

Kimya Öğreniminde Alternatif Yollar: Animasyon, Simülasyon, Video ve Multimedya ile Öğrenme

Bülent PEKDAĞ¹✉

¹ Yrd. Doç. Dr., Balıkesir Üniversitesi, Necatibey Eğitim Fakültesi, OFMAE Bölümü Kimya Eğitimi, Balıkesir

Alındı: 18.02.2009

Düzeltildi: 30.06.2009

Kabul Edildi: 10.10.2009

Original Yayın Dili Türkçedir (v.7, n.2, Haziran 2010, ss.79-110)

ÖZET

Kimyasal olayların moleküler seviyede meydana gelmesi kimya öğrenimini güçleştirmektedir. Çünkü kimyayı anlamak moleküler seviyede görülmez ve dokunulmazın anlamını oluşturma üzerine kurulmaktadır. Kimyanın kavramsal öğreniminde karşılaşılan güçlüklerin üstesinden gelmek için son zamanlarda bilgi ve iletişim teknolojilerinden faydalanılmaktadır. Animasyon, simülasyon, video, multimedya vb. gibi teknolojik araçların kimya eğitiminde kullanımı alternatif öğrenme yollarını gündeme getirmektedir. Kimyanın öğreniminde bu alternatif öğrenme yolları çalışmamızın konusunu oluşturmaktadır. Bu çerçevede, teknolojik araçların öğrenme üzerine etkilerini konu alan çok sayıda araştırmanın incelenmesi sonucunda elde edilen bilgiler ortaya konmaktadır. Bu derleme çalışması, teknolojik araçların öğrencilere sağladığı faydaları tanıtmak ve internet tabanlı öğrenme olanakları hakkında bilgi vermek açısından önemlidir. Ayrıca bu çalışma, teknolojik bir aracın öğrenme üzerine etkisinin incelenmesinde araştırmacılara yardımcı olabilecek “ikili kodlama” ve “bilişsel yük” teorileri hakkında da bilgiler içermektedir.

Anahtar Kelimeler: Kimya Eğitimi; Animasyon; Simülasyon; Video; Multimedya; İkili Kodlama Teorisi; Bilişsel Yük Teorisi.

GİRİŞ

Kimya birçok öğrenci için zordur (Yang, Andre, Greenbowe & Tibell, 2003; Gilbert, Justi, van Driel, de Jong & Treagust, 2004). Kimyanın soyut bir alan olması nedeni ile analogiler ve modeller kullanmaksızın anlatılması ve anlaşılması kolay değildir (Gabel, 1999). Kimyanın bu soyut yönü, öğrencilerin kimyadaki birçok konuyu kavramsal olarak anlayamamasına ve bu yüzden ezbere öğrenmesine neden olmaktadır (Gabel, Samuel & Hunn, 1987).

Birçok öğrenci kimyayı öğrenmeye gayret etmesine rağmen sık sık başarısız olmaktadır (Nakhleh, 1992). Kimyanın moleküler ve sembolik seviyelerinin öğrenciler tarafından öğrenilmesinin güç olması (Ben-Zvi, Eylon & Silberstein, 1987) bu başarısızlığın önemli nedenlerinden biridir. Pek çok öğrenci kimyanın üç gösterim (makroskobik, moleküler ve sembolik) seviyesi arasında anlamlı ilişkisi kuramamaktadır (Gabel, 1999). Moleküler seviyede kimyasal olayları düşünebilme yeteneğine sahip olan öğrenciler başarılı kavramsal anlayışlar geliştirmektedir (Nakhleh & Mitchell, 1993; Paselk, 1994). Makroskobik,

✉ Sorumlu Yazar email: pekdag@balikesir.edu.tr

moleküler ve sembolik seviyeler arasında güçlü ilişkiler kurulması için öğrencileri cesaretlendiren bir öğretimin gerçekleştirilmesi tavsiye edilmektedir (Johnstone, 1993).

Yapılan çalışmalar, öğrencilerin bazı alternatif anlayışlara sahip olduklarını ve basit zihinsel modelleri kullanmayı tercih ettiklerini ortaya koymuştur (Coll & Treagust, 2003). Kimya'da öğrenilecek süreçler mikroskobik seviyede meydana geldiğinde birçok öğrenci zihinsel modeller oluşturmakta zorlanmaktadır (Yang, Andre, Greenbowe & Tibell, 2003). Öğrenciler, kimyasal kavramlar ve olaylar hakkında eksik ve tutarsız zihinsel modellere sahiptir (Russell, Kozma, Jones, Wykoff, Marx & Davis, 1997). Bilimsel olarak doğru, kapsamlı ve birbiri ile tutarlı zihinsel modellerin oluşturulması kimyanın anlamlı öğrenilmesi için kaçınılmazdır.

Öğrenciler, bazı kimyasal olaylar hakkında sınırlı anlamalara sahiptir (Coll & Treagust, 2003). Bu yüzden, öğrenciler sık sık kimyasal olayları birleştirilememiş alakasız parçalar içinde açıklamaktadır (Russell et al., 1997). Atom, molekül (Maskill, Cachapuz & Koulaidis, 1997), iyon (Ross & Munby, 1991), gaz (Krnal, Watson & Glazar, 1998), kimyasal reaksiyon (Stavridou & Solomonidou, 1998), kimyasal denge (van Driel, de Vos, Verloop & Dekkers, 1998), kimyasal değişim (Johnson, 2000), iyonik bağ (Coll & Treagust, 2003) gibi birçok kavramın öğrenciler tarafından bilimsel olarak kavranmasında güçlükler meydana gelmektedir. Bu güçlükler, değişik öğrenim seviyelerindeki öğrencilerde bazı kavram yanlışlarının oluşmasına neden olmaktadır. Yapılan çalışmalar; asit-baz (Ross & Munby, 1991), konguje asit-baz çifti (Schmidt, 1995), çözelti (Pınarbaşı & Canpolat, 2003), çözünürlük (Tekin, Kolomuç & Ayas, 2004), elektrokimya (elektron akışları, tuz köprüsü, elektrolit çözeltiler) (Sanger & Greenbowe, 1997a), fiziksel ve kimyasal değişim (Atasoy, Genç, Kadayıfçı & Akkuş, 2007), kimyasal bağ (Pabuçcu & Geban, 2006), kimyasal denge (Chiu, Chou & Liu, 2002; Sepet, Yılmaz & Morgil, 2004), kovalent bağ (Ürek & Tarhan, 2005) vb. gibi konularda öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlarını ortaya koymaktadır. Bazı kavram yanlışları öğretimden etkilenmemektedir (Hameed, Hackling & Garnett, 1993). Öğretimden sonra bile öğrencilerin büyük bir bölümü sahip oldukları kavram yanlışlarını muhafaza etmektedir (Basili & Sanford, 1991). Kavramsal değişimi temel almış bir öğretimin öğrenci anlayışlarındaki değişimde etkili olacağı belirtilmektedir (Basili & Sanford, 1991; Hameed, Hackling & Garnett, 1993; Ebenezer & Gaskell, 1995).

Uzun bir süreden beri kimya eğitiminde gerçekleştirilen çalışmaların büyük bir kısmı, öğrencilerindeki öğrenme güçlüklerinin ve kavram yanlışlarının tespiti ile ilgilidir. Bu çalışmalar, başarılı olarak düşünülen öğrenciler de dâhil olmak üzere birçok öğrencinin anlamlı kavram öğreniminden uzak olduğunu ortaya koymaktadır. Birçok öğrenci bilimsel olarak kabul edilen anlamları kavramada ve özümsemede yeterli değildir. Öğrencilerin kavramsal anlayışının geliştirilmesi ve kavram öğreniminin kolaylaştırılması her zaman kimya eğitiminin büyük bir meselesi olmuştur (Sanger, Phelps & Fienhold, 2000). Bu sorunun çözümü, etkili bir öğrenme çevresinin oluşturulmasından geçmektedir (Chiu, Chou & Liu, 2002).

Kimya eğitiminde etkili öğrenme çevrelerinin oluşturulmasında son yıllarda bilgi ve iletişim teknolojilerinden yararlanılmaktadır. Öğrenme ortamları içerisinde bilgi ve iletişim teknolojileri kullanımı ve bu teknolojilerinin öğretme ve öğrenme üzerine etkilerini konu alan pek çok çalışmaya eğitimin bütün alanlarında olduğu gibi kimya eğitiminde de yoğun bir şekilde rastlanmaktadır. Kimya eğitiminde bilgi ve iletişim teknolojilerinin kullanımı, geleneksel öğretim yolu ile giderilmeyen problemlerin (anlama ve kavramsallaştırma güçlükleri, kavram yanlışları, vs.) üstesinden gelmede başarılı olacağı düşünülmektedir (Burke, Greenbowe & Windschitl, 1998; Ebenezer, 2001; Marciano, Williamson, Ashkenazi, Tasker & Williamson, 2004; Kelly & Jones, 2007). Bilgi ve iletişim teknolojilerinin kullanımı kimya öğretiminde alternatif bir yol ve etkili bir araç olarak değerlendirilmektedir. Kimya eğitiminde son zamanlarda yapılan birçok çalışmanın sonuçları bu olumlu yöndeki beklentiye

karşılık vermektedir. Bilgi ve iletişim teknolojilerinin; kimyasal olaylarla ilgili kimyacıların sahip oldukları zihinsel modellere benzer modellerin öğrenciler tarafından oluşturulmasına imkân vermesi (Williamson & Abraham, 1995) ve kimyanın üç gösterim (makroskobik, moleküler, sembolik) seviyeleri arasında daha güçlü ilişkiler kurulması için öğrencilere yardımcı olması, arzu edilen beklentilerin gerçekleştiğini gösteren örneklerden birkaçıdır.

Son 20 yıl içerisinde, kimya eğitiminde bilgi ve iletişim teknolojilerinin kullanımını konu alan araştırmaların incelenmesi ve değerlendirilmesi, bu çalışmanın amacını oluşturmaktadır.

Kimya Eğitiminde Bilgi ve İletişim Teknolojilerinin Önemi

Bilgi ve iletişim teknolojileri (animasyon, simülasyon, video, multimedya, hipermedya, hiperteks gibi teknolojik araçlar), son yıllarda eğitim-öğretim ortamlarında sıkça kullanılmaktadır. Bilgi ve iletişim teknolojileri, öğrenme ortamlarında karşılaşılan; kimyasalların temini, deneyin gerçekleştirmedeki yüksek maliyet, deneyin hazırlanmasındaki kapsamlı hazırlık ve güvenlik sorunu gibi birçok zorluğu ortadan kaldırmaktadır (Russell et al., 1997).

Bilgi ve iletişim teknolojileri; sınıf içerisinde ya da sınıf dışında, hızlı veya yavaş tempoda, mikroskobik seviyedeki kimyasal olayları hareketli tarzda görselleştirme imkânı sunmaktadır. Sadece moleküler seviyedeki kimyacıların düşüncelerini modellemeye imkân vermekle kalmayıp aynı zamanda aynı kimyasal olayın makroskobik ve mikroskobik seviyelerde eşzamanlı gösterimlerine de izin vermektedir (Russell et al., 1997). Ayrıca kimyasal yapının ve davranışın tanecik boyutunda kabul edilebilen somut gösterimlerini öğrencilere sunabilmektedir.

Bilgi ve iletişim teknolojilerini içine alan öğrenme ortamlarında öğrenciler, kimya bilgilerini keşfetmektedir. Böylece, kimyayı daha kolay anlayabilmekte ve kendi bilgilerini inşa edebilmektedir (Ebenezer, 2001). Bilgi ve iletişim teknolojilerini içine alan öğrenme ortamlarında öğrenciler aktif olarak üretmeye, araştırmaya, denemeye ve anlamaya çalışmaktadır (Jonassen, 1996). Öğrenciler video gösterimleri, bilgisayar simülasyonları, 3D moleküler modelleri gösteren bilgisayar animasyonları gibi teknolojik araçlardan hoşlanmaktadır (Byers, 1997). Bu teknolojik araçlar; öğrenci-öğrenci ve öğretmen-öğrenci etkileşimini ve işbirliğini artırmaktadır (Burke & Greenbowe, 1998; Sutherland, 2004). Öğrencilerde düşünme, yaratma ve araştırma gibi bilişsel becerileri geliştirmekte (Wasson, 1997) ve öğrencilerin motivasyonunu, öğrenmeye karşı ilgisini ve bilimsel merakını artırmaktadır (Yeung, 2004). Ayrıca, öğrencilerin bilgilerinin geliştirilmesine yardımcı olmakta (Krajcik, 1991; Russell et al., 1997) ve kompleks bilimsel modellerin öğrencilerin zihinde canlandırılmasında ve kavranmasında öğrencilere yardımcı olmaktadır (Yeung, 2004).

21. yüzyılın sınıflarında bilgi ve iletişim teknolojilerin kullanımıyla öğrenme ve öğretme biçimleri ve stratejileri değişmektedir. Bu teknolojileri içine alan öğrenme ortamları yeni öğrenme yollarını desteklemektedir. Bu ortamlar öğretme ve öğrenmeyi kolaylaştırıcı etkilere sahiptir (Wasson, 1997). Bilgi ve iletişim teknolojileri sadece öğrenciler için zengin öğrenme ortamları oluşturmakla kalmayıp aynı zamanda güçlü pedagojik araçlardır (Jonassen, 1996). Ayrıca, öğrenmeyi destekleyici sosyal etkileşimleri artırmaktadır (Sutherland, 2004). Bilgi ve iletişim teknolojilerinin kullanımı, kimyanın öğretimini ve öğrenilmesini kolaylaştırmada büyük potansiyele sahiptir (Burke & Greenbowe, 1998; Kıyıcı & Yumuşak, 2005). Kimyasal süreçleri hareketli tarzda sunma yeteneğine sahip olmasından ötürü, kimya eğitiminde önemli bir öğretme aracıdır (Ebenezer, 2001).

Teknolojik araçlar günümüzde çoğalmakta ve yeni iletişim ve gösterim biçimlerine imkân vermektedir. Bu teknolojik araçlardan animasyon, simülasyon, video ve multimedyanın kimya eğitiminde kullanılmasıyla her birinin sağlayacağı faydalar çalışmamızın devamında belirtilmektedir. Ayrıca, multimedya ile öğrenme üzerine yapılan

çalışmalarda araştırmacılar tarafından kullanılan bilişsel teori ve internet tabanlı öğrenme olanakları hakkında da bilgiler verilmektedir.

1. Bilgisayar Animasyonu ile Öğrenme

Animasyonlar kimyanın öğrenilmesinde çok büyük öneme sahiptir. Çünkü doğrudan algılanamayan kimyasal olayları moleküler seviyede gösterme yeteneğine sahiptir (Ardac & Akaygun, 2004). Moleküler yapıları ve reaksiyon mekanizmalarını (çarpışmalar, bağ kırılması ve bağ oluşumu) göstermek için üç boyutlu animasyonlar kullanıldığında öğrencilerin kimya kavramlarını eksiksiz anlayabileceği ifade edilmektedir (Ebenezer, 2001). Animasyonlar; zihinde canlandırılması zor olan olayların, kavramların veya prensiplerin öğrenilmesini ve daha sonra hatırlanmasını kolaylaştırmaktadır (Rieber, 1990).

Kimyasal olayları görselleştirmede animasyonlar sık sık kullanılmaktadır (Sanger & Greenbowe, 1997b; Sanger, Phelps & Fienhold, 2000; Marcano et al., 2004). Örneğin, elektrokimyasal bir pilin tuz köprüsü içerisinde katyonların ve anyonların göçüşünü göstermek için Greenbowe (1994) tarafından bilgisayar animasyonları geliştirilmiştir.

Kimya eğitimindeki birçok araştırma; animasyonların gözle görülmeyen kimyasal oluşumlar ile ilgili zihinsel modellerin geliştirilmesinde, kavram yanlışlarının düzeltilmesinde ve kavram öğreniminin kolaylaştırılmasında öğrencilere yardımcı olduğunu ortaya koymaktadır (Williamson & Abraham, 1995; Burke, Greenbowe & Windschitl, 1998; Yang, Andre, Greenbowe & Tibell, 2003; Kelly & Jones, 2007; Daşdemir, Doymuş, Şimşek & Karaçöp, 2008).

Sanger ve Greenbowe (1997b) üniversite kimya öğrencilerin alternatif anlayışları üzerine animasyonun etkisini inceledikleri çalışmada; ilk önce, tuz köprüleri ve elektrokimyasal piller hakkında öğrencilerin sahip oldukları anlayışları belirlemişlerdir. Bu kavramlar hakkında birçok öğrencinin alternatif anlayışlara sahip olduğu saptanmıştır. Sonra, bir öğrenci grubu animasyonları içeren bir öğretimi takip ederken diğer öğrenci grubu ise geleneksel öğretime tabi tutulmuştur. Derste öğrencilere sunulan animasyonlar, tuz köprüsü içerisinde meydana gelen kimyasal olayların ve bir elektrokimyasal pil sistemi içerisindeki elektrolitlerin hareketli görünümünü içeriyordu. Animasyonu içeren öğretimi takip eden öğrencilerin sahip oldukları alternatif anlayışların yüzdesi, geleneksel öğretimi takip eden öğrencilerinkinden çok daha düşük olduğu gözlenmiştir. Animasyonlar tarafından sağlanan hareketli görsel bilgilerin alternatif anlayışların azalmasına imkân sağladığı ve alternatif anlayışların üstesinden gelmede öğrencilere yardımcı olduğu rapor edilmektedir.

Burke, Greenbowe ve Windschitl (1998) sulu çözeltiler konusu ile ilgili öğrencilerdeki kavram yanlışlarının giderilmesinde animasyonun etkisini incelemişlerdir. Moleküler seviyede kimyasal reaksiyonları gösteren animasyonlar öğrencilere izletilmiştir. Araştırma sonuçları, sulu çözeltiler konusunda öğrencilerde kavram yanlışlarının oluşmasını engellemede veya gidermede animasyonları içine alan öğretim yaklaşımının genellikle etkili olduğunu göstermektedir. “Sulu çözeltilerde elektron geçişleri meydana gelir” kavram yanlışısına sahip olan öğrenci sayısında bir azalmanın meydana geldiği belirtilmektedir.

Williamson ve Abraham (1995) birçok kimya kavramı ile ilgili öğrencilerin kavramsal anlamaları üzerine animasyonun etkisini incelemek üzere bir araştırma yapmışlardır. Bu araştırma, 400 üniversite kimya öğrencisinin katılımı ile gerçekleştirilmiştir. İki deney grubu oluşturularak bu gruplarda maddenin tanecikli yapısını gösteren animasyonlar kullanılmıştır. Birinci deney grubu üniversite derslerine ilave olarak animasyonları kullanırken, ikinci deney grubu bir taraftan üniversite dersine ilave olarak diğer taraftan ise bilgisayar laboratuvarında bireysel etkinlik olarak animasyonları kullanmıştır. Bu iki deney grubu geleneksel öğretimi takip eden bir kontrol grubu ile karşılaştırılmıştır. Faz değişimi, moleküllerarası kuvvet, iyon, çözelti ve çökelti gibi birçok kimya kavramları ile ilgili öğrencilerin kavramsal anlamalarını saptamak amacıyla, Maddenin Tanecikli Özelliği Değerlendirme Testi (MTÖDT) (Particulate

Nature of Matter Evaluation Test/PNMET) her üç öğrenci grubuna uygulanmıştır. Araştırmacılar, MTÖDT’de deney gruplarının kontrol gruba oranla çok yüksek düzeyde anlamlı kavramsal öğrenme gerçekleştirdiği belirtmiştir. Kimyasal oluşumlarda tanecik hareketlerini gösteren animasyonların öğrencilerin kavramsal anlamalarını kolaylaştırdığını ortaya koymuştur.

Handal, Leiner, Gonzalez ve Rogel (1999), periyodik tablo konusunun öğrenciler tarafından kavramsal öğrenilmesinde animasyonun etkisini incelemişlerdir. Araştırmaya katılan ortaöğretim düzeyindeki 320 öğrenci için, periyodik tablo konusunda iki farklı versiyonlu materyaller geliştirilmiştir: (i) İngilizce ve İspanyolca dillerinde yazılı bir materyal ve (ii) İngilizce ve İspanyolca dillerinde seslendirilmiş bir bilgisayar animasyonu. Araştırma, Amerika ve Meksika olmak üzere iki ülkede gerçekleştirilmiştir. İngilizce versiyonlu materyaller sadece Amerikan okullarında, İspanyolca versiyonlu materyaller ise sadece Meksika okullarında kullanılmıştır. Öğrenciler tarafından periyodik tablo konusunun ne kadar öğrenildiğini test etmek amacıyla hazırlanan bir anket, araştırmaya katılan bütün öğrencilere uygulanmıştır. Araştırma bulguları, her iki ülke öğrencileri tarafından periyodik tablo konusunun kavramsal öğrenilmesinde animasyonun daha etkili olduğunu göstermiştir.

Suyla dolu bir teneke kutu ısıtıldığında, sonra ağzı kapatılıp soğutulduğunda meydana gelen kimyasal süreçleri gösteren bir animasyon Sanger, Phelps ve Fienhold (2000) tarafından öğretim ortamında kullanılmıştır. Araştırmacılar tarafından bu animasyon, Amerika’daki Midwestern Üniversitesinde “kimya’ya giriş” dersine kaydolmuş bir grup öğrenci üzerinde test edilmiştir. Bu öğrenci grubu (deney grubu), diğer öğrenci grubu (kontrol grubu) gibi moleküler seviyede gaz kanunları ile ilgili aynı öğretimi takip etmiş, fakat ilave olarak animasyonu izlemişlerdir. Araştırmacılar tarafından deney ve kontrol grubuna aynı sorular sorulmuş, her iki öğrenci grubunun verdiği cevaplar karşılaştırılmıştır. Öğrencilerin kavramsal anlamalarını saptamak amacıyla verdikleri cevapların analizinden moleküler seviyedeki animasyonu içine alan öğretimi takip eden öğrencilerin, kavramsal sorulara cevap vermede daha başarılı olduğu gözlenmiştir. Bu sonuç, kimyasal olaylarının öğrenciler tarafından kavramsal anlamalarını kolaylaştırmada sınıf ortamında animasyon kullanımının önemini ortaya koymaktadır.

Own ve Wong (2000), asit-baz konusunu öğrencilere öğretmek amacıyla animasyonlar kullanmışlardır. Öğretim ortamında animasyonların kullanılmasıyla bütün öğrencilerde çok iyi gelişmeler gözlenmiştir. Araştırmacılar, ilköğretim seviyesindeki öğrenciler tarafından asit-baz kimyasının kavramsal öğrenilmesinde animasyonları içeren öğretimin iyi sonuç verdiğini ve bu seviyedeki öğrenciler için animasyonları içeren öğretimin en iyi yöntem olduğunu rapor etmektedirler.

Ebenezer (2001), su içerisinde yemek tuzunun çözünmesi ile ilgili 11. sınıf kimya öğrencilerinin kavramalarını incelemek amacıyla animasyonları içeren bir hipermedya aracını kullanmıştır. Öğrenci ifadeleri ve gösterimleri; hipermedya içerisinde yer alan animasyonların erimenin çözünmeden nasıl farklı olduğunu, iyonların nasıl oluştuğunu ve hidratlama’nın nasıl meydana geldiğini öğrencilerin zihninde canlandırılmasına olanak sağladığını ortaya koymaktadır. Çözelti kavramının öğrenciler tarafından kavramsal anlaşılmasında animasyon kullanımının faydalı olduğu belirtilmektedir. Ayrıca, çözelti kimyasının mikroskobik yönleri hakkında öğrencilerin sahip oldukları kavramaları keşfetmek, tartışmak ve değerlendirmek için animasyonları içeren bir hipermedya aracının kullanılabileceği ifade edilmektedir.

Yang, Andre, Greenbowe ve Tibell (2003), elektrokimya konusunun üniversite 1. sınıf kimya öğrencileri tarafından kavramsal öğrenilmesinde animasyonun etkisini araştırmışlardır. Araştırmacılar aynı zamanda, öğrencilerin bilişsel yeteneği üzerine animasyonun herhangi bir etkisinin olup olmadığını incelemişlerdir. Bu araştırma kapsamında, bataryalar içerisindeki iyon ve elektron hareketlerini ve batarya içerisinde meydana gelen kimyasal reaksiyonları göstermeye imkân veren animasyonlar öğrenciler tarafından izlenmiştir. Animasyonlar

öğrencilere, iyon ve elektron hareketlerinin görsel olarak takip edilmesinde imkân sağlamıştır. Görüntülerle birlikte eş zamanlı olarak bataryada meydana gelen kimyasal oluşumlarla ilgili açıklamaların öğrenciler tarafında işitilmesi, elektrokimya kavramlarının ve prensiplerinin daha iyi bir şekilde anlaşılmasına yardımcı olduğu belirtilmektedir. Gözle görülemeyen kimyasal reaksiyonların öğrencilerin zihninde canlandırılmasında ve öğrencilerde zihinsel modellerin oluşturulmasında animasyonların yardımcı olduğu tespit edilmiştir. Animasyonlar sayesinde öğrencilerin daha başarılı olduğu ve yüksek bilişsel yeteneklere sahip olduğu ifade edilmiştir. Animasyonların, elektrokimya konusunun öğrenciler tarafından kavramsal öğrenimini kolaylaştırdığı bildirilmektedir.

Marcano ve diğerleri (2004), öğrencilerin kavramsal anlamalarına animasyonların yardımcı olup olmadığını araştırmıştır. Bu çalışma kapsamında, moleküler seviyede dinamik sıvı dengesini konu alan bir animasyon genel kimya öğrencilerine izletilmiştir. Animasyonu izleyen öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerinde iyileşme gözlenmiştir. Coleman ve Fedosky (2006), kimyasal denge konusunda animasyonların öğrencilerin kavramsal anlamalarını geliştirmeye yardımcı olabileceğini ifade etmektedirler.

Kelly ve Jones (2007), sodyum klorürün çözünmesini konu alan moleküler seviyedeki animasyonların öğrenci açıklamalarını nasıl etkilediğini araştırmışlardır. Küçük gruplar halinde 18 üniversite genel kimya öğrencisine yemek tuzu su içerisinde çözündürülmüş ve sonra tuzun çözünmesini gösteren iki animasyon izletilmiştir. Öğrenciler grup halinde animasyonları tartışmışlardır. Her bir animasyonun izlenmesinden önce ve sonra, öğrencilerden makroskobik ve moleküler seviyelerde kimyasal süreç hakkında şekilsel, yazılı ve sözlü açıklamalar istenmiştir. Animasyonlardan itibaren öğrenciler, açıklamaları içerisinde mikroskobik seviyede yapısal ve işlevsel özelliklerin bazılarını dâhil etmişlerdir. Animasyonların izlenmesinden sonra öğrenci açıklamalarında gelişmeler gözlenmiştir. Konunun kavramsal öğrenilmesinde animasyonların öğrencilere fayda sağladığı bildirilmektedir.

Sanger, Campbell, Fekler ve Spencer (2007), genel kimya dersini takip eden öğrencilerinin kavramsal anlamalarında animasyonun etkisini ölçmeye yönelik bir araştırma gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışmada, animasyonun en önemli etkisi olarak tanecik hareketlerinin öğrencilerin zihninde canlandırılmasındaki güçlükleri en aza indirdiği ve öğrencilerin kavramsal anlayışlarını geliştirdiği rapor edilmiştir.

Yukarıda özetlenen çalışmalar; bilgisayar animasyonların bilimsel olarak kabul edilen anlayışlarla alternatif anlayışların değiştirilmesinde öğrencilere yardımcı olduğunu göstermektedir. Ayrıca, soyut içerikli konuların öğrenciler tarafından anlaşılmasına yardımcı olmak için moleküler seviyede bilgisayar animasyonlarının kullanımına sıklıkla başvurulduğunu ortaya koymaktadır.

2. Bilgisayar Simülasyonu ile Öğrenme

Simülasyonlar ile ilgili genel düşünce; dinamik bir öğrenme ortamı oluşturmaktır. Bu ortam içerisinde öğrenciler; kimyasal sistemde gözlenenleri değerlendirmek, yeni sorular sormak ve bu sorulara cevap vermek için görsel ve sözel bilgiler kullanmaktadır (de Jong & van Joolingen, 1998).

Simülasyonlar, öğrencilerin parametreleri (değişkenleri) değiştirmesine ve işlemlerinin sonuçlarını hemen görmesine imkân vererek öğretim programının vurguladığı mikro dünyayı özgürce keşfedebilir. Öğrenciler, öğretim programının belirttiği bilimsel bilgileri yorumlayabilir ve bu bilimsel bilgilerle kendi bilgilerini karşılaştırabilir. Öğrenciler çeşitli makroskobik parametreleri (sıcaklık, basınç, vs.) değiştirerek, su moleküllerinin mikroskobik özellikleri ile ilgili tahminlerde bulunabilir ve tahminlerini test edebilir. Öğrenciler kimyasal sistemin sıcaklığını artırabilir ve öğretmenlerinin onlara “moleküller daha hızlı hareket

ediyor” demesini sadece duymak yerine “molekülerin daha hızlı hareket ettiklerini” görebilir (Hakerem, Dobrynina & Shore, 1993).

Bilgisayar simülasyonları ile birlikte kullanılabilecek bazı etkinlik türleri tanımlanmaktadır: (i) *araştırma* (iki veya daha fazla değişken arasındaki ilişkileri bulmak), (ii) *belirtme* (belirli bir değişkenin bir değerini önceden bildirmek) ve (iii) *açıklama* (simülasyon içerisindeki belirli bir olayı açıklamak) şeklindedir. Öğrencilerin bu türden etkinliklere katılması, öğrenme üzerinde olumlu bir etki yaptığını göstermektedir. Simülasyonları içine alan etkinlikler, öğrencileri aktif kılmakta, işbirlikçi ve buluş yoluyla öğrenmelerin gerçekleştirilmesine yardımcı olmaktadır (de Jong & van Joolingen, 1998).

Öğretim ortamlarında gerçekleştirilmesi gereken tüm geleneksel deneylerin sahip olduğu bazı sınırlamalardan dolayı öğrenciler, moleküler seviyede meydana gelen kimyasal olayları görememektedir. Buna karşılık simülasyonlar, 3 boyutlu hareketli modeller yardımı ile moleküler seviyede kimyasal olayların öğrenciler tarafından izlenmesine imkân vermektedir. Araç ve gereçlerin sınırlı olmasından ve kimya laboratuvarları ile özleştirilmiş doğal tehlikelerden dolayı öğretmenler, kimya laboratuvarlarında öğrencilerini serbest bırakamayabilir. Simülasyonlar ile gösterilmiş deneyler için tehlikeli kimyasallar veya ihtiyaç duyulan pahalı araç-gereçler söz konusu değildir (Hakerem, Dobrynina & Shore, 1993).

Kavramsal öğrenme üzerine simülasyonların etkisi birçok çalışmada araştırılmıştır (Hakerem, Dobrynina & Shore, 1993; Hameed, Hackling & Garnett, 1993; Stieff & Wilensky, 2003; Lee, Plass & Homer, 2006; Winberg & Berg, 2007; Abdullah & Shariff, 2008).

Griffiths ve Preston (1992), maddenin tanecikli yapısının zihinde canlandırılma güçlüğüne sahip olmasından dolayı bu konuda öğrencilerin alternatif anlayışlar geliştirdiğini ifade etmektedir. Simülasyonların bu güçlüğü yenebileceği ve öğrencilerin bilimsel kavramalara sahip olabileceği belirtilmektedir. Hakerem, Dobrynina ve Shore (1993), suyun makroskobik ve mikroskobik özellikleri hakkında lise öğrencilerinin anlayışları üzerine simülasyonların etkisini incelemişlerdir. Simülasyonları kullanan öğrencilerin suyun moleküler özelliği hakkındaki anlayışlarını değiştirdiği gözlenmiştir. Simülasyonlar sayesinde öğrencilerin sahip olduğu kavram yanlışlarında büyük bir azalma meydana geldiği görülmüştür. Ayrıca, öğrencilerin önbilgilerini göz önüne alarak tasarlanmış simülasyonların öğrencilerde kavramsal değişimi meydana getirmede yardımcı olabileceği bildirilmektedir.

Hameed, Hackling ve Garnett (1993), kavramsal değişim üzerine bilgisayar destekli bir öğretim (BDÖ) paketinin etkisini araştırmışlardır. Bilgisayar simülasyonu içeren BDÖ paketi, 16-18 yaşları arasında 12 kimya öğrencisine uygulanmıştır. Araştırmanın sonuçları, simülasyonu içeren bilgisayar destekli öğretimin kimyasal denge konusunda öğrencilerin muhafaza ettiği birçok kavram yanlışlarını ortadan kaldırmada başarılı olduğunu ortaya koymuştur. Bilgisayar destekli öğretim paketi ile yapılan uygulamanın 12 kimya öğrencisinde anlamlı ve kalıcı kavramsal değişimler meydana getirdiği ve öğrenci başarısını büyük ölçüde artırdığı görülmüştür.

Winberg ve Berg (2007), asit-baz titrasyonunu konu alan bilgisayar simülasyonunun etkisini araştırmışlardır. İlk önce, öğrencilerin içerik bilgisi üzerine simülasyonun etkisi ölçülmüştür. Sonra, bir kimya laboratuvar çalışması süresince simülasyonu izleyen ve izlemeyen öğrenci grupları arasındaki bilişsel odaklanma farklılıkları saptanmıştır. Araştırma sonuçları simülasyonun, öğrencilerin daha çok teorik sorular sorması ve öğrencilerin daha kompleks ve daha doğru kimya bilgileri kullanması yönünde etkili olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca simülasyonun, laboratuvar çalışması süresince öğrencilerin bilişsel odaklanmaları üzerine pozitif bir etkiye sahip olduğu ve konunun öğrenilmesinde bütün öğrencilere fayda sağladığı görülmüştür. Luque, Ortega, Forja ve Parra (2004), kimya eğitiminde simülasyon kullanımının kimyasal olayları keşfetmek için öğrencilerdeki istekliliği artırdığını belirtmektedir.

Kimya eğitiminde bilgisayar simülasyonları kullanımının kavramsal anlamayı güçlendireceği belirtilmektedir (Hakerem, Dobrynina & Shore, 1993; Qian & Tinker, 2006). Stieff ve Wilensky (2003), öğrencilerin kavramsal anlamaları üzerine simülasyonun etkisini incelemişlerdir. Kavramsal anlama ve mantıksal muhakeme yapma seviyesinde simülasyonları kullanan öğrencilerin daha başarılı olduğu gözlenmiştir. Ayrıca, ortaöğretim seviyesindeki 257 kimya öğrencisinin ideal gaz kanununu simülasyon sayesinde öğrendiği rapor edilmiştir (Lee, Plass & Homer, 2006).

Bilgisayar simülasyonlarının kullanımı, yeni problem çözme stratejilerinin geliştirilmesinde ve eleştirel düşünmede öğrencilere yardımcı olduğu ifade edilmektedir. Simülasyonların kullanımı sayesinde öğrencilerin güçlü girişimler ile nitelendirilmiş problem çözme tekniklerini kullandığı belirtilmektedir (Stieff & Wilensky, 2003). Bireysel öğrenmeleri desteklemek için simülasyonların özel öğretme ve öğrenme mekanizmalarını içine alması gerektiği bildirilmektedir (Parush, Hamm & Shtub, 2002).

Bilgisayar simülasyonları kimya eğitiminde faydalı bir araç olduğu belirtilmektedir (Luque et al., 2004; Lim, 2006) çünkü kompleks öğretme ve öğrenme durumlarında verimli (açıkça belirtilmiş bir öğrenme seviyesi varmak için gereken zamanda azalma) ve etkili (öğrenilmiş bilgilerin kullanımında iyi sonuçlar elde etme) bir materyaldir (Parush, Hamm & Shtub, 2002). Öğrencilerin öğrenilecek konu ile güçlü etkileşimler kurmasına imkân vermektedir (Winberg & Berg, 2007). Bilgisayar simülasyonları sayesinde öğrenciler kendi sorularını araştırabilir, kendi bilgilerini inşa edebilir ve kendi öğrenmelerini kontrol edebilir.

3. Video ile Öğrenme

Eğitim-öğretim ortamlarında bilimsel videoların kullanımı pedagojik bir araç olarak tanımlanmaktadır. Ayrıca, teori ile uygulamayı birleştirmede çok etkili bir araç olduğu düşünülmektedir (Hagen, 2002). Videoların (veya filmlerin) eğitim-öğretim ortamlarında kullanılmasının birçok yararı araştırmacılar tarafından ifade edilmektedir. Bunlar; (i) *bilişsel fayda* (çok ve iyi öğrenme, bellekte tutma, hatırlama), (ii) *psikolojik fayda* (motivasyon, öğrenme zevki) ve (iii) *bilgileri görselleştirme kolaylığı* şeklindedir.

Öğrenme süreci içerisinde video kullanımı, öğrenciler tarafından anlamlı zihinsel etkinlikler oluşturmaya yardımcı olmaktadır. Soyut kimya kavramlarının öğrencilerin zihninde canlandırılmasına yardımcı olarak öğrenmeyi kolaylaştırmaktır (Duchastel, Fleury & Provost, 1988; Cavanaugh & Cavanaugh, 1996). Videolar; yorumlama, kritik düşünme, problem çözme becerileri gibi bilişsel yeteneğin öğrencilerde gelişmesine yardımcı olmaktadır (Kumar, Smith, Helgeson & White, 1994; Hagen, 2002). Öğrenciler tarafından bilimsel bilgilerinin bellekte tutulmasına yardımcı olmakta (Duchastel, Fleury & Provost, 1988) ve öğrenilmiş konunun önemli noktalarının hatırlanmasını kolaylaştırmaktadır (Kumar, 1991).

Öğretimsel materyal olarak video kullanımı öğrenci motivasyonu üzerine pozitif bir etkiye sahiptir (Kumar, 1991; Hagen, 2002). Dikkati etkinleştirerek öğretilecek konu üzerine öğrencinin odaklanmasını sağlamaktadır (Duchastel, Fleury & Provost, 1988).

Çok hızlı gerçekleşen bilimsel olayların gözlenmesinde meydana gelen takip edebilme güçlüğünün giderilmesine imkân vermesinden dolayı ve ayrıca öğretmen tarafından sözlü olarak açıklanan bilimsel olayların öğrencilere gösterilmesine imkân vermesi açısından filmlerin eğitim-öğretim ortamlarında kullanılması son derece önemlidir (Robles, 1997).

Kimya filmlerinin nasıl hazırlanacağı detaylı olarak Pekdağ ve Le Maréchal (2007a) tarafından açıklanmıştır. Bu çalışmada, kimya filmlerinin hazırlanma aşamaları ve filmlerin bilgisayar ekranında nasıl görselleştirileceği ifade edilmektedir. Ayrıca, film senaryosunun hazırlanması ve film görüntülerinin seçimi hakkında da önemli bilgiler verilmiştir.

Diğer bir çalışmada Pekdağ ve Le Maréchal (2007b), kimya filmlerinden itibaren öğrencilerin kavramsal bilgileri nasıl bellekte tutuklarını incelemişlerdir. Araştırmanın

sonuçları, bellekte tutmada görsel bilgilerin işitsel bilgilerden daha etkili olduğunu ortaya koymaktadır. Elde edilen bu sonuç, Paivio (1986)'nın ikili kodlama teorisi (dual coding theory) ışığında yorumlanmıştır.

Pekdağ ve Le Maréchal (2006), öğrencilerin filmlerden faydalanma tarzlarını belirlemiştir. Sorulan sorulara cevap vermek için öğrenciler farklı şekillerde filmlerden yararlanmaktadır: (i) film görüntülerinde yer alan bilgilerin kullanılması, (ii) filmin anlatımında (sesinde) yer alan bilgilerin kullanılması, (iii) film görüntülerinin yorumlanması ve (iv) filmin ana fikrinin kullanılması. Araştırmacılar, (i) ve (ii)'de verilen tarzları öğrencilerin çok sık başvurduğu filmlerden faydalanma şekli olarak, (iii) ve (iv)'de verilen tarzları ise öğrencilerin bazen ihtiyaç duyduğu filmlerden yararlanma biçimi olarak açıklamıştır.

Pekdağ (2005), bir filmin sesi ile görüntüsü arasındaki ilişkisinin öğrencilerin bilişsel etkinliğini nasıl etkilediğini incelemiştir. Bu amaç doğrultusunda 34 kimya filmi üretilmiştir. Üretilen filmler asit-baz konusunu ele almaktadır. Üretilen 34 filminden 26 tanesi için, iki versiyonlu anlatım kullanılmıştır. Birinci versiyonlu anlatım, film ekranında görüleni tanımlamaktadır. Araştırmacı, bu türden anlatım versiyona sahip olan filmleri “algılanabilir filmler (Perceptible movies – P versiyonlu filmler)” olarak ifade etmektedir (görüntünün algılanabilir yönünü tanımlayan filmler). İkinci versiyonlu anlatım ise, kimyanın terimlerini (iyon, molekül, kimyasal reaksiyon, vs.) kullanmaktadır. Araştırmacı, bu türden anlatım versiyona sahip olan filmleri “yeniden yapılandırılmış filmler (Reconstructed movies – R versiyonlu filmler)” olarak ifade etmektedir (görüntüleri yorumlayan ve görüntülere kimyasal bir anlam veren filmler). Araştırma, 11. sınıfta okuyan 16 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Öğrenciler iki grup halinde filmleri izlemişlerdir. Birinci grup öğrencileri, P versiyonlu filmleri izlerken ikinci grup öğrencileri ise R versiyonlu filmleri seyretmişlerdir. Her iki gruba da aynı sorular sorulmuştur. Kimyasal olayları açıklamak için birinci grubun öğrencileri çoğunlukla film görüntülerini kullanmışlardır. Buna karşılık ikinci grubun öğrencileri, çoğunlukla film sesinden (anlatımdan) faydalanmışlardır. Diğer bir çalışmada Pekdağ ve Le Maréchal (2006), kimyasal olayları açıklamada genellikle R versiyonlu filmlerin P versiyonlu filmlerden daha sık öğrenciler tarafından kullanıldığını saptamıştır. Ayrıca, R versiyonlu filmlerin öğrenciler tarafından bilginin inşa edilmesinde onları daha çok cesaretlendirdiği ve öğrencilerin bu türden filmleri kullanarak daha iyi bilgilerini inşa ettiği belirtilmiştir. P ve R versiyonlu filmlerin öğrenme üzerine aynı etkiye sahip olmadığı araştırmacılar tarafından ortaya konmuştur.

Goll ve Woods (1999), *Apollo 13* isimli bir filmi kimya öğretiminde kullanmışlardır. *Apollo 13* filmi, oksijen tankının kırılmasını ve bunun sonucunda meydana gelen patlamayı göstermektedir. Öğrenciler, filmi izleyerek bu filmle ilgili olarak yazabilecekleri kadar bir soru listesi oluşturmuşlardır. Çalışmanın sonuçları, *Apollo 13* filminin kimyayı öğretmek için iyi bir öğretim aracı olduğunu ortaya koymuştur.

Laroche, Wulfsberg ve Young (2003), kimya videolarını içine alan öğretimin kalitesini araştırmışlardır. Öğretimde video kullanımı öğrenci başarısında anlamlı iyileşmelerin varlığını göstermiştir. Zahn, Barquero ve Schwan (2004) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, video kullanımının öğrenmeyi pozitif yönde etkilediği rapor edilmektedir. Videoyu içine alan öğretim sonunda öğrencilerde önemli ölçüde bilgi artışı tespit edilmiştir. Videoların, bilgi kazanımı üzerine pozitif bir etkiye sahip olduğu ifade edilmiştir (Michel, Roebbers & Schneider, 2007).

Schwan ve Riempp (2004), öğrenmede videoların bilişsel faydalarını incelemiştir. Öğrencilerin video gösterimlerinin hızına uyum sağlamak için durdurma, tekrar oynatma, geriye alma veya hızını değiştirme gibi video gösterim özelliklerini kullandığı gözlenmiştir. Geleneksel öğretime nazaran, videoları içeren bir öğretimin daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Videoların, öğrencilerin bilişsel ihtiyaçları ve becerileri doğrultusunda gösterim

hızına uyum sağlamada fırsatlar verdiği belirtilmiştir. Videoların pedagojik bir yardımcı olarak düşünülebilmesi için, videonun ritmi onu izleyen tarafından kontrol edilmesini gerektiği ifade edilmiştir.

Videolar, kimyasal olaylar hakkında öğrencilerin alternatif kavramalarını tanımlamak veya ortaya çıkarmak için kullanılabilir (Ongel-Erdal, Sonmez & Day, 2004). Sınıf ortamında video kullanılmasıyla öğrenciler keşfederek daha doğru bilimsel anlayışlara sahip olabilir. Video içerisinde sunulan kimya bilgileri üzerine yapılacak tartışmalar konunun öğrenciler tarafından anlaşılmasını kolaylaştıracaktır. Deneyleri gerçekleştirmek için çok fazla zamana sahip olunmadığında veya öğretmen kendisinin verdiği eğitimden yeterince tatmin olmadığında, videolar kimyayı öğretmek için önemli bir öğretim aracı olacaktır (Laroche, Wulfsberg & Young, 2003).

4. Multimedya ile Öğrenme

Bilgiyi sunmak için çeşitli medyalar (metin, ses, resim, animasyon, video, vs.) kullanılmaktadır (Kozma, 1991; Schnotz & Bannert, 2003). Bu medyalar farklı gösterim biçimlerini öğrencinin hizmetine sunmaktadır (Kozma & Russell, 1997). Multimedya (birçok medyanın bileşiminden oluşmuş teknolojik araç) içine alan öğrenme ortamları, bilginin yeni ve yenilikçi birçok biçimini sunmaya imkân vermektedir (Stern, Aprea & Ebner, 2003).

Kozma (1991); kitap, televizyon, bilgisayar ve multimedya ile öğrenme üzerine yapılmış araştırmaları derledi. Bu derleme çalışmasında Kozma, multimedya ile öğrenmeyi “tamamlayıcı süreç” olarak tanımlamaktadır. Günümüzde bazı araştırmacılar, multimedya ile kimya öğretiminin çok iyi ve çok etkili bir yöntem olduğunu savunmaktadır (Own & Wong, 2000). Eğitimin geleceğinin, sınıf ortamında kullanmak üzere iyi tasarlanmış multimedya materyallerinin üretimi ile ilişkili olduğu ifade edilmektedir (Moore & Miller, 1996).

Eğitim-öğretim ortamlarında multimedya kullanımının öğrenciye ve öğretmene sağladığı avantajlar birçok araştırmacı tarafından ifade edilmektedir. Öğrenciye sağladığı avantajlar: (i) öğrenmede ve araştırmada öğrenciyi motive etmesi (Jonassen, 1996), (ii) görmede, duymada, anlamada ve soru sormada öğrenciye büyük fırsatlar vermesi (Byers, 1997), (iii) derse katılımda, bellekte tutmada ve öğrenmede öğrenciyi teşvik etmesi (Moore & Miller, 1996), (iv) kompleks konuların öğrenilmesinde öğrenciye yardımcı olması (Schnotz & Lowe, 2003), (v) öğretilecek kompleks konunun öğrenci tarafından anlaşılmasını kolaylaştırması (Mayer & Moreno, 2002; Schnotz & Lowe, 2003), (vi) anlamlı zihinsel modellerin inşa edilmesinde öğrenciye yardımcı olması (Mikkilä-Erdmann, 2001) ve (vii) kavramsal değişimi kolaylaştırmak için öğrenciye yeni imkanlar sunması (Mikkilä-Erdmann, 2001) şeklindedir.

Kozma ve arkadaşları (Kozma & Russell, 1997; Russell et al., 1997; Kozma, 2003), kimyayı anlamada multimedyanın rolünü konu alan bir seri araştırma gerçekleştirmişlerdir. Bu araştırmalar genel olarak; multimedyanın, kimyasal süreçlerin öğrencilerin zihninde canlandırılmasında ve kimyasal kavramların anlaşılmasında öğrencilere yardımcı olduğunu ortaya koymuştur.

4M:CHEM (Multimedia and Mental Models in Chemistry/ Kimya’da Multimedya ve Zihinsel Modeller) olarak isimlendirilen bir prototip multimedya bilgisayar programı; öğrencileri daha çok aktifleştirmek ve kimyasal kavramlar ve olaylar hakkında doğru zihinsel modeller inşa etmede öğrencileri teşvik etmek ve desteklemek için modern teknolojiyi kullanmıştır. Bu prototip multimedya programı, kimyasal denge konusunu ele almıştır. 4M:CHEM, bilgisayar ekranını 4 pencereye bölmüş şekilde tasarlanmıştır. Bu dört pencere; laboratuvar ortamında gerçekleştirilmiş deneylerin videolarını, bu deneylerin moleküler seviyedeki animasyonlarını, sembolik gösterimleri ve makroskobik özelliklerin grafiklerini gösteriyordu. Bu multimedya bilgisayar programı, kimyasal kavramların öğretimi ve

öğrenimini kolaylaştırmak için eş zamanlı ve eş hızlı çoklu gösterimleri (makroskobik, mikroskobik ve sembolik gösterimleri) kullanması açısından önemliydi (Russell et al., 1997). Ayrıca, aynı bilgisayar ekranında kimyasal olayların makroskobik, mikroskobik ve sembolik gösterimlerini belirgin olarak göstermesiyle kompleks modellerinin inşa edilmesinde ve kullanılmasında öğrencilere destek veriyordu (Russell & Kozma, 1994). Üniversite öğrencileri, dengedeki kimyasal sistemlerin özellikleri ve denge üzerine sıcaklığın ve basıncın etkisi hakkında eksik ve yanlış bir anlayışla kimya derslerine gelmekteydi. Bu multimedya bilgisayar programı (4M:CHEM)'nin kullanımı sayesinde, dengedeki kimyasal sistemlerin özellikleri ve bu sistemler üzerine sıcaklığın etkileri hakkında öğrencilerin anlayışlarında iyileşmeler ve kavram yanlışlarında azalmalar gözlenmiştir (Russell et al., 1997).

“Multimedya ve anlama” ilişkisi üzerine kurulmuş bir çalışmada Kozma ve Russell (1997), uzman kimyagerlerden ve üniversite kimya öğrencilerinden bir anlam oluşturacak şekilde gösterim biçimlerini (videolar, grafikler, animasyonlar ve eşitlikler) gruplamalarını istemiştir. Araştırmanın sonuçları, uzmanlardan ve öğrencilerden oluşmuş her iki denek grubunun da kimya yönünden anlamlı olacak şekilde gösterim biçimlerini gruplandırırdığını ortaya koymuştur. Kimya öğrencileri küçük gösterim grupları oluşturarak sık sık aynı medya gösterim biçimlerini kullanmışlardır. Buna karşılık uzmanlar ise, büyük gösterim grupları oluşturmak için farklı medya gösterim biçimlerini kullanmışlardır. Uzmanların bu tarzda grup oluşturma nedenleri kimyayı kavramsal olarak bilmeleri şeklinde yorumlanırken, öğrencilerin ise yüzeysel nitelikleri kullanarak hareket ettikleri şeklinde açıklanmıştır. Araştırmacılar, gösterimlerin yüzeysel niteliklerinin kimyayı anlamada önemli rol oynadığını belirtmişlerdir.

Başka bir çalışmada Kozma (2003), kimyayı anlamada multimedyanın rolünü incelemiştir. Araştırmacı; kimyasal eşitlikler, grafikler, moleküler seviyedeki animasyonlar ve laboratuvar deneylerini gösteren videolar gibi gösterim biçimlerinin kimya uzmanları ve kimya öğrencileri tarafından kullanımındaki farklılıkları saptamıştır. Kimya uzmanları farklı amaçlar için farklı gösterim biçimlerini kullanarak bir gösterim biçiminden diğerine kolaylıkla geçiş yapabiliyorlardı ve kimyasal olayları anlamak için farklı gösterim biçimlerini birlikte kullanıyorlardı. Ayrıca kimya uzmanları; düşüncelerini kanıtlamaya çalışmak, açıklamak ve haklı göstermek için gösterim biçimleri arasında ilişkiler kuruyordu. Buna karşılık kimya öğrencileri, farklı gösterim biçimleri arasında ilişki kurmada ve bir gösterimden diğerine geçmede güçlüklerle sahipti. Ayrıca öğrencilerin kimyayı anlamaları ve söylemleri, gösterimlerin yüzeysel nitelikleri ile sınırlı kalıyordu.

Ardac ve Akaygun (2004), kimyasal denge konusunun öğrenciler tarafından anlaşılmasında multimedya tabanlı öğretimin etkisini incelemişlerdir. Bu çalışmada, kimyasal olayların üç farklı seviyede (makroskobik, moleküler, sembolik) görsel bir tanıtımını gerçekleştirmek için bir multimedya aracı kullanılmıştır. Çalışma, 8. sınıfta öğrenim gören 49 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. 49 öğrenciden 16 tanesi (deney grubu) multimedya tabanlı öğretimi takip ederken, 33 öğrenci (kontrol grubu) ise her zamanki geleneksel öğretimi takip etmiştir. Bu çalışmanın bulguları, multimedya tabanlı öğretimden sonra öğrencilerin daha doğru gösterimler oluşturduğunu ortaya koymuştur. Bununla birlikte, moleküler seviyede konunun tasvir edilmesinde multimedya tabanlı öğretimi takip eden öğrencilerin geleneksel öğretimi takip eden öğrencilerden daha başarılı olduğu gözlenmiştir. Deney grubu öğrencilerinin multimedya ile öğrenme esnasında çok istekli olduğu görülmüştür. Öğrenci açıklamaları, öğrencilerin çoğunun (16 öğrenciden 13'ünün) multimedya tabanlı öğretimden hoşlandığını ve geleneksel öğretime tercih ettiklerini göstermiştir. Multimedya ile öğrenme hakkında öğrenciler tarafından dile getirilen en fazla ifadeler; “anlamak kolay”, “eğlenceli”, “ilgi çekici” ve “yararlı” şeklindedir.

Multimedya, farklı türden medyaları (metin, resim, ses, animasyon, video, vs.) birleştirme özelliğine sahip olmasından ötürü, bireyin yeni bir tarzda bilgi edinmesini gündeme getirmiştir. Bu durum, eğitim-öğretimde yeni öğrenme biçimlerini ortaya koymuştur

(Chera & Wood, 2003). Multimedya, uygun ve etkileşimsel öğrenme ortamları oluşturma kapasitesi sayesinde öğrencilerde bilişsel değişimleri destekleyici ve gerçekleştirecidir (Depover, Giardina & Marton, 1998). Multimedya, öğrenme sürecine aktif olarak katılmak ve bilimsel kavramları öğrenmek için öğrencilere yardımcı olmaktadır. Multimedya kullanımı ile öğrenciler aktif bir öğrenme ortamı içerisinde bulunmaktadır (Byers, 1997). Sınıf ortamında meydana gelecek öğrenmenin iyileştirilmesinde büyük bir potansiyele sahip olduğu araştırmacılar tarafından ifade edilmektedir (Moore & Miller, 1996). Multimedya, öğrenme ortamlarında öğrenci etkileşimlerine ve bilgi alış-verişlerine imkân vererek işbirlikçi öğrenmelere zemin oluşturabilir. Fakat multimedyaı içeren öğrenme ortamlarında öğrenciler, işbirlikçi etkinliklere katılmak için cesaretlendirilmelidir.

5. Multimedya ile Öğrenmenin Bilişsel Teorisi

Mayer (Mayer, 2001; Mayer & Moreno, 2002; Mayer, 2003), multimedya ile öğrenmenin bilişsel teorisini üç varsayım üzerine dayandırmaktadır: (i) *ikili kodlama teorisi* (iki kanal), (ii) *bilişsel yük teorisi* (sınırlı kapasite) ve (iii) *anlamli öğrenme teorisi*. Bu üç teori, insanların öğrenme doğasıyla ilgilenen bilişsel psikoloji alanı içerisinde ortaya atılmıştır.

a) İkili Kodlama Teorisi (Dual Coding Theory)

Bilişsel psikoloji alanında çok sık atıfta bulunulan teorilerden birisi de, 1971 yılında Kanadalı araştırmacı Allan Paivio tarafından ortaya atılan ikili kodlama teorisidir. Paivio (1971) tarafından oluşturulan bu teori, sözel ve sözel olmayan kodlamalar sisteminin yapısal ve fonksiyonel özelliklerine dayanarak bilginin nasıl işlendiğini, kodlandığını ve hatırlandığını tanımlamaktadır. İkili kodlama teorisine göre insanlar, görsel ve sözel bilgiler için ayrı bilgi işleme sistemlerine sahiptir. Görsel ve sözel materyaller farklı işleme sistemleri içerisinde işleme tabi tutulmaktadır. Göz organının kullanılmasıyla, görsel kanalla önce bilgi gönderilmekte ve görsel kanal sonra resmedilmiş bilgileri işlemektedir. Kulak organının kullanılmasıyla, işitsel kanalla önce bilgi gönderilmekte ve işitsel kanal sonra sözel bilgileri işlemektedir. İkili kodlama teorisi, bellekte tutmada resimlerin kelimeler üzerine olan üstünlüğünü de açıklamaktadır. Paivio'ya göre, bir nesnenin resmi iki biçimde bellekte kodlanmakta ve depolanmaktadır: (i) sözel biçimde (nesneyi adlandıran kelimeye karşılık gelmektedir) ve (ii) görsel biçim (resimdeki simgesel özellikleri yansıtmaktadır) (Weil-Barais, 1999). Örneğin, köpek sözcüğü işitsel sisteme kodlanırken; görsel formda köpek görüntüsü ve işitsel formda köpek havlamaları görsel sisteme kodlanmaktadır (Aldağ & Sezgin, 2002). Bir başka deyişle, kelimeler sadece işitsel sistem içerisinde işlenir ve kodlanırken, resimler ise işitsel ve görsel sistemler içerisinde işlenmekte ve kodlanmaktadır (Weil-Barais, 1999). İkili kodlama teorisine göre, görsel ve işitsel kanallar içerisinde kodlanmış bilgiler bu kanallardan sadece biri içerisinde kodlanmış bilgilerden daha iyi hatırlanmaktadır (Paivio, 1986; Clark & Paivio, 1991). Resimlerin kelimeler üzerine olan öğretimsel üstünlüğü, resimlerin kelimelerden daha iyi hatırlanmasının bir sonucudur. Bu teori, niçin resimlerin kelimelerden daha iyi hafızada tutulduğunu açıklamak için araştırmacılar tarafından sık sık kullanılmaktadır çünkü iki kodlama bir kodlamadan her zaman daha etkilidir.

İkili kodlama teorisi, multimedya ile öğrenmelerde adı sıkça geçen bir teoridir. 1990'lı yıllardan sonra, özellikle multimedya ile öğrenme üzerine yapılan araştırmaların artması ile ikili kodlama teorisine verilen önem de artmıştır.

b) Bilişsel Yük Teorisi (Cognitive Load Theory)

Bilişsel yük teorisi, multimedya ile öğrenme ortamlarının tasarlanmasında göz önüne alınacak önemli bir teoridir. Bu teori, ilk defa Sweller (1988) tarafından ortaya atılmıştır.

Bilişsel yük teorisi, görsel ve işitsel belleklerin işlem kapasitelerinin sınırlı olduğunu belirtmektedir. Bir başka ifadeyle, görsel ve işitsel bellekler; bilgileri işlemede, kodlamada ve depolamada sınırlı bir kapasiteye sahiptir (Sweller, 1988; Chandler & Sweller, 1991; Baddeley, 1992). Görsel ve işitsel bellek içerisinde muamele edilecek çok aşırı öğelerin (çok fazla kelimelerin veya kompleks bir görüntünün) öğrencilere sunumu aşırı yüklemeye neden olmaktadır. Ayrıca, kompleks ödevler de potansiyel olarak aşırı bilişsel yüklenmeye neden olmaktadır (Winberg & Berg, 2007). Öğrencilerin görsel ve işitsel belleği üzerindeki yükü ve öğrencilerin dikkatini gerektiren bilgi miktarını azaltmak gerekmektedir. Öğretimsel bilgiler, öğrenenin bilişsel sisteminin aşırı yüklenmesini aza indireyecek şekilde tasarlanmalıdır. Öğrencilerin görsel ve/veya işitsel belleğine aşırı yüklenme olmadığı zaman, öğrenciler bilgileri daha derinlemesine öğrenmektedir (Mayer & Moreno, 2002). Bilişsel yük teorisi, gereksiz bilgilerin elimine edilmesiyle öğrenmenin iyileştirilebileceğini belirtmektedir (Winberg & Berg, 2007).

c) Anlamlı Öğrenme Teorisi (Meaningful Learning Theory)

Anlamlı öğrenmenin (Ausubel, 1963) meydana gelmesi için öğrenenin; konu ile ilgili sunulan görsel ve sözel materyallerden kendisine fayda sağlayacak bilgileri (kelimeleri ve görüntüleri) seçmesi, bu bilgileri kendi görsel ve işitsel belleği içerisinde organize etmesi ve bu bilgileri önceki bilgilerine dâhil etmesi gibi bilişsel etkinliklerin her birisini başarması gerekmektedir (Wittrock, 1989; Mayer, 2001). Kısacası anlamlı öğrenme, multimedya öğrenme ortamlarında öğrenenin bilgiyi yapılandırması ve kavramsal olarak inşa etmesidir (Mayer & Moreno, 2002). Bu kavramsal inşa etme; öğrenme esnasında öğrenenin bilgileri bilişsel olarak işleme tabi tutması (bilgileri seçmesi, düzenlemesi, önceki bilgilerine dahil etmesi) ile ilişkilidir (Mayer, 2001). Yapılandırmacı yaklaşıma göre, öğrenci merkezde olup öğrenmenin aktörü konumundadır. Öğrenci aktif olarak bilgiyi inşa eden ve beceri kazanan durumundadır (Sfard, 1998). Öğrenci merkezli öğrenme, anlamlı öğrenme için önemlidir. Anlamlı öğrenmenin gerçekleşmesini temin etmek için, bilginin düzenlenmesi ve inşa edilmesi sürecine öğrencilerin aktif katılımını sağlamak gerekmektedir (Haidar, 1997). Teknoloji tabanlı öğrenme ortamlarında öğrencilerin aktif olarak öğrenme sürecine katıldıkları bildirilmektedir (Kearsley & Shneiderman, 1998; Own & Wong, 2000; Mayer, 2001; Mayer & Moreno, 2002; Mayer, 2003). Aktif öğrenme çıktısı olarak anlamlı zihinsel sunumlar gösterilmekte ve aktif öğrenmeler, model oluşturma süreçleri olarak gözlenmektedir (Mayer, 2001).

d) Gerçekleştirilmiş Araştırmalar

Multimedya ile öğrenme üzerine yapılan araştırmalar, multimedyanın semiyotik ve duyumsal seviyeleri üzerine yoğunlaşmaktadır. Semiyotik seviye, bilginin sunum biçimlerinden (metin, resim ve ses) söz etmektedir. Duyumsal seviye ise, bilginin görsel veya işitsel tarzda kabulü ile ilgilidir (Schnotz & Lowe, 2003). Multimedya ile öğrenme üzerine yapılan araştırmalarda, öğrenme ve anlama üzerine metin ve resim (sabit veya hareketli tarzda) gibi farklı gösterim biçimlerinin etkileri ele alınmaktadır (Mayer & Moreno, 2002; Mayer, 2003; Lowe, 2003; Schnotz & Bannert, 2003). Araştırmaların büyük çoğunluğu, ikili kodlama teorisi (Paivio, 1986; Clark & Paivio, 1991) ve bilişsel yük teorisi (Sweller, 1988; Chandler & Sweller, 1991) üzerine kurulmaktadır.

Mayer ve Anderson (1992) metin, resim+metin ve animasyon+anlatım içeren üç farklı öğrenme ortamı oluşturmuşlardır. Araştırma sonucunda, sadece metin içeren ortama göre resim+metin ve animasyon+anlatım içeren ortamların daha etkili öğrenmelere olanak sağladığı tespit edilmiştir. Diğer bir çalışmada Mayer ve Moreno (2002), animasyon+metin ve animasyon+anlatımdan oluşan iki yazılımı kullanan öğrenci grupları arasında akademik başarı

yönünden bir fark olup olmadığını araştırmışlardır. Araştırma sonuçları, animasyon+anlatımı kullanılan öğrencilerin daha başarılı olduğunu ortaya koymuştur.

Bayram (2001), dört değişik iletim biçiminin (klasik, görsel, görsel-işitsel ve çok duyulu etkinleştirilmiş bilgi iletim biçimlerinin) öğrenci başarısı üzerine etkisini incelemiştir. Araştırmada birbirine eş özelliklere sahip dört çalışma grubu oluşturulmuştur. Bu gruplardan birincisinde (klasik bilgi iletim grubu) geleneksel öğretim biçimi ile ders anlatılmıştır. İkinci grupta (görsel bilgi iletim grubu) NASA eğitim merkezi tarafından özel olarak hazırlanmış posterler kullanılarak öğretim gerçekleştirilmiştir. Üçüncü grupta (görsel-işitsel bilgi iletim grubu) CD-ROM kaynaklarından yararlanılarak öğretim yapılmıştır. Dördüncü grupta (çok duyulu etkinleştirilmiş bilgi iletim grubu) ise posterler ve CD-ROM öğretim materyallerinden yararlanılarak öğretim gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın sonucunda, klasik bilgi iletim biçiminin uygulandığı birinci grubun akademik başarı düzeyi diğer gruplardan daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, görsel-işitsel (CD-ROM) bilgi iletim biçimi ile çok duyulu etkinleştirilmiş (CD-ROM ve poster) bilgi iletim biçiminin öğrenci başarısını artırmada en etkili olduğu gözlenmiştir.

Sezgin (2002), ikili kodlama teorisine göre hazırlanan multimedya ders yazılımının fen bilgisi öğretimindeki akademik başarıya, öğrenme düzeyine ve kalıcılığa etkisini incelemiştir. Araştırma, her biri 18 öğrenciden oluşan üç grup ile gerçekleştirilmiştir. Bu üç gruptan iki tanesi deney grubunu diğeri ise kontrol grubunu oluşturmaktadır. Birinci deney grubu animasyonlardan oluşan yazılımla çalışırken, ikinci deney grubu ise sabit resimlerden oluşan yazılımla çalışmıştır. Yazılımlar bu çalışma için araştırmacı tarafından hazırlanmıştır. Kontrol grubunda ise öğretim, geleneksel-öğretmen merkezli olarak yürütülmüştür. Araştırma sonuçları, öğrencilerin akademik başarıları, öğrenme düzeyleri ve öğrenmedeki kalıcılık düzeyleri açısından deney grupları lehine anlamlı farklılıklar olduğunu göstermiştir. Ayrıca, son-testten on dört gün sonra yapılan kalıcılık testi sonuçları, animasyonlar ile çalışan öğrencilerin daha kalıcı öğrenmeler edindikleri gözlenmiştir.

Multimedya ile öğrenme üzerine yapılan araştırmalar; sadece kelimeleri içeren geleneksel iletişim biçiminden daha ziyade, kelime ve resimleri içerecek şekilde tasarlanmış multimedya araçlarından itibaren öğrencilerin daha derinlemesine öğrendiğini oraya koymuştur. Fakat multimedya araçları, öğrencilerin görsel ve/veya işitsel belleğinin aşırı yüklenmesine neden olacak miktarda bilgi içermemesi gerekmektedir (Mayer, 2001; Mayer & Moreno, 2002; Mayer, 2003). Ayrıca, kelimeler metinsel yerine seslendirilmiş olarak sunulduğunda, öğrencilerin bilgileri daha derinlemesine anladığı bildirilmektedir (Mayer & Moreno, 2002). Kelimeleri ve resimleri içeren bir öğretimin, anlamlı öğrenmenin gerçekleştirilmesi açısından önemli olduğu ve öğrenciyi daha iyi bilişsel yapılandırmaya taşıdığı belirtilmektedir. Ayrıca öğretmenin, öğrencilerin anlamalarını iyileştirmek için bilginin sunumunda görsel ve sözel biçimleri kullanması gerektiği vurgulanmaktadır (Mayer, 2003; Schnotz & Bannert, 2003). Birden fazla duyu organına hitap eden, etkileşimli ve iyi tasarlanmış multimedya araçları, öğrenenin sürece aktif olarak katılmasını sağladığı gibi kalıcı öğrenmelerin oluşmasına da yardımcı olmaktadır (Akkoyunlu & Yılmaz, 2005).

6. İnternet Tabanlı Öğrenme Olanakları

Teknolojinin hızla gelişmesi sayesinde, günümüzde internet ortamında birçok teknolojik araca (animasyon, simülasyon, video, vs.) ulaşmak mümkündür. Bu teknolojik araçlar, sınıf ortamında veya dışında, internet yardımıyla kimyanın öğrenilmesinde öğrenciye sayısız faydalar sağlamaktadır. İnternet tabanlı öğrenme olanakları ile ilgili olarak, kimya konuları üzerine hazırlanmış teknolojik araçları içeren Amerikan, Alman ve Fransız üniversitelerinin web sayfaları örnekleri ve kimya filmlerini içeren Kimya Eğitimi Dergisi (Journal of Chemical Education)'nin web sayfası ile ilgili bilgiler sunulacaktır. Ayrıca, ülkemizde

internet tabanlı öğrenme olanakları ve Türk Milli Eğitim Bakanlığı'nın bu konuda yapmış olduğu çalışmalar hakkında da bilgiler verilmektedir.

a) Amerikan Üniversitelerine Ait Kimya Web Sayfası Örnekleri

Amerikada'ki Southern Connecticut State üniversitesinin kimya bölümünün web sayfasında, genel kimya I ve II derslerinde işlenen konularla ilgili kimya videoları yayınlanmaktadır (URL-1). Real Player (rm) formatında yayınlanan 27 adet video, bu dersleri veren kimya bölümünün iki profesörü (Gregory Kowalczyk ve Gerald Lesley) tarafında laboratuvar ortamında gerçekleştirilmiştir. Bu 27 adet video, ilgili web sayfasında üç başlık altında öğrencilerin hizmetine sunulmaktadır: (i) “teknikler” başlığı altında 4 adet video, (ii) “genel kimya I laboratuvar deneyleri” başlığı altında 12 adet video ve (iii) “genel kimya II laboratuvar deneyleri” başlığı altında 11 adet video mevcuttur. “Teknikler” başlığı altında sunulan videolar, laboratuvar araç-gereçlerinin kullanımını tanıtmaktadır (elektronik terazinin kullanımı, Bunsen bekinin kullanımı, süzgeç kağıtının kullanımı, volümetrik pipetin kullanımı). Diğer iki başlık altında, genel kimya I ve II dersleri ile ilgili bazı laboratuvar deneylerinin (bir kimyasal maddenin üç fiziksel özelliği, bilinmeyen bir sıvının yoğunluğunun saptanması, bilinmeyen bir sıvının kaynama noktasının saptanması, fosforik asit ile stökiyometrik reaksiyonlar, enerji transferi ve kalorimetri, zayıf bir asidin ayrışma sabitinin saptanması, tuzların hidrolizi, tampon çözeltilerin pH'ı, çözünürlüğün belirlenmesi, vs.) videoları yer almaktadır.

Amerika'daki Kuzey Karolina Fen Bilimleri ve Matematik Okulunun (North Carolina School of Science and Mathematics/NCSSM) kimya bölümünün web sayfasında, “Kimya Öğretmenleri için Araçlar” başlığı altında bazı linkler mevcuttur (URL-2). Bu linklerden iki tanesi, TIGER ve CORE, farklı kimya konuları ile ilgili öğrenci ve öğretmenler için faydalı olacak filmleri ve animasyonları bünyesinde barındırmaktadır.

TIGER (Teachers' Instructional Graphics Educational Resources/Öğretmenlerin Öğretimsel Grafik Kaynakları); animasyonlar, diyagramlar ve diğer öğretim materyallerini içermektedir (URL-3). Bu materyaller, uzaktan öğrenim sınıflarında ve online derslerinde kullanılmak üzere NCSSM'in Uzaktan Öğrenim Teknolojileri Bölümü (Distance Learning Technologies Department) tarafından üretilmiştir. Ayrıca bu materyaller, NCSSM'in kampüsteki sınıflarında da kullanılmaktadır. İnternet aracılığıyla NCSSM öğretmenleri ve öğrencileri her yerde bu teknolojik materyalleri kullanabilmektedir.

TIGER'in web sayfasında Kimya ve bazı bilim dalları ile ilgili sayfalar yer almaktadır. TIGER'in kimya sayfası 17 konu içermektedir: (i) esaslar (elementler ve ölçüler), (ii) atomun yapısı, (iii) periyodik özellikler, (iv) nükleer, (v) mol, (vi) stökiyometri, (vii) gazlar, (viii) bağ, (ix) faz değişimi, (x) koligatif özellikler, (xi) termodinamik, (xii) denge, (xiii) kinetik, (xiv) asit-baz, (xv) elektrokimya, (xvi) moleküler yapı/geometri ve (xvii) kompleks iyonlar. Online kimya dersleri için TIGER'in kimya sayfası; 186 Flash animasyonu (exe, html ve htm formatında), 14 film (mov ve avi formatında) ve 195 sabit görüntü (gif, jpg ve jpeg formatlarında diyagramlar, grafikler, resimler) içermektedir.

CORE (Chemistry Online Resource Essentials/Online Kimya Kaynakları), NCSSM'nin iki kimya eğitimcisi Myra Halpin ve Chuck Roser tarafından online kimya dersleri için üretilmiş animasyonları, gösteri videolarını, laboratuvar videolarını ve laboratuvar dokümanlarını görme imkânı sağlamaktadır (URL-4). CORE'nin web sayfası profesyonel olarak geliştirilmiş öğretim ve öğrenim materyalleri içermektedir. Bu materyaller, NCSSM öğrencilerinin ve eğitimcilerinin hizmetine sunulmaktadır. E-mail yolu ile NCSSM'dan alınacak izinle (elde edilecek kullanıcı adı ve parola ile) dünya'daki bütün eğitim camiası (öğretmenler ve öğrenciler), CORE'nin bu eğitim materyallerinden faydalanabilir.

CORE'nin web sayfası 17 kimya konusunu içermektedir: (i) giriş, (ii) fiziksel ve kimyasal özellikler, (iii) atomun yapısı (1. bölüm), (iv) nükleer, (v) mol, molarite ve

reaksiyon çeşitleri, (vi) stökiyometri, (vii) gaz kanunları, (viii) atomun yapısı (2. bölüm), (ix) bağ ve geometri, (x) moleküllerarası kuvvetler, (xi) termokimya, (xii) koligatif özellikler, (xiii) termodinamik, (xiv) gaz fazı, çözünürlük, kompleks iyon dengesi, (xv) kinetik, (xvi) asit-baz dengesi, (xvii) elektrokimya. CORE web sayfası; 104 Flash animasyonu (swf formatında), 205 gösteri videosu (rm formatında), 67 laboratuvar videosu (rm formatında) ve 56 laboratuvar dokümanı (doc formatında) içermektedir. CORE web sayfasında bulunan toplam 272 kimya videosundan sadece bir tanesi süre bakımından uzunken (28 dk.), diğerleri 24 saniye ile 9 dakika arasında değişmektedir.

b) Alman Üniversitelerine Ait Kimya Web Sayfası Örneği

Almanya'daki Regensburg üniversitesinin organik kimya enstitüsü bazı organik kimya deneylerini gösteren videoları internet üzerinden yayınlamaktadır. Bu videolar organik kimya enstitüsünün bir üyesi olan Peter Keusch tarafından üretilmiş olup, kendi kişisel web sayfasında yer almaktadır (Keusch, 2009). Bu web sayfasında, Real Player (rm) formatında izlenebilen ve 35 sn. ile 7 dk. 24 sn. arasında değişen 81 adet video bulunmaktadır. Videolar içerisinde ele alınan organik kimya konuları şu şekildedir: (i) yerdeğiştirme reaksiyonları (örneğin, gümüş nitrat ile butilbromür izomerlerinin reaksiyonu), (ii) redoks reaksiyonları (örneğin, bütanol izomerlerinin yükseltgenmesi), (iii) test reaksiyonları (örneğin, Fehling testi), (iv) karboksilik asitler ve türevleri (örneğin, magnezyum ile karboksilik asitlerin reaksiyonu), (v) kromatografik ayırma yöntemleri (örneğin, ince tabaka kromatografisi ile bitki pigmentlerinin ayırımı) ve (iv) sentetikler (örneğin, Naylon 6'nın – Perlon'un – sentezi).

Bu web sayfasında bulunan videolar, kimyanın önemli yönlerini açıklamakta ve birçok okulda bulunmayan ve tehlikeli veya kullanma problemlerine neden olan maddeleri ve araçları içermektedir. Videolardaki deney tanıtımları içerisinde verilen teorik bilgiler, öğretmenlere ve öğrencilere deneyin teorik içeriğini hatırlatmak için yeterlidir. Videoların içerdiği deneyler, öğrencilerin kimya kavramlarını öğrenmesine yardımcı olabilir.

c) Fransız Üniversitelerine Ait Kimya Web Sayfası Örneği

Fransız Milli Eğitim Bakanlığı ve Araştırma Bakanlığı tarafından desteklenen Online Üniversite, Kendi Kendini Eğitim Merkezlerinin Üniversite ile ilgili Bölümü (Réseau Universitaire des Centres d'Autoformation/RUCA) tarafından gerçekleştirilmiştir (URL-5). Bu Online Üniversite (Université en ligne)'nin amacı, bilgi ve iletişim teknolojilerinden faydalanarak öğrenmenin yeni biçimlerini geliştirmek ve bilginin geniş bir yayılımına iştirak etmektir. Online Üniversite'nin içerdiği bütün multimedya araçları, onüç Fransız Üniversitesinin işbirliği ile öğretmenler ve öğrenciler için tasarlanmış ve üretilmiştir. Bu multimedya araçları; geleneksel eğitimi zenginleştirmek, kendi kendini eğitmek ve uzaktan eğitim için kullanılmaktadır.

Bu Online Üniversite, dört bilim dalı (biyoloji, fizik, kimya, matematik)'ni içermekte ve bu bilim dalları ile ilgili multimedya araçlarını bünyesinde barındırmaktadır. Online Üniversite'de Kimya, 10 konu ile temsil edilmektedir (kimyasal termodinamik, kimyasal kinetik, maddenin mikroskobik yapısı, organik kimyada adlandırmaya giriş, stereoizomeri, sulu çözelti kimyası, elektronik etkiler, spektroskopiler, *d* elementlerinin kimyası, *p* elementlerinin kimyası). Online Üniversite'nin içerdiği Kimya ve diğer üç bilim dalı, beş grup altında sunulmaktadır: (i) hipermedya aracıyla: metinler (hiperteks linkleri ile teorik bilgilerin sunulması), animasyonlar, simülasyonlar, modeller, deneyleri gösteren dijital video dokümanları; (ii) interaktif multimedya egzersizleriyle; (iii) farklı kavramlar arasında ilişkiler inşa etmeye imkân sağlayacak egzersizlerle; (iv) kendi kendini değerlendirme testleriyle; (v) bibliyografik referanslarla.

Bu Online Üniversite, çok sayıda teknolojik dokümanı (38400 html dosyası, 200 xml dosyası, 88000 resim (gif, jpeg ve png formatında), 3874 Flash animasyonu (swf formatında), 230 video (mov ve mpg formatında) ve 350 Java simülasyonu) öğretmenlerin ve öğrencilerin hizmetine sunmaktadır. Fransız Milli Eğitim Bakanlığının ve Araştırma Bakanlığının 21 Haziran 2001 yılında aldığı bir kararla, bu teknolojik dokümanların kullanımı tüm Fransız devlet liseleri ve üniversiteleri için ücretsizdir.

d) Kimya Eğitimi Dergisine Ait Web Sayfası Örneği

“Chemistry Comes Alive!” isimli proje kapsamında üretilen kimya filmlerinin bazıları Kimya Eğitimi Dergisi (Journal of Chemical Education)’nin internet sayfasında yayınlanmaktadır (URL-6). Bu proje sayesinde kimyasal reaksiyonları ve tekniklerini gösteren resimler, animasyonlar ve videolar öğretmenlerin ve öğrencilerin hizmetine sunulmaktadır. Şuana kadar 8 cilt içerisinde toplanan filmler, kimya konularına göre düzenlenmiştir. Birinci cilt; stökiyometri, kimyasal reaksiyonlar, gazlar ve maddenin elektriksel özellikleri konularını kapsamaktadır. İkinci cilt; periyodik tablo, katılar ve sıvılar, bağlar ve çözeltiler konularını içermektedir. Üçüncü cilt; entalpi ve termodinamik, yükseltgenme-indirgenme reaksiyonları ve elektrokimya konularını ele almaktadır. Dördüncü cilt bütünüyle sulu çözeltilerdeki kimyasal reaksiyonlarla ilgilenirken, beşinci cilt karbohidratlar, aminler, vs. gibi organik kimya konularını hedef almaktadır. Altıncı cilt, çeşitli temel laboratuvar teknikleri ve uygulamalarını (santrafuj, büret okuma, spatül ile bir katının aktarımı, manyetik karıştırıcı, termometre, vs.) içermektedir. Yedinci cilt, elementlerin ve bileşiklerin alev testlerini ve patlamalarını ele almaktadır (borik asit’in alev testi, bir metal kap içerisinde toz patlaması, vs.). Sekizinci cilt, QuickTime formatında 220’den fazla film ve 2500’den fazla sabit görüntü (resim) içermektedir. Bu cilt, kimyasal olaylar hakkında öğrenci anlamalarını kolaylaştırmak için modeller kullanılarak oluşturulmuştur.

“Chemistry Comes Alive!” projesi kapsamında şuana kadar sekiz cilt oluşturulmuştur. Herbir ciltin ilgili kimya konuları için üretilen filmler, QuickTime formatında olup film görüntüleri yüksek kalitededir. Filmler, sadece “Chemistry Comes Alive!” CD-ROM’larında mevcut olup, ancak bazı filmler ise (civa(II) klorür ile sodyum iyodür’ün reaksiyonu, buz bombası, potasyum permanganat ile gliserin’in yükseltgenmesi, azot triiyodür’ün patlaması, sodyum sülfür ile kadmiyum nitrat’ın reaksiyonu, kuvvetli asit ile protein’in denatürasyonu, vs.) Journal of Chemical Education Online üzerinden tedarik edilebilmektedir.

e) Türkiye’de İnternet Tabanlı Öğrenme Olanakları ve MEB’in Çalışmaları

Ülkemizde bilgi ve iletişim teknolojilerinin eğitim-öğretim ortamlarında kullanılmasına, 1988 yılında TÜBİTAK içerisinde kurulan multimedya (çoklu ortam) laboratuvarı öncülük etmiştir. Bu multimedya laboratuvarı, 8 yıllık ARGE çalışmalarından sonra 1996 yılında Bilim Kurulu kararıyla özelleştirilerek SEBİT adını almıştır. SEBİT, ilk ve ortaöğretime yönelik, yüksek kalitede ve görsellikte, bilgisayar destekli eğitim içerikleri üretimine başlamıştır (URL-7). 1998 yılında ilk olarak *Akademia* ve 2000 yılından itibaren de *Vitamin* markası altında ürünler üretmiştir. 90’dan fazla CD’den oluşan bu ürünler 6. sınıftan 11. sınıfa kadar olan öğrencilerin kullanımına sunulmuştur. 2006 yılında Milli Eğitim Bakanlığı’nın başlattığı *Bilgiye Erişim Portalı* Projesi için özel e-Öğrenme içerikleri geliştirmiştir. ODTÜ Teknokent ofisinde değişik projelerde çalışan ve araştırma-geliştirme alanında uzman 150 kişilik personeli ile SEBİT, 2007 yılından itibaren Türk Telekom şirketi olarak faaliyet göstermektedir. SEBİT, ilk ve ortaöğretim müfredatına yönelik, özellikle kavramsal öğrenmeyi amaçlayan, yüksek etkileşim seviyesinde ve görsellikte bilgisayar destekli eğitim materyalleri üretmektedir.

Ülkemizde bilgi ve iletişim teknolojilerinin eğitim-öğretim ortamlarında kullanımına yönelik yapılan çalışmalarını bir özeti aşağıda sunulmaktadır:

- 1988 yılında TÜBİTAK içerisinde ilk multimedya laboratuvarı kuruldu.
- 1990 yılında Türkiye’de ilk bilgisayar destekli eğitim (BDE) uygulamasına başlandı.
- 1992 yılında MPEG teknolojisi eğitimde kullanılmaya başlandı.
- 1994 yılında 3D simülasyonlarının üretilmesiyle zengin içerikler oluşturuldu.
- 1996 yılında SEBİT kuruldu.
- 1998 yılında Akademia öğrencilerin hizmetine sunuldu.
- 2000 yılında Vitamin Lise öğrencilerin hizmetine sunuldu.
- 2001 yılında Vitamin İlköğretim öğrencilerin hizmetine sunuldu.
- 2006 yılında Milli Eğitim Bakanlığı Bilgiye Erişim Portalı (BEP) projesini başlattı.
- 2007 yılında Vitamin Online Projesi başladı.
- 2008 yılında Vitamin Okul devlet okullarında kullanılmaya başlandı.
- 2008 yılında Vitamin, İnternet Servis Sağlayıcıları (ISS) üzerinden evlere sunuldu.

Milli Eğitim Bakanlığı Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü’nün internet tabanlı öğrenme konusunda çalışmaları bulunmaktadır. Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü (EĞİTEK)’ne ait “www.egitim.gov.tr” isimli web sayfasında bazı linkler verilmiştir: (i) Örnek Öğrenme Nesneleri, (ii) İnternet Radyo TV, (iii) Bilgiye Erişim Portalı ve (iv) skool.tr (URL-9). Bu linkler, öğrencilere internet tabanlı öğrenme olanakları sunmaktadır. Aşağıda, bu linklerle ilgili bilgiler verilmektedir. Ayrıca, 1998 yılında yayınlanan *Akademia* ve 2008 yılından itibaren devlet okullarında kullanılmaya başlanan *Vitamin* hakkında da bazı bilgiler sunulmaktadır.

Örnek Öğrenme Nesneleri

Bu web sayfası; Matematik, Fen ve Teknoloji, Türkçe, Hayat Bilgisi ve Sosyal Bilgiler dersleri ile ilgili toplam 216 öğrenme nesnesi örneği içermektedir (URL-10). Fen ve Teknoloji dersi kapsamında 4., 5., 6., 7. ve 8. sınıf seviyesindeki öğrencilere hitap eden 40 öğrenme nesnesi örneği bulunmaktadır: (i) 29 Flash animasyonu, (ii) 4 video, (iii) 3 power point sunumu ve (iv) 4 metin (pdf formatında). Bu 40 öğrenme nesnesinden 8 tanesi Kimya konuları ile ilgilidir: (i) “maddeyi niteleyen özellikler” konusunda 3 animasyon, (ii) “maddeyi oluşturan tanecikler” konusunda 3 animasyon, (iii) “maddenin yapısı ve özellikleri” konusunda 1 animasyon ve (iv) “maddeyi niteleyen özellikler” konusunda 1 metin.

İnternet Radyo Televizyon

Bu web sayfası; okul öncesi, ilköğretim ve ortaöğretim düzeyindeki öğrencilere hitap eden “avi” formatında izlenebilen videolar içermektedir. Bu üç öğretim düzeyinde yer alan dersler, uzman eğitimciler tarafında sözlü anlatılmaktadır. Uzman eğitimcilerin ders anlatımları videolara kaydedilmiş olup, bu web sayfasına yayınlanmaktadır (URL-11). Ortaöğretim düzeyindeki kimya dersi kapsamında 17 dk. ile 21 dk. arasında değişen 15 adet video bulunmaktadır. Her bir videoda bir kimya konusu ele alınmıştır. Videolarla anlatılan kimya konularından bazıları; mol, radyoaktiflik, periyodik cetvel, modern atom modeli, gazlar, kimyasal reaksiyonlar, kimyasal denge, kimyasal tepkimelerde hız, redoks, asitler ve bazlar, vs. şeklindedir.

Bilgiye Erişim Portalı

Milli Eğitim Bakanlığı Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü, Bilgiye Erişim Portalı (BEP) projesi ile ilgili olarak 2005 yılı Aralık ayı içerisinde tüm valiliklere bir yazı göndermiştir. Öğrenci ve öğretmenlerin, eğitimlerine katkı sağlayacak içeriğe erişebilmeleri ve eğitim kullanıcılarına bilgi paylaşım ortamı sunulması amacı ile bir proje başlatıldığı bu

yazı ile tüm okullara duyurmuştur. Şuanda pilot çalışmaları süren BEP projesinin ileride tüm okulları, öğrenci ve öğretmenleri kapsayacak şekilde genişletilmesi amaçlanmaktadır (URL-12). Şimdilik bu proje, yapılandırmacı yaklaşıma göre hazırlanan yeni müfredatın uygulandığı 9 il ve 120 pilot okulda öğrenim gören yaklaşık 180000 öğrenciyi ve 6000 dolayında öğretmeni kapsamaktadır. BEP'nin öğretmen ve öğrencilere birçok fayda sağlayacağı düşünülmektedir. BEP'nin öğretmenlere sunduğu imkanlar: (i) temel eğitim-öğretim programına uygun ve onu destekleyen yazılımlara ulaşma, (ii) e-kütüphane adı altında paylaşılan içeriklere erişim, (iii) uzaktan eş zamanlı ve eş zamanlı olmayan karşılıklı forum ve tartışma ortamlarıyla iletişim kurma ve (iv) ders notu ve soru paylaşımı. BEP'nin öğrencilere sunduğu imkanlar ise: (i) temel eğitim-öğretim programına uygun ve onu destekleyen yazılımlara ulaşma, (ii) e-kütüphane adı altında paylaşılan içeriklere sınırsız erişim, (iii) verilen ödevlere ulaşma, (iv) anında iletişim imkânı ile paydaşlarına erişim (anlayamadığı konuları öğretmenlerine mesaj atarak hemen sorabilme, arkadaşları ile dersler hakkında fikir alışverişinde bulunabilme) ve (iv) eğlenerek öğrenme fırsatı yakalama. Bilgiye Erişim Portalı sayesinde öğrencilerin, dersleri ile ilgili bilgilere ve materyallere kolay ulaşması amaçlanmaktadır.

skooool.tr

Skooool.tr (öğretme ve öğrenme teknolojisi), Intel® ve MEB ortaklığı ile öğretmen ve öğrencilerin hizmetine sunulmuş bilgisayar destekli bir eğitim ürünüdür (URL-13). Skooool.tr; biyoloji, fizik, kimya ve matematik dersleri ile ilgili materyalleri (resim, animasyon, simülasyon), konu özetlerini, çalışma notlarını ve çoktan seçmeli değerlendirme testlerini bünyesinde barındırmaktadır. Ayrıca, sesli konu anlatımlarını içermektedir. Simülasyon kullanımı ile interaktif (etkileşimli) öğrenme imkanları sunmaktadır. Skooool.tr'nin kimya dersi kapsamında içerdiği konular: (1) katı, sıvı ve gazların özellikleri, (2) hal değişimi, (3) erime ve kaynama noktası, (4) metaller, (5) ametaller, (6) elementlerin kullanımı, (7) metallerin asitle reaksiyonu, (8) asit-baz tepkimeleri, (9) asitler-bazlar, (10) yer değiştirme tepkimeleri, (11) günlük hayattaki nötralleşme tepkimeleri, (12) pH skalası, (13) metallerin asitlerle tepkimesi, (14) metallerin aktiflik sıralaması, (15) asit ve baz kullanarak tuz elde edilmesi, (16) suda çözünmeyen bazların asitlerle tepkimesi, (17) maddenin halleri ve tanecikli yapı, (18) tuzun kullanım alanları, (19) hal değişikliği - su, (20) metallerin oksijen ve su ile tepkimesi, (21) bağlar ve yapılar. Skooool.tr, bu yirmi bir kimya konusundan altı tanesinde simülasyon içerirken diğerleri için animasyonları ve resimleri bünyesinde barındırmaktadır.

Akademia

Akademia; lise 1, 2 ve 3'e yönelik, lise müfredatının tamamını kapsayan, 40 CD'den oluşan etkileşimli, görsel ve işitsel, bilgisayar destekli eğitim paketidir (URL-8). Akademia; Matematik, Fizik, Kimya, Biyoloji, Türkçe - Edebiyat, Tarih, Coğrafya, Felsefe Grubu (Felsefe, Mantık, Psikoloji, Sosyoloji) derslerinden oluşmaktadır. Akademia'da dersler bölümünden başka; Rehberlik, Hızlı Okuma, Dinlence bölümleri vardır. Ayrıca, dersler bölümüne destek olan Performans bölümü öğrencinin başarısını ölçmektedir. Akademia eğitim seti, 1999 yılında MEB Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı tarafından ortaöğretim öğrencilerine tavsiye edilmiştir.

Akademia CD'lerinde yer alan Kimya konuları 16 ünite altında toplanmıştır: (i) madde, (ii) atomun yapısı ve periyodik sistem, (iii) mol kavramı, (iv) kimyasal tepkimeler, (v) gazlar, (vi) çözeltiler, (vii) hal değişimleri, (viii) çekirdek tepkimeleri, (ix) kimyasal tepkimelerde enerji, (x) kimyasal tepkimelerde hız, (xi) kimyasal denge, (xii) asitler ve bazlar, (xiii) indirgenme-yükseltgenme tepkimeleri, (xiv) kimyasal bağlar, (xv) hidrokarbonlar ve

(xvi) yabancı atomlu organik bileşikler (alkoller, eterler, aldehitler, ketonlar, karboksilli asitler, ester, karbonhidratlar ve aromatik bileşikler). Bu kimya konularının öğretiminde teknolojik araçlardan faydalanılmıştır. Moleküler düzeyde kimyayı anlamayı sağlayacak animasyonlar ve simülasyonlar kullanılmıştır. Ayrıca, videolardan ve resimlerden faydalanarak kimyayı öğretme yoluna gidilmiştir.

Vitamin

Vitamin; SEBİT tarafından üretilen, Milli Eğitim Bakanlığı müfredatına uygun olarak geliştirilmiş ve İnternet üzerinden kullanılan bir eğitim destek hizmetidir. Vitamin, bilgisayar destekli bir eğitim ürünü olup, SEBİT, Türk Telekom ve MEB arasında oluşturulan işbirliği ile öğretmenlerin ve öğrencilerin hizmetine sunulmaktadır. Türk Telekomünikasyon AŞ, eğitime destek olmak amacıyla Vitamin'i devlet okullarındaki tüm öğretmenlere ücretsiz olarak sunmaktadır. Öğretmenler diledikleri herhangi bir yerden <http://www.mebvitamin.com/> adresine girerek Vitamin'i kullanabilmektedirler. Öğretmenler ve öğrenciler *MEB Vitamin*'i devlet okullardan ücretsiz olarak kullanabilmeleri için, MEB'in merkezi elektronik sistemlerine kayıtlı olmaları gerekmektedir. Ayrıca Vitamin, İnternet Servis Sağlayıcıları (ISS) üzerinden evlere de sunulmaktadır. Öğrenciler, yıllık olarak cüzi bir ücret ödeyerek evlerinden <http://www.ttnetvitamin.com.tr/> adresinden Vitamin'e (*TNET Vitamin*'e) giriş yapabilmektedir.

Vitamin, ilköğretim 4., 5., 6., 7. ve 8. sınıf öğrenci ve öğretmenlerinin eğitim ve öğretim hayatını kolaylaştırmak için hazırlanmıştır. Vitamin; Matematik, Fen ve Teknoloji, Türkçe ve Sosyal Bilgiler derslerini kapsamakta ve 3000'den fazla etkinlik içermektedir. Vitamin, fen ve teknolojiye merak uyandıran, karmaşık kavramlar için somut örnekler içeren ve keşfetmeye yönlendiren bir içeriğe sahiptir. Konu anlatım bölümlerinde müfredattaki bilgilerin kolayca edinilmesine yardımcı olabilecek uygun görsel ve işitsel malzemeler kullanılmıştır. Her aşamada öğrencilerin pedagojik düzeyi dikkate alınmıştır. Vitamin, öğrencilerin sadece fen ve teknolojiyi öğrenmelerini değil, aynı zamanda araştırma ve keşifler yapabilmelerini hedeflemektedir. Öğrencilerin aktif katılımının sağlanması amacıyla sınıf ortamları oluşturulmasına yardımcı olmaktadır.

Vitaminde her konu anlatımı; “Düşünüyorum”, “Öğreniyorum”, “Uyguluyorum” ve “Kendimi Değerlendiriyorum” bölümlerinden oluşmaktadır. Her konu anlatımı “Düşünüyorum” bölümüyle başlamaktadır. Bu bölümde öğrencilere yöneltilen soru, anlatılan durum ve gösterilen resimler öğrencileri motive etmeye yönelik aktivitelerdir. Böylece öğrencilerin ilgileri, öğrenme alanına çekilmek istenmiştir. “Öğreniyorum” bölümünde öğrencilere öğrenme alanında ne öğreneceği ve hangi kazanımlara ulaşılacağı bilgisi sesli ve yazılı olarak verilmektedir. Öğrenme alanına ait kazanımlar animasyonlar ile verilerek öğrencilerin sıkılmadan, eğlenerek öğrenmesi amaçlanmıştır. “Uyguluyorum” bölümü ile öğrencilere kazanımlarını uygulama imkânı tanınmaktadır. Sesli geri bildirimler ile öğrencilerin uygulama yaparken de öğrenmeleri hedeflenmiştir. Her konu anlatımı sonunda “Kendimi Değerlendiriyorum” bölümü yer almaktadır. Öğrencilerin öğrenme alanıyla ilgili edindiği kazanımları, verilen aktivitelerle değerlendirmeleri sağlanmaktadır.

Vitamin, öğretmen ve öğrencilere birçok olanaklar sağlamaktadır : (i) ders anlatımına yönelik hazır sunumlar, (ii) ders kitabındaki içeriklere ulaşma, (iii) 3-D model türündeki interaktif etkinlikler, (iv) animasyonlar, (v) simülasyonlar, (vi) deneyler, (vii) sınıf etkinlikleri, (viii) çözümlü örnekler, (ix) soru-cevap etkinlikleri, (x) tarama testleri, (xi) SBS'ye yönelik deneme sınavları ve (xii) ek kaynaklar.

Vitamin'deki ders içerikleri; etkileşimli alıştırma ve deneylerle, 3 boyutlu animasyonlarla, çalışma kağıtlarıyla ve sınıf etkileşimleriyle MEB'in müfredatına birebir uygun olarak hazırlanmıştır. Ders anlatımları öğrencilerin öğrenme motivasyonunu arttıran sesli animasyonlarla, dikkati canlı tutan interaktif etkinlikler ile eğlenceli hâle getirilmiştir.

Ayrıca, Vitamin içerisinde hem sınıfta uygulanabilen hem de öğrencilerin tek başına yapabileceği deneyler ve etkinlikler bulunmaktadır. Vitamin içerisindeki animasyonlar, zengin görselleri ve kapsamlı içeriğiyle gerçek bir bilgi hazinesi niteliği taşıyan, sesli konu anlatımlarıdır. Görsel ve işitsel öğelerle desteklenen konu anlatımları sayesinde öğrencinin bilgiye en kısa yoldan ulaşması hedeflenmiştir. Vitamin’de; soyut kavramlar örneklemelerle somutlaştırılmış, karmaşık konular modellenerek basitleştirilmiş, gerçekte gözlemlenmesi çok zor olaylar canlandırmalarla sanal ortamda gözlemlenmesi sağlanmış, örnekler gerçek hayatla ilişkilendirilmiştir.

TARTIŞMA

Ortaöğretim ve üniversite seviyesindeki birçok öğrenci kimyayı anlayamamaktadır. Bu yüzden öğrenciler, birçok kimya kavramı hakkında bilimsel olarak uygun olmayan kavramsal anlayışlar geliştirmektedir. Öğrencilerin kimya bilgileri bölük pörçük ve birbiri ile ilişkilendirilmemiş haldedir. Birçok öğrenci öğrenme olmaksızın sadece kimya kavramlarının anlamlarını ezberlemektedir (Haidar, 1997; Niaz & Rodriguez, 2000). Bu durum, niçin bazı öğrencilerin kimyayı sevemediğinin bir göstergesidir. Bilgi ve iletişim teknolojilerini içine alan bir öğretim, öğrencilerin kimyayı etkili ve anlamlı bir şekilde öğrenmesine yardımcı olacaktır.

İnsanlar, olayları yorumlamak ve onların anlamını oluşturmak için zihinsel modeller inşa etmektedir (Johnson-Laird, 1983). Zihinsel modeller, bireyin aklında yer etmiş bir kavramın veya olayın kişisel tasviri olarak tanımlanmaktadır (Coll & Treagust, 2003). Kimyasal olaylar ilgili zihinsel modeller inşa etmek için öğrenciler, somut referansları (somut nesneleri ve olayları) kullanmaktadır (Kozma & Russell, 1997). Somut referansları kullanan etkinliklerin; anlamlı zihinsel modellerin geliştirilmesinde öğrencilere yardımcı olduğu, öğrencilerde kavramsal değişimin gerçekleştirilmesinde ve öğrencilerde bilimsel olarak daha doğru anlayışların oluşturulmasında başarılı olduğu belirtilmektedir (Case & Fraser, 1999). Bilgi ve iletişim teknolojileri vasıtasıyla öğrenciler, kimyasal olaylar ve süreçler hakkındaki düşüncelerini yeniden düzenlemekte ve anlamlı zihinsel modeller inşa etmektedir (Clark & Jorde, 2004). Bilgi ve iletişim teknolojileri, kavramsal anlamayı geliştirmek ve yüksek nitelikte zihinsel modeller oluşturmak için öğrencilere imkân vermektedir (Lowe, 2003; Marcano et al., 2004).

Kimyadaki kavramsal anlama; makroskobik, moleküler ve sembolik seviyeleri kullanarak kimyasal olayları açıklayabilme yeteneği ile ilişkilidir (Gabel & Bunce, 1994). Bu üç gösterim seviyeleri arasında ilişkiler kurulduğunda öğrencilerin kimyayı daha iyi anladığı ve öğrendiği bilinmektedir (Sanger, Phelps & Fienhold, 2000). Bilgi ve iletişim teknolojilerini içine alan öğretimde öğrenciler, kimyanın üç gösterim seviyeleri arasında daha başarılı ilişkiler kurmaktadır (Marcano et al., 2004). Öğrenciler moleküler seviyedeki kimyasal süreçleri gözünde canlandırdığında, kimya bilgisinin kavramsal anlamını oluşturmada daha kabiliyetli hale gelmektedir (White, 1988). Kimyayı anlamak moleküler seviyede görülmenin ve dokunulmazın anlamını oluşturma üzerine kurulmaktadır (Kozma & Russell, 1997).

Kimyayı öğretmek amacıyla bilgi ve iletişim teknolojilerini içine alan yapılandırmacı öğretim ortamlarının tasarlanmasının ilk izlerine 80’li yıllarda rastlanmaktadır. Bu yıllarda, lise kimya öğrencilere titrasyon konusunu öğretmek amacıyla bilgi ve iletişim teknolojilerinden faydalanılmıştır (Stevens, Zech & Katkanant, 1988). Bilgi ve iletişim teknolojilerinin öğretim ortamlarında kullanılması ile öğretim biçimi öğretmen merkezli öğrenci merkezliye doğru yönelmiştir. Öğrenciler pasif kalmak yerine öğrenme sürecine (problem çözme, bilgiyi inşa etme, vb. gibi) aktif olarak katılmaktadır (Bernauer, 1995; Own & Wong, 2000). Öğrenci merkezli eğitim içerisinde bilgi ve iletişim teknolojilerinin rolü, öğrencinin kavrama kabiliyetini artıran bir araç olmasıdır (Mayer, 2003).

İşbirlikçi öğrenme yönteminin, öğrencilerinin öğrenmelerine fayda sağladığı bilinmektedir (Lonning, 1993). Bilgi ve iletişim teknolojilerinin öğretim ortamlarında kullanımı, öğrencilerin birlikte çalışmasına (grup çalışmasına) imkân vermektedir. Öğrenciler, öğretim ortamlarında kullanılan teknolojik araçların (animasyon, simülasyon, video, vs.) sunduğu kimyasal olaylar hakkında tartışmak ve kimya kavramlarını tanımlamak ve açıklamak için birbiriyle iletişim kurabilir (Laroche, Wulfsberg & Young, 2003). Bu durum, öğrenciler arasında bilgi alış-verişine ve bilginin sosyal yapılandırılmasına (bilginin ortaklaşa oluşturulmasına) (Solomon, 1987; Driver, Asoko, Leach, Mortimer & Scott, 1994) imkân verecektir.

Batı Pensilvanya Sağırılar okulunun kimya öğretim programları içerisine bilgi ve iletişim teknolojilerinin dâhil edilmesi, öğrenci tutumlarını ve başarılarını pozitif yönde etkilediği bildirilmiştir (Bernauer, 1995). Kimya eğitimde yapılan çalışmalarda, bilgi ve iletişim teknolojilerinin öğretim ortamlarında kullanımının birçok avantajlar sağladığı ifade edilmektedir. Bu avantajlar göz önüne alındığında, öğretim programları kimya derslerinde bilgi ve iletişim teknolojilerinin kullanımı için öğretmenleri teşvik etmelidir.

Birçok gelişmiş ülkelerin üniversitelerine ait web sayfalarında, öğrenci ve öğretmenler için faydalı olacak farklı kimya konuları ile ilgili çok sayıda kimya videoları, animasyonları ve simülasyonları mevcuttur. Web sayfalarındaki bu teknolojik araçlar, hareketli tarzda kimya kavramlarını öğrencilere sunmaktadır. Öğrenciler tarafından kimya kavramlarının öğrenilmesini kolaylaştırmak amacı ile tasarlanmış olan bu teknolojik araçlar, okul dışında da öğrenmelere imkân vermektedir. Öğrencilerin kimyayı görerek ve keşfederek öğrenmesine böylece okul dışında da imkân sağlanmaktadır. Ülkemizde de bu türden web sayfalarının oluşturulmasına yeterince önem verilmesi kimya eğitimine katkı sağlayacaktır.

İnternet tabanlı öğrenme olanaklarının oluşturulmasında Milli Eğitim Bakanlığı'nın ciddi çalışmalarının bulunması sevindiricidir. İlk ve ortaöğretimi kapsayan bu çalışmaların sayısının artırılması ve tüm ülke geneline yayınlştırılması, öğretme ve öğrenme kalitesi açısından gelişmiş ülkelerle rekabet edebilmede son derece önemlidir. Ülkemizde üniversite seviyesindeki öğrencilere hitap edebilecek internet tabanlı öğrenme olanaklarının oluşturulmasına ve yayınlştırılmasına başlanması, günümüzde artık zorunlu hale gelmiştir. Böyle öğrenme olanaklarının oluşturulması, mali desteği ve ekip çalışmasını gerektirmektedir. TÜBİTAK Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Projelerini Destekleme Programına ve DPT (Devlet Planlama Teşkilatı)'ın Bilim ve Teknoloji Sektörü Programına başvurarak bu mali destek sağlanabilir. Ayrıca, TÜBİTAK ve DPT bu alanda gönderilecek projelere mali destek sağlamada öncelik vermelidir çünkü eğitim uluslararası boyuttan daha çok ulusal boyuta sahiptir. Her ülke dünyadaki gelişmeleri göz önüne alarak kendi eğitim politikalarını oluşturmakta ve kendi insanını eğitmektedir. Ekip çalışması ile ilgili olarak, gelişmiş ülkelerde olduğu gibi ülkemizde de birçok üniversitenin katılımı ile çalışma grupları oluşturulmalıdır. Oluşturulacak çalışma grupları; öğrenci ve öğretmeni, öğretim programlarını ve teknolojiyi tanıyan uzmanlardan meydana gelmelidir. Bu alanlarda uzman kişilerden oluşacak çalışma grupları etkili ve verimli ürünler ortaya koyabilir. Ayrıca, oluşturulacak internet tabanlı öğrenme ortamlarından öğretmen ve öğrencilerin yararlanması için kullanıcı adı ve şifre ücretsiz olarak verilmeli ve bu ortamların yaygınlaştırılmasında MEB sponsor görevi üslenmelidir. Bu alanda yapılacak çok iş, alınacak çok yol var.

Öğretme ve öğrenmede bilgi ve iletişim teknolojilerinin kullanımı son derece önemlidir fakat öğretmeler, öğretme sorumluluğunu bilgi ve iletişim teknolojilerinin devralacağını düşünebilir (Sutherland, 2004). Öğretmenin bu türden bir anlayışa sahip olmaması için bilgilendirilmesi gerekir. Bu bilgilendirilme, bilgi ve iletişim teknolojilerini içine alan yapılandırmacı öğretimde öğretmenin sorumluluğunun ne olması gerekir sorusuna verilecek bilimsel cevapları içermelidir. Ayrıca, öğretmenlerin öğretim ortamlarında teknolojik araçlardan nasıl faydalanacağı hakkında bilgileri de içermesi son derece önemli olacaktır. Bu

bilgilendirilme, sadece teknik anlamda teknolojik araçların nasıl kullanılacağına değil aynı zamanda teknolojik araçları içine alan öğretim ortamlarında kullanılacak uygun yöntem ve stratejilerinin seçimini de kapsamalıdır. Öğretmenlerin, sınıf ortamında kullanacağı teknolojik araçların öğrencilerine sağlayacağı faydalardan da haberdar olması gerekmektedir. Örneğin; bazı kimyasal reaksiyonlar, öğrenciler tarafından gerçekleştirmek için aşırı riskli olabilir. Bu türden reaksiyonların öğrenciler tarafından gerçekleştirilmesi yerine bilgi ve iletişim teknolojilerini kullanarak bunların öğrenciye gösterilmesi muhtemel riskleri ortadan kaldıracaktır.

Bilgi ve iletişim teknolojilerinin sınıf ortamında kullanımı sırasında karşılaşılan en büyük problem; öğretmenlerin bilgi ve iletişim teknolojilerini öğrenme-öğretme süreçlerine etkili bir şekilde entegre edememeleri ve donanım ve uygun Türkçe yazılım eksikliğidir (Demiraslan & Usluel, 2005; Usun, 2006; Gülbahar, 2008). Donanım ve uygun Türkçe yazılım konusunda okullara mali destek sağlanmalı ve BİT'in öğrenme-öğretme süreçlerine entegrasyonu konusunda ise öğretmenlere hizmet içi eğitim verilmelidir. Öğretmenlere verilecek hizmet içi eğitimler, "yaparak öğrenme" modeli üzerine kurulmalı ve yetkin uzmanlar tarafından yürütülmelidir. Hizmet içi eğitim kurslarında multimedya, simülasyon, animasyon yazılımları kullanılarak öğretmenlerin daha iyi öğrenmeleri için ortam sağlanmalıdır. Hizmet içi eğitimlerde öğretmenlere somut örnekler sunulmalı, sınıf ortamında bilgi ve iletişim teknolojilerinin verimli ve etkili kullanımı gösterilmeli ve öğretme ve öğrenmede bilgi ve iletişim teknolojilerinin önemi kavratılmalıdır. Hizmet içi eğitimlerin planlanmasında öğretmen görüşleri alınmalı ve öğretmenlere sürekli eğitim sağlanmalıdır (Akpınar, 2003; Demiraslan & Usluel, 2005; Altun, 2007). Öğretmenler, öğretimlerini desteklemek ve iyileştirmek için sınıf ortamında bilgi ve iletişim teknolojilerini kullanmalıdır (Arnold, Padilla & Tunhikorn, 2009). Anlaşılması zor konuları anlaşılır hale getirmek için sınıf ortamında bilgi ve iletişim teknolojilerinden yararlanmalıdır (Sarıçayır, Şahin & Üce, 2006). MEB ve okul yöneticileri, eğitim-öğretim ortamlarında bilgi ve iletişim teknolojinin kullanımı konusunda öğretmenleri cesaretlendirmelidir.

Öğretim ortamlarında kullanılacak teknolojik araçlar, pedagojik amaçlar göz önünde tutularak tasarlanmalıdır. Bu tasarım, öğrencinin ön bilgisini ve öğrenme süreci içerisinde öğrencideki bilgi gelişimlerini de göz önünde tutmak zorundadır. Ayrıca, teknolojik araçların tasarlanması sırasında, öğretim programlarının kazanımları ve öğrencilerin ihtiyaçları da düşünülmesi gerekmektedir. Bir başka ifade ile, eğer öğretmen bilginin aktarımında teknolojik bir araç (animasyon, simülasyon veya video)'tan faydalanacaksa, bu teknolojik aracın sunacağı bilgiler öğrencinin seviyesine uygun olmak zorundadır. Teknolojik araçların tasarımında dikkat edilecek diğer bir hususta, bilişsel yükür. Bilişsel yük kavramı, insanın bilişsel sistemi üzerine bir etkinliğin gerçekleştirilmesinin zihinsel maliyeti olarak tanımlanmaktadır. Teknolojik araçlar, öğrencinin bilişsel sistemini aşırı yüklemeyecek şekilde tasarlanmalıdır. Bellekte tutma, aşırı bilişsel yüklenmeden etkilenmektedir (Winberg & Berg, 2007).

Ülkemizde, multimedya ile öğrenmenin bilişsel teorisi üzerine derleme makaleleri yazılmaya ve ikili kodlama teorisini kullanan araştırmalar yapılmaya başlanmıştır (Aldağ & Sezgin, 2002, 2003; Sezgin, 2002; Aldağ, 2005; Akkoyunlu & Yılmaz, 2005). Fakat bu konuda yapılacak birçok çalışma bizi beklemektedir.

Teknolojik ve bilimsel gelişmelere paralel olarak değişen öğrenme ve öğretme ortamları, birden fazla duyu organına hitap eden ve öğrenen ile etkileşimini gerektiren teknolojik araçların kullanımını gündeme getirmiştir (Akkoyunlu & Yılmaz, 2005). Bu teknolojik araçların kullanıldığı öğrenme ortamlarının tasarlanması günümüzde artık kaçınılmazdır.

SONUÇ

Kimyayı öğretmek ve öğrenmek için ideal bir ortam tasarlamak, kimya eğitimcilerinin önemli çabalarını gerektirmektedir. Sınıf ortamına teknolojik araçların dahil edilmesi, öğretmenlerin farklı öğretim tekniklerini kullanmasını gerektirecektir. Teknolojik aracı içeren kısa süreli bir öğretimden faydalanmak yerine, uzun süreli bir öğretimin işin içine sokulması öğrenciler için daha faydalı olacaktır. Kimya öğretim programı tasarımcıları ve kimya öğretmenleri teknolojik araçları içine alan etkinliklerinin planlanmasında ve gerçekleştirilmesinde pedagojik amaçlara özen göstermelidir çünkü etkinliklerin yapısı öğrencilerin öğrenmesini anlamlı olarak etkileyebilir. Bilgi ve iletişim teknolojilerinin öğrenme ve anlama üzerine etkisinin araştırılmasında, kimya eğitimcileri ikili kodlama ve bilişsel yük teorilerinden faydalanabilir. Bu iki teori, bilişsel psikoloji alanında çalışma yapan araştırmacılar tarafından çok iyi bilinmesine rağmen, kimya eğitiminde yeterince tanınmamaktadır. Son zamanlarda kimya eğitiminde, teknolojik araçların öğretim ve öğrenme üzerine etkisini konu alan çalışmalarda bu iki teorinin kullanılmaya başlandığına tanık olmaktadır. İkili kodlama ve bilişsel yük teorileri, kimya eğitimcileri için yeni çalışma alanları oluşturabilir.

Sonuç olarak, bilgi ve iletişim teknolojileri, yarının kimya eğitimi için büyük ümitler vermektedir. Ayrıca, yeni yöntem ve tekniklerin geliştirilmesinde faydalı ve etkili bir araç olabilir.

KAYNAKLAR

- Abdullah, S., & Shariff, A. (2008). The effects of inquiry-based computer simulation with cooperative learning on scientific thinking conceptual understanding of gas laws. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 4(4), 387-398.
- Akkoyunlu, B., & Yılmaz, M. (2005). Türetimci çoklu ortam öğrenme kuramı. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28, 9-18.
- Akpınar, Y. (2003). Öğretmenlerin yeni bilgi teknolojileri kullanımında yükseköğretimin etkisi: İstanbul okulları örneği. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 2(2), 79-96.
- Aldağ, H. (2005). Öğrenme ve öğretmede A. Paivo'nun ikili kodlama kuramı. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 14(2), 29-48.
- Aldağ, H., & Sezgin, M. E. (2002). Multimedya uygulamalarında ikili kodlama kuramı. *Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 15, 29-44.
- Aldağ, H., & Sezgin, M. E. (2003). Çok ortamlı öğrenmede ikili kodlama kuramı ve bilişsel model. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 11(11), 121-135.
- Altun, T. (2007). Information and communications technology (ICT) in initial teacher education: What can Turkey learn from range of international perspectives? *Journal of Turkish Science Education*, 4(2), 45-60.
- Ardac, D., & Akaygun, S. (2004). Effectiveness of multimedia-based instruction that emphasizes molecular representations on students' understanding of chemical change. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(4), 317-337.
- Arnold, S. R., Padilla, M. J., & Tunhikorn, B. (2009). The development of pre-service science teachers' professional knowledge in utilizing ICT to support professional lives. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 5(2), 91-101.
- Atasoy, B., Genç, E., Kadayıfçı, H., & Akkuş, H. (2007). 7. sınıf öğrencilerinin fiziksel ve kimyasal değişimler konusunu anlamalarında işbirlikli öğrenmenin etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 32, 12-21.
- Ausubel, D. (1963). *The psychology of meaningful verbal learning*. New York: Grune & Stratton.
- Baddeley, A. (1992). Working memory. *Science*, 255, 556-559.
- Basili, P. A., & Sanford, J. P. (1991). Conceptual change strategies and cooperative group work in chemistry. *Journal of Research in Science Teaching*, 28, 293-304.
- Bayram, S. (2001). Fen bilgisi öğretiminde bilgi iletim biçiminin öğrenci başarısına etkisi. *Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 13, 55-78.
- Ben-Zvi, R., Eylon, B., & Silberstein, J. (1987). Students' visualization of a chemical reaction. *Education in Chemistry*, 24, 117-120.
- Bernauer, J. A. (1995, April). *Integrating technology into the curriculum: First year evaluation*. Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, San Francisco, CA. (ERIC Document Reproduction Service No. ED385224)
- Burke, K. A., & Greenbowe, T. J. (1998). Collaborative distance education: The Iowa chemistry education alliance. *Journal of Chemical Education*, 75(10), 1308-1312.
- Burke, K. A., Greenbowe, T. J., & Windschitl, M. A. (1998). Developing and using conceptual computer animations for chemistry instruction. *Journal of Chemical Education*, 75(12), 1658-1660.
- Byers, D. N. (1997, April). *So why use multimedia, the Internet, and lotus notes?* Paper presented at the Technology in Education Conference, San Jose, CA. (ERIC Document Reproduction Service No. ED413023)

- Case, J. M., & Fraser, D. M. (1999). An investigation into chemical engineering students' understanding of the mole and the use of concrete activities to promote conceptual change. *International Journal of Science Education*, 21(12), 1237-1249.
- Cavanaugh, T., & Cavanaugh, C. (1996, October). *Learning science with science fiction films*. Paper presented at the annual meeting of Florida Association of Science Teachers, Key West, FL. (ERIC Document Reproduction Service No. ED411157)
- Chandler, P., & Sweller, J. (1991). Cognitive load theory and the format of instruction. *Cognition and Instruction*, 8, 293-332.
- Chera, P., & Wood, C. (2003). Animated multimedia 'talking books' can promote phonological awareness in children beginning to read. *Learning and Instruction*, 13(1), 33-52.
- Chiu, M.-H., Chou, C.-C., & Liu, C.-J. (2002). Dynamic processes of conceptual change: Analysis of constructing mental models of chemical equilibrium. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(8), 688-712.
- Clark, D., & Jorde, D. (2004). Helping students revise disruptive experientially supported ideas about thermodynamics: Computer visualizations and tactile models. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(1), 1-23.
- Clark, J. M., & Paivio, A. (1991). Dual coding theory and education. *Educational Psychology Review*, 3(3), 149-210.
- Coleman, W. F., & Fedosky, E. W. (2006). A new java animation in peer-reviewed "jce" webware. *Journal of Chemical Education*, 83(1), 173-174.
- 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*, 40(5), 464-486.
- Daşdemir, İ., Doymuş, K., Şimşek, Ü., & Karaçöp, A. (2008). The effects of animation technique on teaching of acids and bases topics. *Journal of Turkish Science Education*, 5(2), 60-69.
- de Jong, T., & van Joolingen, W. R. (1998). Scientific discovery learning with computer simulations of conceptual domains. *Review of Educational Research*, 68(2), 179-201.
- Demiraslan, Y., & Usluel, Y. K. (2005). Bilgi ve iletişim teknolojilerinin öğrenme öğretme sürecine entegrasyonunda öğretmenlerin durumu. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 4(3), 109-113.
- Depover, C., Giardina, M., & Marton, P. (1998). *Les environnements d'apprentissage multimédia*. Paris: L'Harmattan.
- Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Mortimer, E., & Scott, P. (1994). Constructing scientific knowledge in the classroom. *Educational Researcher*, 23(7), 5-12.
- Duchastel, P., Fleury, M., & Provost, G. (1988). Rôles cognitifs de l'image dans l'apprentissage scolaire. *Bulletin de Psychologie*, 41(386), 667-671.
- Ebenezer, J. V. (2001). A hypermedia environment to explore and negotiate students' conceptions: Animation of the solution process of table salt. *Journal of Science Education and Technology*, 10(1), 73-92.
- Ebenezer, J. V., & Gaskell, P. J. (1995). Relational conceptual change in solution chemistry. *Science Education*, 79, 1-17.
- Gabel, D. (1999). Improving teaching and learning through chemistry education research: A look to the future. *Journal of Chemical Education*, 76(4), 548-554.
- Gabel, D. L., & Bunce, D. M. (1994). Research on problem solving: Chemistry. In D. L. Gabel (Ed.), *Handbook of Research on Science Teaching and Learning* (pp. 301-325). New York: Macmillan.
- Gabel, D. L., Samuel, K. V., & Hunn, D. (1987). Understanding the particulate nature of matter. *Journal of Chemical Education*, 64(8), 695-697.

- Gilbert, J. K., Justi, R., van Driel, J. H., de Jong, O., & Treagust, D. F. (2004). Securing a future for chemical education. *Chemistry Education: Research and Practice*, 5(1), 5-14.
- Goll, J. G., & Woods, B. J. (1999). Teaching chemistry using the movie Apollo 13. *Journal of Chemical Education*, 76(4), 506-508.
- Greenbowe, T. J. (1994). An interactive multimedia software program for exploring electrochemical cells. *Journal of Chemical Education*, 71, 555-557.
- 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.
- Gülbahar, Y. (2008). ICT usage in higher education: A case study on preservice teachers and instructors. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 7(1), 32-37.
- Hagen, B. J. (2002, March). *Lights, camera, interaction: Presentation programs and the interactive visual experience*. Paper presented at the Society for Information Technology and Teacher Education International Conference, Nashville, TN.
- 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.
- Hakerem, G., Dobrynina, G., & Shore, L. (1993, April). *The effect of interactive, three dimensional, high speed simulations on high school science students' conceptions of the molecular structure of water*. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Atlanta, GA. (ERIC Document Reproduction Service No. ED362390)
- Hameed, H., Hackling, M. W., & Garnett, P. J. (1993). Facilitating conceptual change in chemical equilibrium using a CAI strategy. *International Journal of Science Education*, 15(2), 221-230.
- Handal, G. A., Leiner, M. A., Gonzalez, C., & Rogel, E. (1999, March). *Linear multimedia benefits to enhance students' ability to comprehend complex subjects*. Paper presented at the Society for Information Technology and Teacher Education International Conference, San Antonio, TX. (ERIC Document Reproduction Service No. ED432221)
- Johnson, P. (2000). Children's understanding of substances, part 1: Recognizing chemical change. *International Journal of Science Education*, 22(7), 719-737.
- Johnson-Laird, P. (1983). *Mental models*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Johnstone, A. H. (1993). The development of chemistry teaching: A changing response to changing demand. *Journal of Chemical Education*, 70, 701-704.
- Jonassen, D. H. (1996). *Computers in the classroom: Mindtools for critical thinking*. New Jersey: Prentice Hall, Englewood Cliffs.
- Kearsley, G., & Shneiderman, B. (1998). Engagement theory: A framework for technology-based teaching and learning. *Educational Technology*, 38(5), 20-23.
- Kelly, R. M., & Jones, L. L. (2007). Exploring how different features of animations of sodium chloride dissolution affect students' explanations. *Journal of Science Education and Technology*, 16(5), 413-429.
- Keusch, P. (2009). *Demonstration Experiments & Labs, Chemistry Visualized, Didactics of Chemistry*. Retrieved February 17, 2009, from http://www.uni-regensburg.de/Fakultaeten/nat_Fak_IV/Organische_Chemie/Didaktik/Keusch/
- Kıyıcı, G., & Yumuşak, A. (2005). Fen bilgisi laboratuvarı dersinde bilgisayar destekli etkinliklerin öğrenci kazanımları üzerine etkisi: Asit-baz kavramları ve titrasyon konusu örneği. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 4(4), 130-134.
- Kozma, R. B. (1991). Learning with media. *Review of Educational Research*, 61(2), 179-211.
- Kozma, R. B. (2003). The material features of multiple representations and their cognitive and social affordances for science understanding. *Learning and Instruction*, 13(2), 205-226.

- Kozma, R. B., & Russell, J. (1997). Multimedia and understanding: Expert and novice responses to different representations of chemical phenomena. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(9), 949-968.
- Krajcik, J. S. (1991). Developing students' understanding of chemical concepts. In S. M. Glynn, R. H. Yeany & B. K. Britton (Eds.), *The Psychology of Learning Science* (pp. 117-147). Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Krnel, D., Watson, R., & Glazar, S. A. (1998). Survey of research related to the development of the concept of 'matter'. *International Journal of Science Education*, 20(3), 257-289.
- Kumar, D. D. (1991). Hypermedia: A tool for STS education? *Bulletin of Science Technology & Society*, 11, 331-332.
- Kumar, D. D., Smith, P. J., Helgeson, S. L., & White, A. L. (1994). *Advanced technologies as educational tools in science: Concepts, applications, and issues*. Columbus, OH: National Center for Science Teaching and Learning.
- Laroche, L. H., Wulfsberg, G., & Young, B. (2003). Discovery videos: A safe, tested, time-efficient way to incorporate discovery-laboratory experiments into the classroom. *Journal of Chemical Education*, 80(8), 962-966.
- Lee, H., Plass, J. L., & Homer, B. D. (2006). Optimizing cognitive load for learning from computer-based science simulations. *Journal of Educational Psychology*, 98(4), 902-913.
- Lim, K. F. (2006). Use of spreadsheet simulations in university chemistry education. *Journal of Computer Chemistry*, 5(3), 139-146.
- Lonning, R. A. (1993). Effect of cooperative learning strategies on student verbal interactions and achievement during conceptual change instruction in 10th grade general science. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(9), 1087-1101.
- Lowe, R. K. (2003). Animation and learning: Selective processing of information in dynamic graphics. *Learning and Instruction*, 13(2), 157-176.
- Luque, E. G., Ortega, T., Forja, J. M., & Parra, A. G. (2004). Using a laboratory simulator in the teaching and study of chemical processes in estuarine systems. *Computers & Education*, 43, 81-90.
- Marcano, A. V., Williamson, V. M., Ashkenazi, G., Tasker, R., & Williamson, K. C. (2004). The use of video demonstrations and particulate animation in general chemistry. *Journal of Science Education and Technology*, 13(3), 315-323.
- Maskill, R., Cachapuz, A. F. C., & Koulaidis, V. (1997). Young pupils' ideas about the microscopic nature of matter in three different European countries. *International Journal of Science Education*, 19(6), 631-645.
- Mayer, R. E. (2001). *Multimedia learning*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Mayer, R. E. (2003). The promise of multimedia learning: Using the same instructional design methods across different media. *Learning and Instruction*, 13(2), 125-139.
- Mayer, R. E., & Anderson, R. B. (1992). The instructive animation: Helping students build connections between words and pictures in multimedia learning. *Journal of Educational Psychology*, 84, 444-452.
- Mayer, R. E., & Moreno, R. (2002). Aids to computer-based multimedia learning. *Learning and Instruction*, 12(1), 107-119.
- Michel, E., Roebbers, C. M., & Schneider, W. (2007). Educational films in the classroom: Increasing the benefit. *Learning and Instruction*, 17, 172-183.
- Mikkilä-Erdmann, M. (2001). Improving conceptual change concerning photosynthesis through text design. *Learning and Instruction*, 11(3), 241-257.
- Moore, R., & Miller, I. M. (1996). How the use of multimedia affects student retention and learning. *Journal of College Science Teaching*, 25(4), 289-293.

- Nakhleh, M. B. (1992). Why some students don't learn chemistry. *Journal of Chemical Education*, 69(3), 191-196.
- Nakhleh, M. B., & Mitchell, R. C. (1993). Concept learning versus problem solving: There is a difference. *Journal of Chemical Education*, 70(3), 190-192.
- Niaz, M., & Rodriguez, M. A. (2000). Teaching chemistry as rhetoric of conclusions or heuristic principles - a history and philosophy of science perspective. *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 1(3), 315-322.
- Ongel-Erdal, S., Sonmez, D., & Day, R. (2004). *Science fiction movies as a tool for revealing students' knowledge and alternative conceptions*. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Vancouver, Canada. (ERIC Document Reproduction Service No. ED490732)
- Own, Z., & Wong, K. P. (2000, November). *The application of scaffolding theory on the elemental school acid – basic chemistry web*. Paper presented at the International Conference on Computers in Education/International Conference on Computer-Assisted Instruction (ICCE/ICCAI), Taipei, Taiwan. (ERIC Document Reproduction Service No. ED454827)
- Pabuçcu, A., & Geban, Ö. (2006). Remediating misconceptions concerning chemical bonding through conceptual change text. *Hacettepe University Journal of Education*, 30, 184-192.
- Paivio, A. (1971). *Imagery and verbal processes*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Paivio, A. (1986). *Mental representations: A dual coding approach*. Oxford, UK: Oxford University Press.
- Parush, A., Hamm, H., & Shtub, A. (2002). Learning histories in simulation-based teaching: The effects on self-learning and transfer. *Computers & Education*, 39, 319-332.
- Paselk, R. A. (1994). Visualization of the abstract in general chemistry. *Journal of Chemical Education*, 71, 225.
- Pekdağ, B. (2005). *Influence des relations entre le texte et l'image d'un film de chimie sur l'activité cognitive d'un apprenant*. Doctoral thesis, Université Lumière Lyon 2, Lyon.
- Pekdağ, B., & Le Maréchal, J.-F. (2006). Influence de la nature du texte d'un film de chimie sur son utilisation par un apprenant. *Didaskalia*, 28, 55-84.
- Pekdağ, B., & Le Maréchal, J.-F. (2007a). Bilimsel filmlerin hazırlanması. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 1(1), 57-84.
- Pekdağ, B., & Le Maréchal, J.-F. (2007b). Memorisation of information from scientific movies. In R. Pintó & D. Couso (Eds.), *Contributions from Science Education Research* (pp. 199-210). Netherlands, Dordrecht: Springer.
- Pınarbaşı, T., & Canpolat, N. (2003). Students' understanding of solution chemistry concepts. *Journal of Chemical Education*, 80(11), 1328-1332.
- Qian, X., & Tinker, R. (2006). Molecular dynamics simulations of chemical reactions for use in education. *Journal of Chemical Education*, 83(1), 77.
- Rieber, L. P. (1990). Using computer animated graphics in science instruction with children. *Journal of Educational Psychology*, 82, 135-140.
- Robles, A. (1997). *La vidéo comme support didactique en physique*. Doctoral thesis, Université Claude Bernard Lyon I, Lyon.
- Ross, B., & Munby, H. (1991). Concept mapping and misconceptions: A study of high-school students' understandings of acids and bases. *International Journal of Science Education*, 13(1), 11-23.
- Russell, J. W., & Kozma, R. B. (1994). 4M:Chem-multimedia and mental models in chemistry. *Journal of Chemical Education*, 71(8), 669-670.
- Russell, J. W., Kozma, R. B., Jones, T., Wykoff, J., Marx, N., & Davis, J. (1997). Use of simultaneous-synchronized macroscopic, microscopic, and symbolic representations to

- enhance the teaching and learning of chemical concepts. *Journal of Chemical Education*, 74(3), 330-334.
- Sanger, M. J., & Greenbowe, T. J. (1997a). Common student misconceptions in electrochemistry: Galvanic, electrolytic, and concentration cells. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(4), 377-398.
- Sanger, M. J., & Greenbowe, T. J. (1997b). Students' misconceptions in electrochemistry: Current flow in electrolyte solutions and salt bridge. *Journal of Chemical Education*, 74, 819-823.
- Sanger, M. J., Phelps, A. J., & Fienhold, J. (2000). Using a computer animation to improve students' conceptual understanding of a can-crushing demonstration. *Journal of Chemical Education*, 77(11), 1517-1520.
- Sanger, M. J., Campbell, E., Fekler, J., & Spencer, C. (2007). Concept learning versus problem solving: Does particle motion have an effect? *Journal of Chemical Education*, 84(5), 875.
- Sarıçayır, H., Şahin, M., & Üce, M. (2006). Dynamic equilibrium explained using the computer. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 2(2), 130-137.
- Schmidt, H.-J. (1995). Applying the concept of conjugation to the Brønsted theory of acid-base reactions by senior high school students from Germany. *International Journal of Science Education*, 17(6), 733-741.
- Schnotz, W., & Bannert, M. (2003). Construction and interference in learning from multiple representation. *Learning and Instruction*, 13(2), 141-156.
- Schnotz, W., & Lowe, R. (2003). External and internal representations in multimedia learning. *Learning and Instruction*, 13(2), 117-123.
- Schwan, S., & Riempp, R. (2004). The cognitive benefits of interactive videos: Learning to tie nautical knots. *Learning and Instruction*, 14(3), 293-305.
- Sepet, A., Yılmaz, A., & Morgil, İ. (2004). Lise ikinci sınıf öğrencilerinin kimyasal denge konusundaki kavramları anlama seviyeleri ve kavram yanlışları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 26, 148-154.
- Sezgin, M. E. (2002). *İkili kodlama kuramına dayalı olarak hazırlanan multimedya ders yazılımının fen bilgisi öğretimindeki akademik başarıya, öğrenme düzeyine ve kalıcılığa etkisi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Sfard, A. (1998). On two metaphors for learning and dangers of choosing just one. *Educational Researcher*, 27(2), 4-13.
- Solomon, J. (1987). Social influences on the construction of pupils' understanding of science. *Studies in Science Education*, 14, 63-82.
- Stavridou, H., & Solomonidou, C. (1998). Conceptual reorganization and the construction of the chemical reaction concept during secondary education. *International Journal of Science Education*, 20(2), 205-221.
- Stern, E., Aprea, C., & Ebner, H. G. (2003). Improving cross-content transfert in text processing by means of active graphical representation. *Learning and Instruction*, 13(2), 191-203.
- Stevens, D. J., Zech, L., & Katkanant, C. (1988). An interactive videodisc and laboratory instructional approach in a high school science class. *Journal of Research on Computing in Education*, 20, 303-309.
- Stieff, M., & Wilensky, U. (2003). Connected chemistry - incorporating interactive simulations into the chemistry classroom. *Journal of Science Education and Technology*, 12(3), 285-302.
- Sutherland, R. (2004). Designs for learning: ICT and knowledge in the classroom. *Computers & Education*, 43, 5-16.

- Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, 12(2), 257-285.
- Tekin, S., Kolomuç, A., & Ayas, A. (2004). Kavramsal değişim metinlerini kullanarak çözünürlük kavramını daha etkili öğretebilir miyim? *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 1(2), 85-102.
- URL-1 *Southern Connecticut State University Chemistry Department Video Instruction*. Retrieved January 09, 2009, from <http://www.southernct.edu/chemistry/videos/>
- URL-2 *North Carolina School of Science and Mathematics, NCSSM Chemistry*. Retrieved January 14, 2009, from <http://chemistry.ncssm.edu/department/>
- URL-3 *North Carolina School of Science and Mathematics, Distance Education Technologies, TIGER, Teachers' Instructional Graphics Educational Resource*. Retrieved January 15, 2009, from <http://www.dlt.ncssm.edu/tiger/>
- URL-4 *Chemistry Animations and Lab Videos for Students and Teachers, NCSSM Chemistry, Chemistry Online Resource Essentials, CORE*. Retrieved January 20, 2009, from <http://www.dlt.ncssm.edu/core/>
- URL-5 *Université en ligne* (Online University). Retrieved January 26, 2009, from <http://www.uel.education.fr/consultation/presentation/index.html>
- URL-6 *Journal of Chemical Education*. Retrieved February 10, 2009, from <http://jchemed.chem.wisc.edu/>
- URL-7 *SEBİT*. <http://www.sebit.com.tr/>, İnternette alınış tarihi: 08.06.2009.
- URL-8 *Akademia*. <http://www.akademia.com.tr/>, İnternette alınış tarihi: 11.06.2009.
- URL-9 *Milli Eğitim Bakanlığı Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü (EĞİTEK)*. <http://www.egitim.gov.tr/>, İnternette alınış tarihi: 12.06.2009.
- URL-10 *Örnek Öğrenme Nesneleri*. <http://www.egitim.gov.tr/index.php?sayfa=icerikler>, İnternette alınış tarihi: 14.06.2009.
- URL-11 *İnternet Radyo Televizyon*. <http://internettv.meb.gov.tr/>, İnternette alınış tarihi: 16.06.2009.
- URL-12 *Bilgiye Erişim Portalı*. <http://bep.meb.gov.tr/>, İnternette alınış tarihi: 18.06.2009.
- URL-13 *skooool.tr*. <http://skooool.meb.gov.tr/>, İnternette alınış tarihi: 21.06.2009.
- Usun, S. (2006). Applications and problems of computer assisted education in Turkey. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 5(4), 11-16.
- Ürek, R. Ö., & Tarhan, L. (2005). "Kovalent bağlar" konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesinde yapılandırmacılığa dayalı bir aktif öğrenme uygulaması. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28, 168-177.
- van Driel, J. H., de Vos, W., Verloop, N., & Dekkers, H. (1998). Developing secondary students' conceptions of chemical reactions: The introduction of chemical equilibrium. *International Journal of Science Education*, 20(4), 379-392.
- Wasson, B. (1997). Advanced educational technologies: The learning environment. *Computers in Human Behavior*, 13(4), 571-594.
- Weil-Barais, A. (1999). *L'homme cognitif*. 5^e Edition. Paris: PUF.
- White, R. T. (1988). *Learning science*. Oxford: Basil Blackwell Ltd.
- Williamson, V. M., & Abraham, M. R. (1995). The effects of computer animation on the particulate mental models of college chemistry students. *Journal of Research in Science Teaching*, 32(5), 521-534.
- Winberg, T. M., & Berg, C. A. R. (2007). Students' cognitive focus during a chemistry laboratory exercise: Effects of a computer-simulated prelab. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(8), 1108-1133.
- Wittrock, M. C. (1989). Generative processes of comprehension. *Educational Psychologist*, 24(4), 345-376.
- Yang, E., Andre, T., Greenbowe, T. J., & Tibell, L. (2003). Spatial ability and the impact of visualization/animation on learning electrochemistry. *International Journal of Science Education*, 25(3), 329-349.

- Yeung, Y.-Y. (2004, September). *A learner-centered approach for training science teachers through virtual reality and 3D visualization technologies: Practical experience for sharing*. Paper presented at the International Forum on Education Reform, Bangkok, Thailand. (ERIC Document Reproduction Service No. ED489988)
- Zahn, C., Barquero, B., & Schwan, S. (2004). Learning with hyperlinked videos – design criteria and efficient strategies for using audiovisual hypermedia. *Learning and Instruction*, 14(3), 275-291.

Alternative Methods in Learning Chemistry: Learning with Animation, Simulation, Video and Multimedia

Bülent PEKDAĞ¹✉

¹ Assist. Prof. Dr., Balıkesir University, Necatibey Education Faculty, Dept. of Sec. Sci. and Math. Edu., Chemistry Education, Balıkesir-TURKEY

Received: 18.02.2009

Düzeltildi: 30.06.2009

Kabul Edildi: 10.10.2009

The original language of article is Turkish (v.7, n.2, June 2010, pp.79-110)

Keywords: Chemistry Education; Animation; Simulation; Video; Multimedia; Dual Coding Theory; Cognitive Load Theory.

SYNOPSIS

INTRODUCTION

Occurring on a molecular level in many chemical phenomena makes learning chemistry difficult (Ben-Zvi, Eylon & Silberstein, 1987; Gabel, Samuel & Hunn, 1987). This is because an understanding of chemistry is based on assigning meaning to the unseen and the intangible (Kozma & Russell, 1997). In recent years, benefit has been derived from information and communication technologies (ICT) in attempting to overcome the difficulties encountered in the conceptual learning of chemistry (Hakerem, Dobrynina & Shore, 1993; Hameed, Hackling & Garnett, 1993; Russell & Kozma, 1994; Williamson & Abraham, 1995; Russell et al., 1997; Burke, Greenbowe & Windschitl, 1998; Sanger, Phelps & Fienhold, 2000; Ebenezer, 2001; Laroche, Wulfsberg & Young, 2003; Stieff & Wilensky, 2003; Yang, Andre, Greenbowe & Tibell, 2003; Ardac & Akaygun, 2004; Marcano, Williamson, Ashkenazi, Tasker & Williamson, 2004; Zahn, Barquero & Schwan, 2004; Kıyıcı & Yumuşak, 2005; Lee, Plass & Homer, 2006; Kelly & Jones, 2007; Michel, Roebers & Schneider, 2007; Winberg & Berg, 2007; Abdullah & Shariff, 2008; Daşdemir, Doymuş, Şimşek & Karaçöp, 2008). Alternative learning methods such as animation, simulation, video, multimedia and other similar technological tools have become more important in chemistry education. Therefore, the main argument of this study is to focus on those alternative learning methods in chemistry education.

PURPOSE OF THE STUDY

The main purpose of this study is to review the research articles related to effects of technological tools (animation, simulation, video, multimedia) on learning chemistry. This compilation is significant in terms of both setting forth the benefits technological tools can provide students and also as a source of information on Internet-based learning opportunities. The present study also gives information on cognitive load theory (Sweller, 1988; Chandler &

✉ Corresponding Author email: pekdog@balikesir.edu.tr

Sweller, 1991; Baddeley, 1992) which may be useful to researchers in examining the effects of technological tools on learning.

DISCUSSION and RECOMMENDATIONS

Many students in secondary school and in the universities have many difficulties in understanding chemistry (Ross & Munby, 1991; Griffiths & Preston, 1992; Nakhleh, 1992; Schmidt, 1995; Sanger & Greenbowe, 1997; Stavridou & Solomonidou, 1998; Pınarbaşı & Canpolat, 2003; Sepet, Yılmaz & Morgil, 2004; Agung & Schwartz, 2007; Othman, Treagust & Chandrasegaran, 2008). For this reason, students develop scientifically unacceptable conceptions about many subjects or concepts in chemistry. Their knowledge of chemistry is therefore incomplete and incoherent (Kozma & Russell, 1997). Many students, in fact, merely memorize chemistry concepts without actually learning them (Haidar, 1997; Niaz & Rodriguez, 2000). This situation is an indication of why some students never come to like chemistry.

Conceptual understanding in chemistry is related to the ability to explain chemical phenomena through the use of *macroscopic*, *molecular* and *symbolic* levels of representation (Gabel, Samuel & Hunn, 1987; Johnstone, 1993; Gabel & Bunce, 1994; Wu, Krajcik & Soloway, 2001). It is known that when relationships are formed between these three levels of representation, students understand and learn more in chemistry (Sanger, Phelps & Fienhold, 2000). In learning environments that include ICT, students are able to form successful relationships between the three levels of representation in chemistry (Marcano et al., 2004) and thus learn the subject in a more effective and meaningfully (Nakhleh & Mitchell, 1993; Paselk, 1994).

Individuals construct mental models to interpret phenomena and make sense of them (Johnson-Laird, 1983). A mental model is defined as an individual's personal description of a concept or event that has been impressed in that person's mind (Coll & Treagust, 2003). Through ICT, students rearrange their thoughts about chemical phenomena and processes and build meaningful mental models (Clark & Jorde, 2004). ICT provide students the opportunity of improving their conceptual understanding and forming mental models of high quality (Lowe, 2003; Marcano et al., 2004).

Designs of constructivist learning environments that encompassed ICT for teaching chemistry were seen in the 1980's. In those years, ICT were used to teach high school chemistry students the subject of titration (Stevens, Zech & Katkanant, 1988). With the use of these technologies within the educational environments, the mode of education switched from teacher-centered learning to student-centered learning. In student-centered learning, instead of remaining passive, students actively participate in the learning process (problem-solving, building of knowledge, etc.) (Bernauer, 1995; Own & Wong, 2000). The role of ICT in student-centered education is to provide tools whereby the student's comprehension ability can be increased (Mayer, 2003).

It is known that the collaborative learning method benefits students in their learning process (Lonning, 1993). The use of ICT in teaching environments provides students with the opportunity for group work. The students can then communicate with each other to discuss the chemical phenomena and explain the chemical concepts (Basili & Sanford, 1991) that have been presented to them in the learning environment with technological tools (animation, simulation, videos, etc.) (Laroche, Wulfsberg & Young, 2003). This gives students the chance to exchange information and build a body of common knowledge (Solomon, 1987; Driver, Asoko, Leach, Mortimer & Scott, 1994).

Using ICT in teaching and learning is of the greatest importance. Teachers however may think that these technologies will be taking over their teaching responsibilities (Sutherland, 2004). Teachers must be well informed so that they do not harbour such beliefs.

Teachers should be provided with scientific explanations as to what the teacher's responsibility is and should be, within the framework of constructivist teaching that encompasses ICT. Furthermore, it will also be very important to enhance teachers' knowledge about how exactly to benefit from technological tools in the teaching environment. Teacher education should not only include technical information as to how to use the technology but should also cover how to choose the right methods and strategies to be used in the teaching environment where technological tools are employed. Teachers should be informed about the benefits technological tools can offer students when used in the classroom. For example, some chemical reactions may constitute a serious risk for students if carried out on their own. Instead of having students work on such reactions, possible risks might be avoided by using ICT to demonstrate.

The biggest problem encountered in the use of ICT in the classroom is the failure of teachers to effectively integrate these technologies with teaching and learning processes (Demiraslan & Usluel, 2005; Usun, 2006; Gülbahar, 2008). Teachers should be provided with in-service education on ICT integration. These in-service training sessions offered to teachers should be based on a "*learning through doing*" model and should be conducted by competent authorities. Teachers should be provided with an environment that will be conducive to learning more about making use of multimedia, simulation and animation software. Concrete examples should be presented to teachers in in-service training sessions. The effective and productive use of ICT in the classroom as well as the important role these technologies play in teaching and learning should be impressed upon teachers. Teachers should be consulted in the planning of in-service training programs and they should also be provided with opportunities for continuous education (Akpınar, 2003; Demiraslan & Usluel, 2005; Altun, 2007). Teachers should use ICT in the classroom environment for the purpose of supporting and improving their teaching (Sarıçayır, Şahin & Üce, 2006; Arnold, Padilla & Tunhikorn, 2009). The Ministry of National Education and school administrators should encourage teachers to use such technologies in the classroom environment.

Advances in technology and science have drawn attention to technological tools that appeal to the sense organs and require interaction with the learner in educational environments (Akkoyunlu & Yılmaz, 2005). Inevitably today, learning environments will from hereon be designed to make use of technological tools. Such educational tools should be designed to serve pedagogical purposes. Designs must consider both a student's prior knowledge and the development of knowledge over the course of the student's learning process. Moreover, the design of technological tools should consider the advantages that will be made available to curriculum as well as respond to the needs of students. That is, if a teacher is to benefit from a technological tool (animation, simulation or video) in the transfer of knowledge, the information provided by means of that technological tool must be appropriate to the student's level of knowledge. Another matter to be considered in the design of technological tools is cognitive load. The concept of cognitive load is defined as the mental cost of what is necessary to achieve activity in an individual's cognitive system (Sweller, 1988). Technological tools should be designed so as not to create an extreme load for the student's cognitive system. Memorization is influenced by extreme cognitive loads (Winberg & Berg, 2007).

CONCLUSION

Chemistry teachers must make much effort to create an ideal environment for teaching and learning. Including technological tools in the classroom will require teachers to employ different teaching techniques. Instead of making use of technological tools for a short-term educational program, however, students will benefit more from a longer period of learning. Designers of chemistry curriculum as well as chemistry teachers should take care to plan and

implement activities that include technological tools in accordance with pedagogical objectives since the structure of such activities will be meaningfully effective in a student's learning process. Furthermore, researchers in chemistry education may benefit from dual coding theory (Paivio, 1971, 1986; Clark & Paivio, 1991) and cognitive load theory (Sweller, 1988; Chandler & Sweller, 1991; Baddeley, 1992) through studies on the influence of ICT on learning. Although these theories are familiar to researchers in cognitive psychology, they are not adequately known in chemistry education. Recently, it has been observed that studies on the effects of technological tools on learning and teaching have begun to make use of the two theories. Dual coding theory and cognitive load theory may constitute new fields of study for researchers in chemistry education.

In conclusion, information and communication technologies present significant opportunities in the near future for the chemistry education programs. They may also be a beneficial and effective tool in the development of new methods and techniques.

References

- Abdullah, S., & Shariff, A. (2008). The effects of inquiry-based computer simulation with cooperative learning on scientific thinking conceptual understanding of gas laws. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 4(4), 387-398.
- Agung, S., & Schwartz, M. S. (2007). Students' understanding of conservation of matter, stoichiometry and balancing equations in Indonesia. *International Journal of Science Education*, 29(13), 1679-1702.
- Akkoyunlu, B., & Yılmaz, M. (2005). Türetimci çoklu ortam öğrenme kuramı. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28, 9-18.
- Akpınar, Y. (2003). Öğretmenlerin yeni bilgi teknolojileri kullanımında yükseköğretimin etkisi: İstanbul okulları örneği. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 2(2), 79-96.
- Altun, T. (2007). Information and communications technology (ICT) in initial teacher education: What can Turkey learn from range of international perspectives? *Journal of Turkish Science Education*, 4(2), 45-60.
- Ardac, D., & Akaygun, S. (2004). Effectiveness of multimedia-based instruction that emphasizes molecular representations on students' understanding of chemical change. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(4), 317-337.
- Arnold, S. R., Padilla, M. J., & Tunhikorn, B. (2009). The development of pre-service science teachers' professional knowledge in utilizing ICT to support professional lives. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 5(2), 91-101.
- Baddeley, A. (1992). Working memory. *Science*, 255, 556-559.
- Basili, P. A., & Sanford, J. P. (1991). Conceptual change strategies and cooperative group work in chemistry. *Journal of Research in Science Teaching*, 28, 293-304.
- Ben-Zvi, R., Eylon, B., & Silberstein, J. (1987). Students' visualization of a chemical reaction. *Education in Chemistry*, 24, 117-120.
- Bernauer, J. A. (1995, April). *Integrating technology into the curriculum: First year evaluation*. Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, San Francisco, CA. (ERIC Document Reproduction Service No. ED385224)
- Burke, K. A., Greenbowe, T. J., & Windschitl, M. A. (1998). Developing and using conceptual computer animations for chemistry instruction. *Journal of Chemical Education*, 75(12), 1658-1660.
- Chandler, P., & Sweller, J. (1991). Cognitive load theory and the format of instruction. *Cognition and Instruction*, 8, 293-332.
- Clark, D., & Jorde, D. (2004). Helping students revise disruptive experientially supported ideas about thermodynamics: Computer visualizations and tactile models. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(1), 1-23.
- Clark, J. M., & Paivio, A. (1991). Dual coding theory and education. *Educational Psychology Review*, 3(3), 149-210.
- 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*, 40(5), 464-486.
- Daşdemir, İ., Doymuş, K., Şimşek, Ü., & Karaçöp, A. (2008). The effects of animation technique on teaching of acids and bases topics. *Journal of Turkish Science Education*, 5(2), 60-69.
- Demiraslan, Y., & Usluel, Y. K. (2005). Bilgi ve iletişim teknolojilerinin öğrenme öğretme sürecine entegrasyonunda öğretmenlerin durumu. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 4(3), 109-113.

- Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Mortimer, E., & Scott, P. (1994). Constructing scientific knowledge in the classroom. *Educational Researcher*, 23(7), 5-12.
- Ebenezer, J. V. (2001). A hypermedia environment to explore and negotiate students' conceptions: Animation of the solution process of table salt. *Journal of Science Education and Technology*, 10(1), 73-92.
- Gabel, D. L., & Bunce, D. M. (1994). Research on problem solving: Chemistry. In D. L. Gabel (Ed.), *Handbook of Research on Science Teaching and Learning* (pp. 301-325). New York: Macmillan.
- Gabel, D. L., Samuel, K. V., & Hunn, D. (1987). Understanding the particulate nature of matter. *Journal of Chemical Education*, 64(8), 695-697.
- 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.
- Gülbahar, Y. (2008). ICT usage in higher education: A case study on preservice teachers and instructors. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 7(1), 32-37.
- 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.
- Hakerem, G., Dobrynina, G., & Shore, L. (1993, April). *The effect of interactive, three dimensional, high speed simulations on high school science students' conceptions of the molecular structure of water*. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Atlanta, GA. (ERIC Document Reproduction Service No. ED362390)
- Hameed, H., Hackling, M. W., & Garnett, P. J. (1993). Facilitating conceptual change in chemical equilibrium using a CAI strategy. *International Journal of Science Education*, 15(2), 221-230.
- Johnson-Laird, P. (1983). *Mental models*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Johnstone, A. H. (1993). The development of chemistry teaching: A changing response to changing demand. *Journal of Chemical Education*, 70, 701-704.
- Kelly, R. M., & Jones, L. L. (2007). Exploring how different features of animations of sodium chloride dissolution affect students' explanations. *Journal of Science Education and Technology*, 16(5), 413-429.
- Kıyıcı, G., & Yumuşak, A. (2005). Fen bilgisi laboratuvarı dersinde bilgisayar destekli etkinliklerin öğrenci kazanımları üzerine etkisi: Asit-baz kavramları ve titrasyon konusu örneği. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 4(4), 130-134.
- Kozma, R. B., & Russell, J. (1997). Multimedia and understanding: Expert and novice responses to different representations of chemical phenomena. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(9), 949-968.
- Laroche, L. H., Wulfsberg, G., & Young, B. (2003). Discovery videos: A safe, tested, time-efficient way to incorporate discovery-laboratory experiments into the classroom. *Journal of Chemical Education*, 80(8), 962-966.
- Lee, H., Plass, J. L., & Homer, B. D. (2006). Optimizing cognitive load for learning from computer-based science simulations. *Journal of Educational Psychology*, 98(4), 902-913.
- Lonning, R. A. (1993). Effect of cooperative learning strategies on student verbal interactions and achievement during conceptual change instruction in 10th grade general science. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(9), 1087-1101.
- Lowe, R. K. (2003). Animation and learning: Selective processing of information in dynamic graphics. *Learning and Instruction*, 13(2), 157-176.

- Marcano, A. V., Williamson, V. M., Ashkenazi, G., Tasker, R., & Williamson, K. C. (2004). The use of video demonstrations and particulate animation in general chemistry. *Journal of Science Education and Technology*, 13(3), 315-323.
- Mayer, R. E. (2003). The promise of multimedia learning: Using the same instructional design methods across different media. *Learning and Instruction*, 13(2), 125-139.
- Michel, E., Roebbers, C. M., & Schneider, W. (2007). Educational films in the classroom: Increasing the benefit. *Learning and Instruction*, 17, 172-183.
- Nakhleh, M. B. (1992). Why some students don't learn chemistry. *Journal of Chemical Education*, 69(3), 191-196.
- Nakhleh, M. B., & Mitchell, R. C. (1993). Concept learning versus problem solving: There is a difference. *Journal of Chemical Education*, 70(3), 190-192.
- Niaz, M., & Rodriguez, M. A. (2000). Teaching chemistry as rhetoric of conclusions or heuristic principles - a history and philosophy of science perspective. *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 1(3), 315-322.
- Othman, J., Treagust, D. F., & Chandrasegaran, A. L. (2008). An investigation into the relationship between students' conceptions of the particulate nature of matter and their understanding of chemical bonding. *International Journal of Science Education*, 30(11), 1531-1550.
- Own, Z., & Wong, K. P. (2000, November). *The application of scaffolding theory on the elemental school acid – basic chemistry web*. Paper presented at the International Conference on Computers in Education/International Conference on Computer-Assisted Instruction (ICCE/ICCAI), Taipei, Taiwan. (ERIC Document Reproduction Service No. ED454827)
- Paivio, A. (1971). *Imagery and verbal processes*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Paivio, A. (1986). *Mental representations: A dual coding approach*. Oxford, UK: Oxford University Press.
- Paselk, R. A. (1994). Visualization of the abstract in general chemistry. *Journal of Chemical Education*, 71, 225.
- Pınarbaşı, T., & Canpolat, N. (2003). Students' understanding of solution chemistry concepts. *Journal of Chemical Education*, 80(11), 1328-1332.
- Ross, B., & Munby, H. (1991). Concept mapping and misconceptions: A study of high-school students' understandings of acids and bases. *International Journal of Science Education*, 13(1), 11-23.
- Russell, J. W., & Kozma, R. B. (1994). 4M:Chem-multimedia and mental models in chemistry. *Journal of Chemical Education*, 71(8), 669-670.
- Russell, J. W., Kozma, R. B., Jones, T., Wykoff, J., Marx, N., & Davis, J. (1997). Use of simultaneous-synchronized macroscopic, microscopic, and symbolic representations to enhance the teaching and learning of chemical concepts. *Journal of Chemical Education*, 74(3), 330-334.
- Sanger, M. J., & Greenbowe, T. J. (1997). Common student misconceptions in electrochemistry: Galvanic, electrolytic, and concentration cells. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(4), 377-398.
- Sanger, M. J., Phelps, A. J., & Fienhold, J. (2000). Using a computer animation to improve students' conceptual understanding of a can-crushing demonstration. *Journal of Chemical Education*, 77(11), 1517-1520.
- Sarıçayır, H., Şahin, M., & Üce, M. (2006). Dynamic equilibrium explained using the computer. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 2(2), 130-137.

- Schmidt, H.-J. (1995). Applying the concept of conjugation to the Brønsted theory of acid-base reactions by senior high school students from Germany. *International Journal of Science Education*, 17(6), 733-741.
- Sepet, A., Yılmaz, A., & Morgil, İ. (2004). Lise ikinci sınıf öğrencilerinin kimyasal denge konusundaki kavramları anlama seviyeleri ve kavram yanılgıları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 26, 148-154.
- Solomon, J. (1987). Social influences on the construction of pupils' understanding of science. *Studies in Science Education*, 14, 63-82.
- Stevens, D. J., Zech, L., & Katkanant, C. (1988). An interactive videodisc and laboratory instructional approach in a high school science class. *Journal of Research on Computing in Education*, 20, 303-309.
- Stieff, M., & Wilensky, U. (2003). Connected chemistry - incorporating interactive simulations into the chemistry classroom. *Journal of Science Education and Technology*, 12(3), 285-302.
- Sutherland, R. (2004). Designs for learning: ICT and knowledge in the classroom. *Computers & Education*, 43, 5-16.
- Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, 12(2), 257-285.
- Usun, S. (2006). Applications and problems of computer assisted education in Turkey. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 5(4), 11-16.
- Williamson, V. M., & Abraham, M. R. (1995). The effects of computer animation on the particulate mental models of college chemistry students. *Journal of Research in Science Teaching*, 32(5), 521-534.
- Winberg, T. M., & Berg, C. A. R. (2007). Students' cognitive focus during a chemistry laboratory exercise: Effects of a computer-simulated prelab. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(8), 1108-1133.
- Wu, H.-K., Krajcik, J. S., & Soloway, E. (2001). Promoting understanding of chemical representations: Students' use of a visualization tool in the classroom. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(7), 821-842.
- Yang, E., Andre, T., Greenbowe, T. J., & Tibell, L. (2003). Spatial ability and the impact of visualization/animation on learning electrochemistry. *International Journal of Science Education*, 25(3), 329-349.
- Zahn, C., Barquero, B., & Schwan, S. (2004). Learning with hyperlinked videos – design criteria and efficient strategies for using audiovisual hypermedia. *Learning and Instruction*, 14(3), 275-291.