton, Q.M. (1990). *Qualitative Evaluation and Research Methods* (2nd Ed.). London: Sage Publications.
- Peterson, R. ve Treagust, D. (1989). "Grade – 12 students' misconceptions of covalent bonding and structure". *Journal of Chemical Education*, 66(6), 459-460.
- Peterson, R.F. (1993). "Tertiary students' understanding of covalent bonding and structure concepts". *Australian Journal of Chemical Education*, July, 11-15.
- Peterson, R.F., Treagust, D.F. ve Garnett, P. (1989). "Development and application of a diagnostic instrument to evaluate grade-11 and grade-12 students' concepts of covalent bonding and structure following a course of instruction". *Journal of Research in Science Teaching*, 26, 301-314.

- Raymond F., R.F. Peterson and D.F. Treagust (1989). "Grade -12 Students' Misconception of Covalent Bonding and Structure" *Journal of Chemical Education*, 6 (66), 459-460.
- Szlicheinski, K.P. (1979). "Diagrams and illustrations as aids to problem solving". *Instructional Sciences*, 8, 253-274.
- Taber, K.S. (1993). "Stability and lability in student conceptions: some evidence from a case study". Paper presented at the British Educational Research Association Annual Conference, Liverpool.
- Taber, K.S. (1994). "Misunderstanding the ionic bond". *Education in Chemistry*, 31 (4) 100-103.
- Taber, K. S. (1997). "Students' understanding of ionic bonding: Molecular versus electrostatic framework". *School Science Review*, 78, 85-95.
- Taber, K.S. (1998). "An alternative conceptual framework from chemistry education". *International Journal of Science Education*, 20, 597-608.
- Taber, K.S. (2000). "Multiple frameworks? Evidence of manifold conceptions in individual cognitive structure". *International Journal of Science Education*, 22, 399-417.
- Taber, K.S. (2001). "Building the structural concepts of Chemistry: Some considerations from educational research". *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 2, 123-158. [<http://www.uoi.gr/ceerp>]
- Tan, K. C. D. ve Treagust, D. F. (1999). "Evaluating students. understanding of chemical bonding". *School Science Review*, 81(294), 75 – 84.
- Türnüklü, A. (2001). "Eğitimbilim alanında aynı araştırma sorusunu yanıtlamak için farklı araştırma tekniklerinin birlikte kullanılması". *Eğitim ve Bilim*, 26 (120), 8-13.
- Ünal, S., Özmen, H. ve Demircioğlu, G. (2001). "Lise öğrencilerinin kimyasal bağlarla ilgili anlama düzeylerinin ve yanlışlarının belirlenmesine yönelik bir çalışma". V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Sempozyumunda sunulan bildiri, Ankara.
- White, R.T. ve Gunstone, R.F. (1992). *Probing Understanding*. London: Falmer Press.
- Willows, D.M. ve Houghton, H.A. (1987). *The Psychology of Illustration*, Vol: 1, Basic research. Berlin: Springer-Verlog.
- Winn, W. (1991). "Learning from maps and diagrams". *Educational Psychology Review*, 3, 211-247.

- Wood-Robinson, C., Lewis, J., Driver, R. ve Leach, J. (1996). *Young people's understanding of and attitudes to, 'the new genetics', working paper 1*, Leeds: University of Leeds.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2000). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (2. Baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık
- Yılmaz A. ve Morgil, İ. (2001). "Üniversite Öğrencilerinin Kimyasal Bağlar Konusundaki Kavram Yanılgılarının Belirlenmesi". *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20, 172-178.