

# **BENZEŞİMLERLE ÖĞRETİM MODELİNİN 9. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN KİMYASAL BAĞLAR KONUSUNDAKİ KAVRAMSAL ANLAMALARI ÜZERİNE ETKİSİ<sup>1</sup>**

*Duygu KILIÇ*

*Gazi Üniversitesi Vakfı Özel Okulları, Ankara*

*Hüseyin AKKUŞ, Hakkı KADAYIFÇI, Basri ATASOY*

*Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi, OFMAE Bölümü, Ankara*

*İlk Kayıt Tarihi: 24.12.2012*

*Yayına Kabul Tarihi: 11.03.2013*

## **Özet**

*Bu çalışmanın amacı, 9. sınıf öğrencilerinin kimyasal bağlar konusunu anlamalarında benzeşimlerle öğretim modelinin etkisini incelemektir. Öntest-sontest kontrol gruplu yarı deneysel desenin kullanıldığı bu çalışmada; dersler aynı öğretmenin yürüttüğü iki sınıfta 48 öğrencinin katılımıyla gerçekleştirildi. Kimyasal bağlar konusu deney grubunda benzeşimlerle öğretim modeli, kontrol grubunda ise geleneksel öğretim yaklaşımına dayalı düz anlatım modeli ile işlendi. Elde edilen veriler t-testi ve ANCOVA istatistiksel teknikleriyle analiz edildi. Benzeşimlerle öğretim modelinin öğrencilerin kimyasal bağlar konusunu anlamalarında düz anlatım modeline göre daha etkili olduğu tespit edildi. Bunun yanında ön bilgileri ve mantıksal düşünme yetenekleri daha fazla olan öğrencilerin kimyasal bağlar konusunu daha iyi anladıkları belirlendi.*

*Anahtar Kelimeler: Kimya eğitimi, kimyasal bağ, benzeşimlerle öğretim modeli*

## **THE EFFECT OF TEACHING WITH ANALOGIES MODEL ON CONCEPTUAL UNDERSTANDING OF 9<sup>th</sup> GRADE STUDENTS' CHEMICAL BONDING CONCEPTS**

### **Abstract**

*The purpose of this study is to examine the effect of teaching with analogies model on how 9th grade students understand chemical bonds. This study in which pre-posttest quasi-experimental design were used was conducted in two different classes consisting of 48 students with the same teacher. The subject matter chemical bond was covered on the basis of teaching with analogies model the experimental group while it was covered on the basis of traditional teaching approach in the control group. The data gained was analyzed using t-test and*

*1. Bu çalışma ilk yazarın yüksek lisans tezinden üretilmiştir.*

*ANCOVA statistical techniques. That the teaching with analogies model was more effective than traditional teaching approach in teaching chemical bonds was found out. In addition to that, it was also found out that the students whose prior knowledge and logical thinking abilities are greater are better at understanding chemical bonds.*

*Key words: Chemistry education, chemical bonding, teaching with analogies models*

## 1. Giriş

Benzeşimlerin kimya öğretiminde önemini ortaya koyabilmek için öncelikle kimya biliminin yapısına daha yakından bakmak gerekir. Kimya biliminde bilginin üç boyutu olan makroskobik (bütünsel), mikroskobik (tanecikli doğa) ve sembolik (semboller ve formüller) boyutlar arasında tam bir ilişki kurmadan kimya kavramları anlaşılabilir. Örneğin; bir kimsenin demir kavramını anlaması ve onu diğer kavramları öğrenirken kullanabilmesi için demir denildiği zaman demirden yapılan herhangi bir cisim aklına gelerek demirin makroskobik boyutunu; o cisimde demir atomlarının (mikroskobik boyut) belirli bir düzen dahilinde bir araya gelerek makroskobik boyutu nasıl oluşturduklarını ve bu her bir demir atomunu ve demir atomlarından (Fe) meydana gelmiş maddenin sembolik olarak nasıl gösterildiğini bilmesi gerekiyor. Örneğin; Fe(k), Fe(s) gibi. Öğrenciler günlük hayatlarında kimyanın mikroskobik boyutunu gözlemleyemediklerinden, benzeşimler ve modeller olmadan kimya kavramlarının mikroskobik boyutunu öğrenmeleri oldukça zordur. Kimyasal bağlar konusu da soyut doğası nedeniyle öğrencilerin çok zor öğrendiği ve hatta birçok öğrencinin yanlış kavramalara sahip olduğu konulardan biridir. Benzeşimler ve modeller olmadan öğrencilerin bilimsel modele uygun kimyasal bağ anlayışı gerçekleştirmeleri mümkün değildir (Taber, 2002; Gabel, 1993; Harrison, 1994; Atasoy, 2004 s. 23-25).

Alanyazında benzeşim terimi ile ilgili birçok tanıma rastlamak mümkündür (Mayo, 2001; Duit, 1991; Glynn ve diğ., 1989). Bunlardan en çok kullanılanlarından biri olan Taber'in (2001) tanımına göre benzeşim, iki farklı sistem arasındaki bazı benzerliklerin ortaya konulmasıdır. Benzeşim, yeni kavramı (hedefi) bilinen bir şeyle (kaynak) açıklamak için kullanılır. Böylece bilinen şey yeni kavramı yapılandırma görevini üstlenir ve yeni kavramı anlamada kaynak olarak görev yapar (Clement, 2002). Benzeşimler bilimsel fikirleri keşfetme, tanımlama ve açıklama amacıyla kullanıldığında, bilimi daha ilginç ve anlaşılır hale getirir (Hodgson, 1995). Eğitimdeki ana işlevi ise öğrencilerin yeni bilgiyi anlamadaki zorluklarının üstesinden gelmede onlara yardımcı olmasıdır. Öğrenciler bilimsel bir fikri, ilginç, anlaşılır ve öğrenmeye değer bulmadıkları takdirde onu önemsemeyeceklerdir. Çünkü öğrenmede yeni bilgiye olan ilginin, bilginin içeriği kadar önem taşıdığı kabul edilen bir gerçektir (Pintrich, Marx ve Boyle, 1993).

Benzeşimler genellikle mecazlarla (metafor) veya örneklerle karıştırılırlar. Benzeşimlerde hedef ve kaynak ilişki karşılaştırması açık bir şekilde yapılmasına rağmen, mecazlarda karşılaştırmalar üstü kapalıdır. Ayrıca benzeşimler daha çok bilimsel ve

teknolojik bağlamda, mecazlar ise edebi bağlamda kullanılırlar. Örnekler ise, iki ilgi alanının benzer özellikleri arasındaki karşılaştırma değil, hedefin anlaşılır modelledir (Glynn ve diğ., 1989). Örneğin farklı polaritedeki maddelerin karışmayacağını göstermek için su ve yağı kullanmak bir benzeşim değil, bir örnektir (Kurtz, 1995).

Bir başka terim olan model; öğelerin, işlemlerin, karmaşık nesne veya süreç ilişkilerinin basitleştirilmiş temsilcisidir ve benzeşime göre daha kapsamlıdır. Bu temsil edilme bir cebirsel denklem, bir diyagram, bir akış şeması veya bir fiziksel kopya gibi çeşitli şekillerde olabilir. Bu açıdan bakıldığında benzeşim de bir model türüdür. Örneğin pompa, insan kalbinin modelidir ve aynı zamanda bir benzeşim olarak da kullanılabilir. Molekülleri temsil etmek amacıyla kullanılan top-çubuk modellerinin ise böyle bir benzeşime ihtiyacı yoktur. Top-çubuk modelleri benzeşim olmayıp moleküllerin gözle görünür ve basitleştirilmiş bir temsilcileridir.

Benzeşimlerin öğrenmeye yardımcı olmadan başka farklı işlevleri de vardır. Benzeşimler bilimsel keşifler, sanatsal ifade yolları ve günlük konuşmalar dahil düşünme uğraşımızın her alanına yayılmış durumdadırlar. Benzeşim yoluyla düşünme, temelde kaynak ve hedef arasında sistematik bir şekilde yapılan karşılaştırmaları gerekli kılar.

Bilim tarihi incelediğinde, benzeşimin çok sayıda büyük fikir ve keşfin doğuşuna yol açtığı görülür. Örneğin Bohr'un atom için bir model önerirken, atomu güneş sistemine benzetmesi kimyada en iyi bilinen benzeşimlerden biridir. Başka bir örnek Benjamin Franklin'in şimşek ve elektrik arasında kurduğu benzeşim ile ünlü uçurtma deneyini gerçekleştirmesidir. Ses dalgaları ile su dalgaları, ışık ile ses, solunum ile yanma, şimşek ile elektrik, benzen halkası ile kendi kuyruğunu ısırın yılan, kromozom ile boncuklu ip, zeka ile bilgisayar benzeşimleri, bilim insanlarının fikirlerini başkalarına açıklamalarında benzeşim kullanmalarına verilecek örneklerden bazılarıdır.

### **1.1 Fen Kavramlarının Öğretilmesinde Benzeşimlerin Rolü**

Öğrenmenin temel prensiplerinden biri öğrenilen yeni kavramların, önceki bilgiyle ilişkilendirilmesidir. Özellikle fen eğitiminde çoğu öğretmen, derslerinde öğrencilerine bu bağlantıyı inşa etmelerinde yardımcı olmaya çalışır. Öğretmenler özellikle derslerin başlangıç aşamasında genellikle benzeşimler yoluyla sınıfın dikkatini, öğrenecekleri fen kavramları üzerine çekerler (Glynn ve Muth, 1994).

Benzeşim, fen konularının öğrenme-öğretme sürecinde önemli bir bileşen olarak artan bir şekilde kullanılmaktadır (Coll, 2006; Glynn, 2008, Harrison ve Treagust, 2006). Öğrenme amaçlı benzeşimler, zaten bildiğimiz benzer bir durumun yardımıyla yeni bir durumu anlamamıza yardım ederek yeni bilgi ve eski bilgi arasında bir köprü görevi yaparlar.

Benzeşimler öğrencilerin fen metinlerini anlamlandırmasına da yardım ederler. Fen metinlerinin görevlerinden bir tanesi karmaşık kavramları ve bu kavramlar ara-

sındaki ilişkileri açıklamaktır. Entropi kavramında olduğu gibi, birçok fen kavramı okuyucular için tanıdık değildir veya günlük yaşamdan farklı bir şekilde tanımlanmışlıklarından anlaşılması zordur (Glynn et al. 1989). Öğretmenler, benzeşimleri ve diğer modelleri bu süreci kolaylaştırmak için sıklıkla kullanırlar. Kavramları somut bir yolla tanıtmak öğrenciler için ilgi çekici ve anlamlıdır. Öğretmenler öğrencilere kavramların basitleştirilmiş temsilcilerini göstermek için fiziksel modelleri de kullanırlar. Öğrencilerin ilk zihinsel modellerini oluştururken özellikle benzeşimler daha çok kullanılır. Örneğin, insan gözünü kameraya, kalbi bir pompaya, elektrik akımının borulardaki su akışına benzeterek kavramı tanıtmak daha kolaydır.

Benzeşimin yararlı olabilmesi için öğretmen, öğrencilerinin benzerler (kaynak ve hedef) arasındaki uygun bağları bulduklarından emin olmalıdır. Öğrenciler, çoğunlukla benzeşimde kaynak ve hedefin tam olarak hangi bileşenlerinin benzerliğinin önemli olduğundan emin olamazlar. Öğretmenler öğrencilerine karşılaştırma için benzerlerin hangi bileşenlerinin aslında konuyla ilgili olduğunu açıklayarak yanlış benzerlikler kurmalarından kaçınmalarına yardımcı olabilir. Kaynak ve hedef arasındaki benzerliklerin, daha detaylı bilgi temeli ve kavramsal sistemi olan öğretmen tarafından ortaya konulması ile öğrenci tarafından ortaya konulması birbirinden farklıdır. Benzeşimin yararlı olabilmesi için öğrenciler, kaynak ve hedef arasındaki benzerlikleri kendileri ortaya çıkarmalıdır. Buna anlamsal ipuçları yardımcı olabilir. Benzerlikler kadar farklılıkların da ortaya konması büyük önem taşır. Bunun için benzeşimin nerede başarısız olduğunu açık bir şekilde ortaya koymak veya hedef ve kaynağı farklı yönlerden karşılaştırmak uygun olabilir.

## **1.2 Benzeşimlerle Öğretim Modeli**

Benzeşimlerin öğretimde kullanımıyla ilgili birçok model mevcuttur (Mintzes ve diğ., 1998). Glynn ve diğerleri (1989) tarafından geliştirilen “Benzeşimlerle öğretim modeli” bu modellerden öğretimde en çok kullanılanlardan biridir. Model aşağıda verilen altı basamaktan oluşmuştur:

1. Hedef kavramı tanıtmak
2. Benzer kavramı hatırlatma
3. Benzer yönleri belirleme
4. Benzer özellikleri haritalama
5. Kavramlara ilişkin sonuçlar çıkarma
6. Benzeşimin başarısız yönlerini gösterme

Benzeşimlerle öğretim modeli, temel olarak benzeşimin sınıfta kullanımı için rehberlik sağlar (Glynn ve diğ., 1995). Benzeşimlerle öğretim modelinde benzeşimler özellikle, öğrencilerin ilgili bilimsel kavram hakkında ilk zihinsel modellerini oluşturmalarına yardımcı olmak için kullanılır. Bu nedenle model daha çok, bilimin birçok

temel kavramının henüz yeni öğrenildiği, bilimsel bilgi ve anlayışın öğrenciler tarafından yapılandırılmaya çalışıldığı ilk ve ortaöğretim aşamasında kullanılmaktadır.

Benzeşmeye dayalı modeller, bilimsel kavramları daha tanıdık, daha görsel ve anlaşılır yollarla açıkladıkları için özellikle öğretmen ve öğrencilere çekici gelir (Glynn, 1991). Benzeşimler, zihinsel çerçevemizde ve düşünme sürecimizde önemli rol oynamaktadır. Benzeşimleri, genellikle tanıdık olmayan olayları öğrenirken, soyut fikirleri kavrarken ve yaratıcı düşünürken kullanırız. Bazı bilimsel olayları benzeşim veya model kullanmadan açıklamanın neredeyse mümkün olmaması, benzeşime dayalı modellerin vazgeçilmez olmasının sebeplerinden bir tanesidir (Harrison, 1994). Benzeşimlerle öğretim modeli, öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerine destek olur. Kaynak ve hedef ilgi alanları arasında sistematik benzerlik kurmak, analitik ve yaratıcı düşüncenin bir ürünüdür (Clement, 2002).

### **1.3 Benzeşimlerin Sınırlılıkları**

Benzeşimlerin büyük faydalarının yanında sınırlılıkları da vardır. Bu nedenle benzeşimler iki tarafı keskin bıçak olarak görülür ve dikkatli kullanılmadıkları takdirde öğrenenleri yanıltabileceği gibi öğrenmeye etkisi de olmayabilir. Benzeşimlerin yanlış kullanımı yanlış kavrama oluşumu gibi istenmeyen öğrenme etkilerine de yol açabilir (Parida ve Goswami, 2000).

Eğer benzeşimler dikkatli bir şekilde kullanılmazsa öğretim durumunda bazı sorunlarla karşılaşılabilir: (1) Öğrenciler benzeşime çok yabancı olabilirler veya onu öğrenmeye çalıştıkları hedef kavramdan ayıramayabilirler. (2) Öğrenciler içeriği değil sadece benzeşimi hatırlayabilirler. (3) Öğrenciler hedef kavramla ilgili çıkarım yaparlarken benzeşimin konu dışı yönleri üzerine yoğunlaşabilirler (Thiele ve Treagust, 1995).

Spiro ve diğ. (1989) benzeşim kaynaklı yanlış kavramaları yedi başlık altında sınıflandırmışlardır. Bunlar; (1) kaynağın dolaylı olarak yanlış yönlendiren özellikleri; (2) kaynağın eksik özellikleri; (3) kaynaktaki özelliklerin, hedefle benzer olmayan özelliklere aktarımı; (4) kaynağın doğrudan yanlış yönlendiren özellikleri; (5) kaynak ve hedefin yüzeysel olarak benzese de daha derinde yanlış anlamaya götüren farklılıklarının olması; (6) hedefle ilişkilendirilemeyecek kaynak ilgi alanının kullanılması; (7) teknik terimlerin günlük hayattaki anlamlarıyla kullanılmasından kaynaklanan yanlış anlamalardır.

Benzeşimler sınırlarından öteye çok fazla genişletildiklerinde yanlış kavramalara yol açabilirler. Örneğin kamera ile insan gözü arasındaki benzeşim odaklanma konusunda başarısız olur. Fotoğraf çekerken fotoğraf makinesinin odaklanması film ve lensler arasındaki uzaklığın değişmesiyle yapılabilirken, gözde odaklanma ise kornea ve merceğin etrafındaki kaslar tarafından yapılır.

Öğrenciler karmaşık, yeni bir alanı anlamaya çalışırken, yüzeysel bir benzeşim

ciddi yanlış yönlendirmelere yol açabilir. Kullanışlı benzeşimlerde bile kusurlar bulunur. Örneğin; “elektrik akımı” - “borudaki suyun akışı” benzeşiminde öğrenciler, dirençlerin su borusundaki suyun akışını sınırlayan daralmalar gibi olduğunu düşünürler. Ne kadar çok direnç varsa akış o kadar azalır. Bu sonuç seri bağlı dirençler için doğru olmasına karşın, paralel bağlılar için yanlıştır.

## **2. Yöntem**

### **2.1. Araştırmanın Amacı**

Bu çalışmanın amacı, 9. sınıf öğrencilerinin kimyasal bağlar konusunu anlamalarında benzeşimlerle öğretim modeli ile geleneksel öğretim yaklaşımına dayalı düz anlatım modelinin etkilerini karşılaştırmak ve belirlenen değişkenlerin öğrencilerin konuyu anlamaları üzerine etkilerini incelemektir. Çalışmanın araştırma soruları aşağıdaki gibidir:

1. Öğrencilerin önbilgileri, mantıksal düşünme yetenekleri, bilimsel işlem becerileri ve kimyasal bağlarla ilgili önbilgileri kontrol altına alındığında; benzeşimlerle öğretim modeli ile geleneksel öğretim yaklaşımına dayalı düz anlatım modelinin öğrencilerin kimyasal bağları anlamalarına etkileri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark var mıdır?

2. Öğrencilerin önbilgileri, mantıksal düşünme yetenekleri, bilimsel işlem becerileri, kimyasal bağlarla ilgili önbilgileri ve cinsiyetlerinin kimyasal bağlarla ilgili kavramların anlaşılmasına istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi var mıdır?

### **2.2 Araştırmanın Modeli**

Öntest-sontest kontrol gruplu yarı deneysel desenin kullanıldığı araştırmanın uygulanması haftada üç saat olmak üzere beş haftada tamamlandı. Her iki grupta da dersler aynı öğretmen tarafından yürütüldü. Sınıflardan biri rastgele kontrol, diğeri deney grubu olarak belirlendi. Kontrol grubunda geleneksel öğretim yaklaşımına dayalı düz anlatım modeli ve MEB tarafından önerilen ders kitapları kullanılırken, deney grubunda benzeşimlerle öğretim modeli ve bu modele göre hazırlanmış ders materyali kullanıldı.

Kontrol grubunda kimyasal bağlar konusu öğretmen merkezli olan düz anlatım modeline göre işlendi. Derslerden önce öğretmen konuyu nasıl anlatacağı, ne kadar süre ayıracağı, ne gibi örnekler vereceği ve hangi materyalleri kullanacağını planlayarak sınıfa geldi. Öğrencilerin de bir sonraki derste hangi konuyu işleyeceklerinden haberleri vardı ve derse hazırlıklı geldiler. Öğretmen her dersin başında öğrencilerin ilgilerini konuya çekmek amacıyla konuyla ilgili güncel olaylardan örnekler vererek giriş yaptı. Düz anlatım ve soru cevap tekniklerini kullanarak konuyu öğrencilere sundu. Dersin sonunda öğretmen tarafından öğrencilere konunun anlaşılıp anlaşılmadığı soruldu. Öğrencilerin anlamadıkları kısımlar öğretmen tarafından tekrar açıklandı.

Daha sonra öğrencilerin cevaplamaları için çeşitli sorular yöneltildi. Dersin sonunda genel bir tekrar yapılarak konular arasındaki ilişkiler kuruldu.

Deney grubunda yapılacak uygulama için, benzeşimlerle öğretim modeline uygun bir öğretim materyali hazırlandı. Bu materyal hazırlanırken kimyasal bağlar konusu, kimya öğretim programı ve çeşitli kimya ders kitapları incelenerek konunun daha anlaşılır olmasını sağlamak için yeniden alt başlıklara ayrıldı ve belirlenen alt başlıkların öğretimine yönelik altı adet benzeşim kullanıldı. Ayrıca benzeşimlerle öğretim modelindeki altı basamağın sonuna, benzeşimle kavratılması hedeflenen kazanımın kavranıp kavranılmadığını ölçebilmek amacıyla değerlendirme basamağı da eklendi.

Kullanılan benzeşimler ve genel hedefleri şöyledir:

1. “*Kimyasal bağ*” – “*havada duran ataç*” benzeşimi: Günlük hayatta kullanılan bağ kavramı ile kimyasal bağ kavramı arasındaki farkı anlamaları (Smith, 2003).

2. “*Kimyasal bağın oluşumu*” – “*yuvarlak mknatısların etkileşimi*” benzeşimi: Öğrencilerin kimyasal bağın hangi durumlarda oluştuğu konusunda bilgi sahibi olmaları ve iki atom arasındaki itme ve çekme kuvvetlerinin hangi taneciklerden kaynaklandığını öğrenmeleri (Orna ve diğ., 1994).

3. “*Kimyasal bağ çeşitleri*” – “*elektrik süpürgeleri*” benzeşimi<sup>2</sup>: Öğrencilerin elektronegatiflik değerlerini dikkate alarak iki atom arasında oluşan bağın iyonik bağ mı, apolar kovalent bağ mı yoksa polar kovalent bağ mı olduğunu belirlemeleri ve kimyasal bağların kuvvetlerinin karşılaştırmaları.

4. “*İyonik bağ*” – “*oyun hamurlarıyla örgü yapısı*” benzeşimi: Oyun hamuruyla iyonik yapılı bir katı modelinin hazırlanarak, bir iyonik örgüyü oluşturan iyonların dizilişi ve birbirlerine göre konumlarının nasıl olduğunun kavranması (Cady, 1997).

5. “*Moleküler yapılar*” – “*arıların şekerde toplanması*” benzeşimi<sup>2</sup>: Öğrencilerin aynı iki ametal atomu ve farklı iki ametal atomu arasındaki çekimlerin nasıl oluştuğunu ve bu çekimlerde ortaklaşa kullanılan elektronların işlevini zihinlerinde canlandırmaları.

6. “*Bileşik türü ve formülünün bulunması*” – “*köyler arası yarışma*” benzeşimi<sup>2</sup>: Öğrencilerin atom numaraları verilen iki element arasında oluşacak bileşiğin bağ çeşidini ve formülünü kolayca bulmaları.

Benzeşimlerle öğretim modeliyle dersler işlenirken, yapılandırmacı öğrenme yaklaşımı rehber alındı. Bilginin öğrencilere doğrudan sunulması yerine, bilgiyi öğrencilerin yapılandırmasına yardımcı olmak temel ilkeydi. Bu amaçla konu işlenirken benzeşimlerle öğretim modelinin uygun basamaklarında tahmin et-gözle-açıkla, beyin fırtınası, tartışma, gösteri, çizim yaptırma, vızıltı grupları, grup çalışması, oyun gibi öğrenci merkezli öğretim tekniklerine yer verildi. Her bir teknikte öğrencilerin etkin

2. İlk yazarın yüksek lisans tezi kapsamında geliştirilmiştir

olması sağlandı. Öğretmen derste rehber rolündeydi. Öğrencilerin dikkatleri dağıldığında, sunulan olayların nedenini ya da sonucunu bulmada zorlandıklarında, konuya yeniden odaklanmalarını sağlamak için bazı ipuçları verildi. Öğrencilerin olaylar için doğru nedenleri ya da sonuçları bulmalarında değişik örnekler verilerek yardımcı olundu.

Benzeşimlerle öğretim modeli ile konunun her alt başlığı işlendikten sonra o konuyla ilgili kısa süreli değerlendirme etkinlikleri yapıldı. Değerlendirme basamağında; açık uçlu sorular, çalışma sayfası, kavram haritası, kelime ilişkilendirme, çizim yapma gibi değerlendirme teknikleri kullanıldı.

### 2.3 Örneklem

Araştırmanın örneklemini, Ankara ilindeki bir özel okulda iki farklı sınıfta öğrenim gören toplam 48 dokuzuncu sınıf öğrencisinden oluşturuldu. Sınıflardan biri kontrol diğeri deney grubu olarak rastgele belirlendi. Kontrol grubunda 24 (11 kız, 13 erkek), deney grubunda 24 (18 kız, 6 erkek) öğrenci bulunmaktadır. Uygulama öncesinde kontrol ve deney grubunun araştırma kapsamındaki çeşitli değişkenlere göre durumu Çizelge 1’de verilmiştir.

### 2.4 Veri Toplama Araçları

*Kimyasal Bağlar Kavram Testi (KBKT)*: Test kimyasal bağlarla ilgili kavramsal anlamayı tespit etmek amacıyla araştırmacılar tarafından hazırlandı. 25 sorudan oluşan test, Treagust (1988) tarafından önerilen hazırlama aşamaları dikkate alınarak iki basamaklı çoktan seçmeli biçimde oluşturuldu. Testin kapsamı, programda belirtilen kazanımlar, dokuzuncu sınıf kimya kitapları ve alanyazında belirtilen yanlış kavramalar (Özmen, 2004; Ünal ve diğ., 2006) göz önüne alınarak belirlendi. Testteki soruların bir bölümü Kadayıfçı’nın (2001) öğrencilerin kimyasal bağlar konusundaki yanlış kavramalarını belirlemek için kullandığı kavram testinden uyarlandı, diğer sorular araştırmacılar tarafından dokuzuncu sınıf kimya ders kitaplarından yararlanılarak hazırlandı. Testteki sorular; değerlik elektronu sayısını belirleme (1 soru), periyodik cetvel (1 soru), orbital kavramı (1 soru), bileşik formülünün ve kimyasal bağın tahmini (6 soru), kovalent bağ (8 soru), iyonik bağ (5 soru), kimyasal bağ kavramı (2 soru), elektron dağılımı (1 soru) konularını kapsamaktadır. Testin kapsam geçerliği için, bu konuda deneyimli kimya eğitimcisi olan iki profesör, iki araştırma görevlisi ve 10 yıllık deneyime sahip üç kimya öğretmenin görüşleri alındı. Test, 48 dokuzuncu sınıf öğrencisine uygulanarak güvenilirlik katsayısı 0,634 (KR21) olarak hesaplandı.

*Mantuksal Düşünme Yeteneği Testi (MDYT)*: Testin orijinali Roadrangka, Yeany ve Padilla (1982) tarafından geliştirilmiştir. Testin Türkçe’ye uyarlanması çalışması Aksu, Beberoğlu ve Paykoç (1990) tarafından yapılmıştır. Toplam 21 sorudan oluşan test, somut işlem yapabilme ve orantısal muhakeme, değişkenleri kontrol edebilme, birleştirici muhakeme, olasılıklı muhakeme ve ilişkisel muhakeme gibi soyut işlem düzeyi ile ilgilidir. Test 6. sınıftan üniversiteye kadar olan düzey aralığındaki öğren-



cilerin mantıksal düşünme yeteneklerini ölçmeye uygundur. Testin güvenilirlik katsayısı ITEMAN programı kullanılarak 0,88 olarak bulunmuştur. Testin ilk 18 sorusu iki basamaklı çoktan seçmeli, son üç soruda ise öğrencilerden ihtimaller sıralamaları istenmektedir. Puanlamada ilk 18 soru için iki basamağı da doğru olan cevaplar 1 puan, basamaklardan herhangi birinin veya her ikisinin de yanlış olduğu cevaplar ise sıfır puan olarak puanlandı. Son 3 soruda ise öğrencilerin yazmış olduğu ihtimallerin sayısı dikkate alınarak cevaplar “1” ve “0” olarak puanlandı.

*Bilimsel İşlem Beceri Testi (BİBT)*: Testin orijinali Okey, Wise ve Burns (1982) tarafından geliştirilmiştir. Türkçeye çevirisi ve uyarlanması Geban, Özkan ve Aşkar (1992) tarafından yapılmıştır. Test, problemdeki değişkenleri belirleme (12 soru), hipotez kurma ve tanımlama (8 soru), işlemsel açıklamalar getirebilme (6 soru), problem çözümü için gerekli incelemeler tasarlama (3 soru), grafik çizme ve verileri yorumlayabilme (6 soru) bölümlerini kapsayan toplam 36 çoktan seçmeli sorudan meydana gelmiştir. Testin güvenilirliği 0,82 (KR21) olarak bulunmuştur.

*Ön bilgi Testi (ÖBT)*: Araştırmacılar tarafından hazırlanan test, öğrencilerin kimyasal bağlar konusu anlamaları için gerekli olan ön bilgilerini tespit etmek amacıyla kullanıldı. Test 25 çoktan seçmeli (1-25 sorular) ve 20 doğru-yanlış (26-45 sorular) olmak üzere toplam 45 sorudan oluşmaktadır Testin içeriği fen bilgisi 8. sınıf derslerinin öğretim programları ve liselerde yaygın olarak kullanılan kimya 1 ve 8. sınıf fen bilgisi ders kitapları incelenerek hazırlandı. Testin kapsam geçerliği için, bu konuda deneyimli kimya eğitimcisi olan iki profesör, iki araştırma görevlisi ve 10 yıllık deneyime sahip üç kimya öğretmeninin görüşleri alındı. Test, kırk sekiz 9. sınıf öğrencisine uygulandı ve testin güvenilirliği 0,698 (KR21) olarak hesaplandı.

## **2.5 Verilerin Analizi**

Araştırma sonucunda elde edilen verilerin analizinde SPSS programı kullanıldı. Kontrol ve deney grubundaki öğrencilerin ön bilgileri, mantıksal düşünme yetenekleri, bilimsel işlem becerileri ve kimyasal bağlarla ilgili kavramsal anlamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olup olmadığını test etmek için bağımsız gruplar arası t-testi kullanıldı. Kimyasal bağlar konusunun öğrenilmesinde benzeşimlerle öğretim modeli ile geleneksel öğretim yaklaşımının etkilerinin karşılaştırılması için de kovaryans analizi (ANCOVA) kullanıldı.

## **3. Bulgu ve Yorumlar**

Kimyasal bağlar konusu işlenmeden önce her iki gruba da ÖBT, KBKT-öntest, MDYT ve BİBT uygulandı. İlgili ölçeklerin deney ve kontrol grubu için ortalama değerleri ve bu ortalamalar arasında fark olup olmadığını gösteren değerler, aşağıdaki Çizelge 1’de gösterilmiştir. Çizelgeye göre çalışma öncesinde BİBT ortalama puanları açısından kontrol grubu ile deney grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur. Fakat kontrol grubunun ÖBT, KBKT-öntest ve MDYT ortalama puanları

deney grubundan daha yüksektir.

**Çizelge 1. Kontrol ve deney grubu öğrencilerinin MDYT, BİBT, ÖBT ve KBKT-öntest ölççekleriyle ilgili bağımsız gruplar arası t-testi sonuçları**

Test	Grup	N	$\bar{X}$	SS	SD	T	p
ÖBT	Kontrol	21	24,57	8,41	40	2,059	0,046*
	Deney	21	20,14	5,15			
KBKT-öntest	Kontrol	23	4,83	2,87	45	2,081	0,043*
	Deney	24	3,37	1,81			
MDYT	Kontrol	23	8,17	4,15	39	2,231	0,032*
	Deney	18	5,50	3,31			
BİBT	Kontrol	22	18,54	4,91	43	1,032	0,308
	Deney	23	17,17	3,98			

\* $p < 0.05$

Kimyasal bağlar konusu işlendikten sonra, öğrencilerin anlama düzeylerindeki değişmeyi ölçmek amacıyla Kimyasal Bağlar Kavram Testi (KBKT-sontest) yeniden uygulandı. Çizelge 2 incelendiğinde derslerin Benzeşimlerle Öğretim Modeline göre işlendiği deney grubunun KBKT-sontest puan ortalamasının, derslerin Geleneksel Yaklaşımla işlendiği kontrol grubundan daha yüksek olduğu görülür. KBKT uygulama öncesi ve sonrasında kontrol grubu ortalaması 4,83'den 9,12'ye yükselirken bu yükseliş deney grubunda 3,37'den 12,37'ye şeklinde oldu.

**Çizelge 2. Kontrol ve deney grubu öğrencilerinin uygulama sonrası KBKT-sontest sonuçları**

Grup	N	$\bar{X}$	SS
Kontrol	24	9,12	2,57
Deney	24	12,37	2,48

İncelenen farklı iki öğretim yaklaşımının öğrencilerin kimyasal bağlar konusundaki anlamalarına etkisini belirlemek amacıyla kovaryans analizi (ANCOVA) yapıldı (Çizelge 3). Araştırma kapsamındaki ölçek değerleri ve cinsiyet kontrol altına alındığında, KBKT-sontest puanlarına öğretim yaklaşımlarının istatistiksel olarak anlamlı etkisinin olduğu tespit edildi ( $F_{(1,34)}=22,322$ ;  $p < 0,05$ ). Deney grubunun KBKT-sontest ortalaması kontrol grubundan daha yüksek olduğundan, öğrencilerin kimyasal bağlar konusunu anlamalarında Benzeşimlerle Öğretim Modelinin, Geleneksel Yaklaşımına göre daha etkili olduğu söylenebilir.

**Çizelge 3: Kovaryans analizi (ANCOVA) çizelgesi (Bağımlı değişken: KBKT-sontest)**

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	SD	Kareler Ortalaması	F	p	$\eta^2$
ÖBT	97,833	1	97,833	22,903	0,000*	0,468
KBKT-öntest	20,421	1	20,421	4,781	0,038*	0,155
MDYT	23,533	1	23,533	5,509	0,027*	0,175
BİBT	0,890	1	0,890	0,208	0,652	0,008
Öğretim yaklaşımları	95,350	1	95,350	22,322	0,000*	0,462
Cinsiyet	0,148	1	0,148	0,035	0,854	0,001
Hata	111,063	26	4,272			
Toplam	4247,000	34				

\* $p < 0,05$ ;  $R^2 = 0,662$  (Ayarlanmış  $R^2 = 0,571$ )

Çizelge 3 incelendiğinde öğrencilerin kimyasal bağlarla ilgili kavramsal anlamları üzerine etki eden değişkenlerin %57,1'i araştırmada kullanılan bağımsız değişkenler tarafından açıklandığı görülebilir. Yine eta kare değerlerine bakıldığında, öğrencilerin kimyasal bağlarla ilgili kavramsal başarılarının %46,2'si iki grupta uygulanan öğretim yaklaşımları, %46,8'i öğrencilerin önbilgileri ( $F_{(1,34)} = 22,903$ ), %17,5'i ise öğrencilerin mantıksal düşünme yetenekleri ( $F_{(1,34)} = 5,509$ ) tarafından açıklandığı fark edilebilir. Bahsi geçen bu değişkenlerin bağımlı değişkene etkisi istatistiksel olarak anlamlı iken ( $p < 0,05$ ) cinsiyetin ve bilimsel işlem becerilerinin istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi yoktur ( $p > 0,05$ ).

#### 4. Sonuç ve Tartışma

Bu çalışmanın araştırma problemlerinden biri; öğrencilerin kimyasal bağlarla ilgili kavramsal anlamlarına benzeşimlerle öğretim modeli ile düz anlatım modelinin etkilerini karşılaştırmaktır. Öncelikle öğrencilerin çeşitli değişkenler açısından uygulama öncesindeki seviyeleri tespit edildi. Uygulama öncesinde kontrol grubundaki öğrencilerin ÖBT, KBKT-öntest ve MDYT ortalama puanları deney grubundaki öğrencilerden daha yüksekti (Çizelge 1 ve 2). Buna rağmen uygulama sonunda, deney grubundaki öğrencilerin kimyasal bağlarla ilgili daha az yanlış kavraması olduğu tespit edildi. Bu durum benzeşimlerle öğretim modeli ve bu modele göre hazırlanan ders materyalinin kimyasal bağlar konusunu anlamaya katkısının, düz anlatım modeli ve ders kitabının katkısından ne derece fazla olduğunu göstermesi açısından dikkate değerdir. Bu sonuç; benzeşimlerin öğrencilerin kavramalarını artırdığı yönündeki araştırma sonuçlarıyla örtüşmektedir (Black ve Solomon, 1987; Lawson ve diğ. 1993; Simons, 1984, Çetingül ve Geban, 2011; Çalık ve diğ., 2009; Savinainen ve diğ., 2005; Orgill ve Bodner, 2004).

Benzeşimler soyut bilgiyi daha somut hale getirerek öğrencilerin kavramalarını artıran etkili araçlardır. Simons (1984)'un da vurguladığı gibi benzeşimler, yeni bil-

ğinin öğrencide var olan bilgiyle bütünleşmesini sağlamada ve yeni bilginin anlaşılır olmasında katkı sağlamaktadır (Orgill ve Bodner, 2004). Kimya bilgisinin üç boyutu olan mikroskobik, makroskobik ve sembolik boyutlarının önemi göz önüne alındığında, benzeşimler kullanılmadan öğrencilerin kimyanın kavramsal yapısını öğrenmesinin zorluğu ortadadır. Ayrıca ortaöğretim öğrencilerinin bir kısmının mantıksal düşünme yeteneği açısından somut-soyut arasında geçiş aşamasında olduğu (Akkus, 2004) ve kimya kavramlarının soyut içeriği göz önüne alındığında, öğrenmeye yardımcı olarak sınıflarda benzeşim kullanılması kaçınılmaz olmaktadır. Bu nedenle öğretmenlerin benzeşimleri derste kullanmaları hem öğrencilerin hedef kavramı daha iyi anlamalarına hem de derse olan motivasyonlarına katkı sağlar.

Bu çalışmanın diğer araştırma problemi ise; öğrencilerin önbilgileri, mantıksal düşünme yetenekleri, bilimsel işlem becerileri, kimyasal bağlarla ilgili önbilgileri ve cinsiyetlerinin kimyasal bağlarla ilgili kavramların anlaşılmasına olan etkisini test etmektir. Bilginin yapılandırılması sürecinde yeni kavramlar öğrencilerin var olan eski bilgileriyle ilişkilendirildiğinde anlamlı olmaktadır (Metsala ve Glynn, 1996). Öğrencilerin önbilgileri, kimyasal bağlar konusuyla ilgili kavramsal anlamaları için önemli bir göstergedir. Yapılandırmacı yaklaşıma göre, öğrenmenin temel olarak var olan kavramla yeni kavram arasında ilişki kurulması olduğu düşünülürse, öğrencilerin önbilgilerinin belirlenmesinin ve dersin bu duruma göre işlenmesinin önemi daha iyi anlaşılabilir. Eğer öğretmenler konuya başlamadan önce öğrencilerin önbilgilerini belirler ve önbilgiler arasındaki çelişkileri giderirse yeni sunulacak olan kavramın öğrenci tarafından anlaşılması daha kolay olacaktır. Ayrıca sınıfta öğrenci-öğrenci, öğrenci-öğretmen etkileşimleri sonucu öğrencilerin verdiği yanlış cevaplar da doğru cevapları kadar önemlidir. Çünkü öğrencilerin yanlış cevapları onların yanlış kavramlarının ortaya çıkarılmasında önemli ipuçlarıdır. Bu çalışmada öğrencilerin konuyla ilgili önbilgilerinin, kimyasal bağlarla ilgili kavramsal anlamalarının %46,8'ini açıklama gibi, yeni kavramları öğrenmede oldukça yüksek oranda etkisinin olduğu tespit edildi. Bu durum öğrencilerin önbilgilerinin, öğrenme sürecinde ve performansında belirleyici bir etkiye sahip olduğunu belirten araştırma sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir (Ausubel, 1968; Hewson ve Hewson, 1983).

Ayrıca bu araştırmanın sonucunda öğrencilerin kimyasal bağlarla ilgili kavramsal başarılarında mantıksal düşünme yeteneğinin istatistiksel olarak %17,5 oranında anlamlı bir katkısının olduğu belirlendi. Mantıksal düşünme yeteneği öğrencilerin kimyasal bağlar konusuyla ilgili kavramsal başarıları için önemli bir göstergedir. Öğretmenler, anlaşılması zor olan soyut içerikli konuları işlerken kavramlarla ilgili benzeşim geliştirebilir ya da geliştirilen benzeşimleri kullanarak kavramların anlaşılmasını kolaylaştırabilirler. Bu bulgu Krajik ve Honey, (1987); Chiapetta ve Russell, (1982); Atasoy ve diğerlerinin (2007), öğrencilerin mantıksal düşünme yeteneklerinin farklı fen konularındaki performanslarına olumlu katkısının olduğunu belirttiği çalışma sonuçlarıyla örtüşmektedir.

## 5. Kaynakça

- Akkuş, H. (2004). Kavramsal değişim metinlerinin kimyasal denge başarısı üzerine etkisi. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Aksu, M, Berberoğlu, G. ve F. Paykoç. (1990). "Can the GALT test be used in a Different Cultural Setting?", Research Report.
- Atasoy, B. (2004). *Fen öğrenimi ve öğretimi*. Ankara: Asil Yayın.
- Atasoy, B., Genç, E., Kadayıfçı, H. ve Akkuş, H. (2007). Theeffect of cooperative learning to grade 7 students understanding of physical and chemical changes topic. Hacette Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 32, 12-21
- Ausubel, D.P. (1968). *Educational Psychology: A Cognitive View* (New York, Holt, Rinehart, and Winston).
- Black, D., and Solomon, J. (1987). Can pupils use taught analogies for electric current? *School Science Review*, 69, 249-254.
- Cady, S. G. (1997). "Use of Pom Pons to Illustrate Cubic Crystal Structures". *Journal of Chemical Education*, 74(7), 794-795.
- Chiapetta, E., and J.M. Russell. 1982. The relationship among logical thinking, problem solving instruction, and knowledge and application of earth science subject matter. *Science Education*, 66, 85-93.
- Clement, A. (2002), Learning with Analogies, Cases and Computers. *The journal of the learning science*. 11(1), 127-138.
- Coll, R. K. (2006). *The role of models, mental models, and analogies in chemistry teaching*. In P. J. Aubusson, A. G. Harrison, & S. M. Ritchie (Eds.), *Metaphor and analogy in science education* (pp. 65-78). Dordrecht, The Netherlands: Springer
- Çalık, M., Ayas, A. and Coll, R.(2009). Investigating the effectiveness of an analogy activity in improving students' conceptual change for solution chemistry concepts. *International Journal of Science and Mathematics Education*. 74(4), 651-676.
- Çetingül, İ., ve Geban, Ö. (2011). Kavramsal değişim metinleriyle verilen analogilerin asit-baz konusundaki kavram yanlışları için kullanımı. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 41, 112-123.
- Duit, R. (1991). On the role of analogies and metaphors in learning science. *Science Education*, 75(6), 649-672.
- Gabel, D.L. (1993). Use of The Particle Nature of Matter In Developing Conceptual Understanding. *Journal of chemical education*, 70, 193-194.
- Geban, Ö., Aşkar, P., & Özkan, I. (1992). Effects of computer simulations and problems solving approaches on high school students. *Journal of Educational Research*, 86, 5-10
- Glynn, S. M. (1991). *Explaining science concepts: A teaching-with-analogies model*. In S. Glynn, R. Yeany, and B. Britton (Eds.). *The psychology of learning science* (pp. 219-240).
- Glynn, S. M. (2008). *Making science concepts meaningful to students: Teaching with analogies*. In S. Mikelskis-Seifert, U. Ringelband, & M. Brückmann (Eds.), *Four decades of research in science education: From curriculum development to quality improvement* (pp. 113-125). Münster: Waxmann.

- Glynn, S. M. and Muth, K. D., (1994). Reading and writing to learn science: Achieving scientific literacy. *Journal of Research in Science Teaching*, 31, 1057-1073.
- Glynn, S., Duit, R., and Thiele, R. B. (1995). *Teaching science with analogies: A strategy for constructing knowledge*. In S. Glynn and R. Duit (Eds.), *Learning science in the schools: Research reforming practice* (pp. 247-273). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Glynn, S.M., Britton, B.K., Semrud-Clikeman, M, and Muth, K.D. (1989). *Analogical reasoning and problem solving in textbooks*. Handbook of Creativity: Assessment, Theory and Research. J.A. Glover, R.R. Running and C.R. Reynolds (Editors.), (p. 383-393). New York, Plenum.
- Harrison, A. & Treagust, D. (2006). *Teaching and learning with analogies*. In P. Aebischer, A. Harrison & S. Ritchie (Eds.), (2006). *Metaphor and analogy in science education*, (pp11-25). Dordrecht: Springer
- Harrison, A. G. (1994). Is there a scientific explanation for refraction of light?- A review of textbook analogies. *Australian Science Teachers Journal*, 40, 30-35.
- Hewson, M.G. & Hewson, P.W. (1983) Effect of instruction using students' prior knowledge and conceptual change strategies on science learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 20, 741-733.
- Hodgson, T. (1995). Secondary mathematics modeling: Issues and challenges. *School Science and Mathematics*, 95, 351-358.
- Kadayıfçı, H. (2001). Lise 3. Sınıftaki öğrencilerin kimyasal bağlar konusundaki yanlış kavramların belirlenmesi ve yapılandırıcı yaklaşımın yanlış kavramların giderilmesi üzerine etkisi. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Kılıç, D. (2007). Analojilerle öğretim modelinin 9. sınıf öğrencilerinin kimyasal bağlar konusundaki yanlış kavramlarının giderilmesi üzerine etkisi. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Krajcik, J.S., and R.E. Honey. 1987. Proportional reasoning and achievement in high school chemistry. *School Science and Mathematics*, 87, 25–32.
- Kurtz, J. Martha (1995). "Using Analogies to teach college chemistry: A multiple analogy approach by Martha J. Kurtz", Arizona State University.
- Lawson, A. E., Baker, W. P., Didonato, L., Verdi, M. P. and Johnson, M. A. (1993). The role of hypothetico-deductive reasoning and physical analogues of molecular interactions in conceptual change. *Journal of Research in Science Teaching*. 30(9), 1073-1085.
- Mayo, J.A. (2001). Using Analogies to Teach Conceptual Applications of Developmental Theories. *Journal of Constructivist Psychology*, 14, 187-213.
- Metsala, J. L., Glynn, S. (1996) Teaching with analogies: Building on the science textbook. *The Reading Teacher*; 49(6); Academic Research Library.
- Mintzes, Joel J., J.H. Wandersee ve J.D. Novak (1998) *Teaching science for understanding a human constructivist View*. Gary D. Phye (Editor), Academic press, San Diego.
- Okey, J.R., Wise, K.C. & Burns, J.C. (1982). *Integrated Process Skill Test-2* (James R. Okey, Department of Science Education, University of Georgia, Athens, GA 30362, USA).
- Orgill, M.K., and Bodner, G. (2004). what research tells us about using analogies to teach chemistry. *Chemistry Education: Research and Practice*, 5(1), 15-32.

- Orna, M. V.; Schreck, J. O.; Heikkinen, H.; Ayers, C.; Breyer, A.; Himes, C. L. (1994) SourceBook; ChemSource: New Rochelle, NY.
- Özmen, H. (2004). Some student misconceptions in chemistry: A literature review of chemical bonding. *Journal of Science Education & Technology*, 13, 147 – 159
- Parida B.K., M. Goswami. (2000). Using Analogy as a Tool in Science Education, *School Science Quarterly Journal of Science Education*, 38(4) <<http://www.ncert.nic.in/journalnew/sschap10.htm>>
- Pintrich, P. R., Marx, R. W., and Boyle, R. A. (1993). Beyond cold conceptual change: The role of motivational beliefs and classroom contextual factors in the process of conceptual change. *Review of Educational Research*, 63, 197-199.
- Roadrangka, V., Yeany, R., and Padilla, M. (1982) GALT, Group Test of Logical Thinking, Athens, Georgia: University of Georgia
- Savinainen, A., Scott, P., and Viri, J. (2005). Empirical study on the efficiency of bridging in learning science. *Science Education*, 89, 175-195.
- Simons, P. R. J. (1984). Instructing with analogies. *Journal of educational Psychology*, 76(3), 513-527.
- Smith B. (2003) Chemical Bonding in Solids. <[http://www.callutheran.edu/BioDev/marcey/assi\\_04/smith.htm](http://www.callutheran.edu/BioDev/marcey/assi_04/smith.htm)> (2013, Ocak 1)
- Spiro, R. J., Feltovich, P. J., Coulson, R. L., and Anderson, D. K. (1989). Multiple analogies for complex concepts: Antidotes for analogy-induced misconception in advanced knowledge acquisition. In *Similarity and Analogical Reasoning*. S. Vosniadou and A. Ortony (Editors), (p. 498-531). Cambridge: Cambridge University Press.
- Taber, K. S. (2001). When the analogy breaks down - modeling the atom on the solar system. *Physics Education*, 36 (3), 222-226
- Taber, K.S. (2002). Chemical misconception: Prevention, diagnosis and cure: Vol. 1 Theoretical background. London: Royal Society of Chemistry
- Thiele, R. B., and Treagust, D. F. (1995). Analogies in chemistry textbooks. *International Journal of Science Education*, 17, 783-795.
- Treagust, D.F. (1988). Development and Use of Diagnostic Tests to Evaluate Students' Misconceptions in Science. *International Journal of Science Education*, 10(2), 159-69.
- Ünal S., Çalık M., Ayas A., Coll R.K. (2006) A review of chemical bonding studies: Needs, aims, methods of exploring students' conceptions, general knowledge claims and students' alternative conceptions *Research in Science & Technological Education*, 24(2), pp. 141–172

## EXTENDED SUMMARY

This research aims at comparing the effects of teaching with analogies model and lecturing through traditional teaching approach on 9th graders' comprehension of the topic of chemical bonding. So as to exhibit the importance of analogies in the teaching of chemistry, firstly it is vital to have a look at the structure of the chemical sci-

ence closely. The concepts of chemistry cannot be understood without associating the macroscopic, the microscopic and the symbolic dimensions- the three dimensions of knowledge in the chemical science - fully. Since the microscopic dimension cannot be seen in any way, learning the microscopic dimension of chemical concepts is difficult without analogies and models. Due to its abstract nature, the topic of chemical bonding is also a topic which students find difficult to learn and most of them even form misconceptions related to the topic. Without analogies and models, it is impossible for students to comprehend the chemical bonding complying with the scientific model (Taber, 2002; Gabel, 1993; Harrison, 1994; Atasoy, 2004 pp 23-25).

The main function that analogy fulfils in education is that it helps students cope with difficulties in understand the new knowledge. Due to the three dimensional characteristic of chemical knowledge and to its abstractness, analogies are increasingly used as an important component in the learning-teaching process (Glynn and Muth, 1994; Coll, 2006; Glynn, 2008; Harrison and Treagust, 2006).

In order for the analogy to be useful, appropriate ties should be set up between the analogous things (the source and the target). Besides, it is important to demonstrate the differences as well the similarities. Exhibiting clearly the point where the analogy is unsuccessful or a comparison of the source and the target from different perspectives would be beneficial for our purposes. Using analogies presents restrictions beside benefits. Therefore, analogies are regarded as knives with two blades; and unless they are used cautiously, they can mislead learners and can also be ineffective in learning. Using analogies in a wrong way is capable of leading to undesired learning inadequacies such as misconception formation (Parida and Goswami, 2000).

Teaching with analogies model, developed by Glyn et al (1989), is composed of six stages. Namely, (1) introducing the target concept, (2) reminding the analogous concept, (3) specifying the similarities, (4) mapping the similar properties, (5) making inferences concerning the concepts, and (6) demonstrating the unsuccessful sides of the analogy. As models based on analogy make the scientific concepts more familiar, more visual and more understandable, they are attractive especially to teachers and learners (Glyn, 1991).

This research study- using the pre-test, post-test control group and the quasi-experimental design- was conducted with 48 ninth graders of two different classes who are taught by the same teacher in a private school in Ankara. The lecturing model based on traditional teaching approach and the coursebook recommended by the Ministry of Education were employed with the control group whereas the model of teaching with analogies accompanied by course materials prepared accordingly was used in the experimental group.

Chemical Bonding Concept Test (CBCT), Group Assessment of Logical Thinking (GALT), Science Process Skills Test (SPST) and Prior Knowledge Test (PKT) were



used as the tools of measurement in data collection. The data were analysed on the SPSS programme. Prior to the application the prior knowledge of the students in the control and the experimental groups, their logical thinking abilities, science process skills were used; and the independent sample t-test was used to see whether or not there were any differences between their comprehension of the chemical bonding. Following the application, the analysis of covariance (ANCOVA) was utilised in order to compare the effects of teaching with analogies model and of lecturing method on students' understanding the topic of chemical bonding.

The analysis results showed that teaching with analogies model was statistically more influential than the lecturing method in students' understanding the topic of chemical bonding ( $F_{(1,34)}=22,322, p<0,05$ ). Moreover, it was also found that the students with higher levels of prior knowledge and logical thinking abilities comprehended the topic better. However, gender and science process skills were not found to be statistically significant. Prior to the application, the PKT, CBCT-pre and GALT average scores of the students in the control group were higher than those in the experimental group (Tables 1 and 2). Despite this, after the application, the students in the experimental group were found to have less wrong comprehension in terms of chemical bonding. This finding is remarkable in demonstrating how bigger are contributions of teaching with analogies and the course materials prepared in line with the model to understanding the topic of chemical bonding, compared to the traditional approach and the course book. This result is parallel to the ones obtained in research studies concluding that analogies raise students' comprehension (Black and Solomon, 1987; Lawson et al 1993; Simons, 1984; Çetingül and Geban, 2011; Çalık et al 2005; Orgill and Bodner, 2004).

Analogies are the instruments making the abstract knowledge concrete, and thus raising students' comprehension. As is stressed by Simons (1984), analogies contribute to assuring the integration of the new knowledge with the knowledge existing in students and to making it understandable (Orgill and Bodner, 2004). Considering the importance of the microscopic, macroscopic and symbolic dimensions of chemistry, it becomes evident that it is difficult for students to learn the conceptual structure of chemistry without using the analogies and other models. Hence, using analogies in classes ensures that students comprehend the target concepts better and contributes to their motivation towards the course.