



A Science-Art Application: Surrealist Chemistry*

Ümmüye Nur TÜZÜN¹, Gülseda EYCEYURT TÜRK²

¹ PhD, Ministry of National Education, u_tuzun@hotmail.com, <http://orcid.org/0000-0001-9114-0460>

² Assist. Prof., Cumhuriyet University Education Faculty Chemistry Education Department, g.eyceyurt@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0002-4757-3696>

Received : 13.09.2019

Accepted : 07.02.2020

Doi: <https://doi.org/10.37995/jotcsc.620308>

Abstract: In this research, it was aimed to enhance students' submicroscopic images about chemistry through a science-art application. For this aim, macro and submicro nature were studied in a surrealist way on canvas through the science-art application. The research was conducted on four students educating at a high school in Ankara on the basis of the case study. The participants were a small group because of studying multiple surrealist paintings. The students constructed surrealist paintings by reflecting both of macro and submicro nature together. These paintings and participant-observer notes were used as data collecting tools. Photography content analysis was utilized for the paintings and descriptions were made for observer notes. At the end of the research, it was found that the students could gain partly scientifically true images by constructing surrealist paintings. Also, it could be said based on participant-observer notes that before the application, the students' submicroscopic images were not adequate, so they needed the literature search. After the application, the students referred to meaningful learning by the help of images according to participant-observer notes.

Key words: Chemistry teaching, science-art application, enhancing images

Corresponding author: Ümmüye Nur TÜZÜN, Ministry of National Education, u_tuzun@hotmail.com

EXTENDED SUMMARY

Why don't some students learn chemistry? Some students make efforts for leaning chemistry, but they could not be successful. The students could learn chemistry much

* Paper presented at EYFOR 8, Ankara.

more properly if they understood the submicroscopic nature of chemistry (Nakhleh, 1992). This would be possible when the students gain scientifically proper images about the submicroscopic nature of chemistry. The images are mental pictures come into existence when an individual conceives about a concept. If an individual has an image about an iron atom, it means this individual could conceive the nucleus, electrons, shape and size of the atom, also could conceive the structure which forms when lots of iron atoms come together (Atasoy, 2004). So in this research, it was aimed to enhance students' submicroscopic images through a science-art application. A science-art application is important because it makes students solve daily-life problems, think critically, compete in job markets and also make them gain science literacy (Eyceyurt-Turk & Tuzun, 2017; Freeley & Steinberg, 2005; Vieira et al., 2011). For this aim, macro and submicro nature were studied in a surrealist way.

The research was conducted on four students educating at a high school in Ankara based on the case study. The case study offers researchers to investigate a system which could be a case, an environment, a program or a people group, in-depth (Buyukozturk et al., 2010). The participants were a small willingness group because of studying multiple surrealist paintings. Also because of the nature of the qualitative studies, studying with a small participant group in depth would not be a problem.

The application process was 16 lesson hours. Through the application process, the students constructed surrealist paintings by integrating macro and submicro nature according to science-art application philosophy. The students painted eight paintings, two for each of them. The students painted different atoms' / molecules' submicroscopic nature with current technological, artistic tools such as canvas and acrylic dye according to scientifically true electronic sequences / scientifically true molecular geometries by putting true numbers of electrons in layers / by calculating molecule's single or multiple bonds truly and also by calculating bond angles truly based on integrating macro and submicro nature in a surrealistically artistic way.

These paintings and participant-observer notes were used as data collecting tools. Photography content analysis was utilized for the paintings and descriptions were made for observer notes. Two experienced science educators controlled the data collecting tools for content validity and also the same educators' descriptions and coding - categorizing consistency made the data collecting tools reliable.

At the end of the research, it was found that the students could gain partly scientifically true images by constructing surrealist painting according to science-art application philosophy. The students could picture the atom's structure or the molecules' geometries scientifically truly (f:8, %100). But they were not successful for picturing atomic sizes (f:2, %25). On the other hand, they could put electrons scientifically truly in layers, or

they could picture bond angles in molecules scientifically truly (f:8, %100) and also they could picture single bonds (f:7, %87,5) but they were inadequate for picturing multiple bonds (f:3, %37,5).

Also, it could be said based on participant-observer notes that before the application the students' submicroscopic images about the atom/molecules they would picture were not adequate because of their need of literature search about this atom / these molecules and also after the application they referred learning from experiences.

As a conclusion, it could be said that enhancing students' submicroscopic images based on the science-art application was an effective strategy for meaningful learning in chemistry. But it was important to underline as a suggestion from participant observer's experiences that for preventing students' misconceptions or mental confusions when changing macro to submicro image, teachers must take care. For example, teachers could ask "Just as Einstein's relativity thought experiments imaginary scenarios when you look at nature, what would you see if you suddenly were in size of a molecule?"

There is different research in literature, making students integrating the particular nature of solid, liquid or gas matters with macro nature by paintings (Coskun Armutcu et al., 2018). But the current research offered much more complicated molecular structure images based on students' drawings according to their ages.

As a suggestion of the research, it could be offered that chemistry teachers could use this technique, student constructing surrealist paintings by integrating macro with submicro nature based on science-art application, for making their students gain scientifically much more proper concept images. The research described in so much detail because for being a guide for further different surrealist researches.

Bir Bilim-Sanat Uygulaması: Sürrealist Kimya[†]

Ümmüye Nur TÜZÜN¹, Gülseda EYCEYURT TÜRK²

¹ Dr. Öğretmen, Milli Eğitim Bakanlığı, u_tuzun@hotmail.com <http://orcid.org/0000-0001-9114-0460>

² Dr. Öğretim Üyesi, Cumhuriyet Üniversitesi Eğitim Fakültesi Kimya Eğitimi, g.eyceyurt@gmail.com <http://orcid.org/0000-0002-4757-3696>

Gönderme Tarihi: 13.09.2019

Kabul Tarihi: 07.02.2020

Doi: <https://doi.org/10.37995/jotcsc.620308>

Özet: Bu araştırmada bir bilim-sanat uygulamasıyla öğrencilerin kimya submikroskopik imajlarının geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla bilim-sanat uygulamasında makro ve submikro doğa, tabloya sürrealist bir biçimde çalışılmıştır. Araştırma Ankara'da bir ortaöğretim kurumunda dört öğrenci ile nitel araştırma desenlerinden durum çalışması temelinde yürütülmüştür. Katılımcı grubun küçük tutulmasındaki amaç, birden fazla sürrealist tablo çalışılacak olmasıdır. Araştırmanın veri toplama sürecinde öğrencilerin makro ve submikro doğayı birlikte yansıtmaları suretiyle yapılandırdıkları tablolar araştırmanın veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Araştırmanın diğer veri toplama aracıysa katılımcı gözlemci gözlem notlarıdır. Tablolar içerik analizi tekniklerinden fotoğraf analizi ile çözümlenmiş, katılımcı gözlemci gözlem notları için de betimlemeler kullanılmıştır. Araştırma sonucunda sürrealist tablolar yapılandırma suretiyle öğrencilerin kısmen bilimsel submikroskopik imajlar edindikleri sonucu bulunmuştur. Katılımcı gözlemci gözlem notları, öğrencilerin uygulama öncesinde submikroskopik imajlarının çok zayıf olduğu yönündedir. Bu sebeple öğrenciler ayrıntılı alanyazın taramasına ihtiyaç duymuşlardır. Yine katılımcı gözlemci gözlem notlarına göre öğrenciler uygulama sonrasında imaj edinmeye dair anlamlı öğrenmeye vurgu yapmışlardır.

Anahtar Kelimeler: Kimya öğretimi, bilim-sanat uygulaması, imaj geliştirme

Sorumlu yazar: Ümmüye Nur TÜZÜN, Milli Eğitim Bakanlığı, u_tuzun@hotmail.com

GİRİŞ

Bazı öğrenciler neden kimya öğrenemezler? Bazı öğrenciler çok çaba gösterebilir de kimyayı anlamada başarısız olurlar. Bunun sebeplerinden biri, öğrencilerin kimyanın submikroskopik doğasını zihinlerinde doğru bir biçimde resmedememeleridir (Nakhleh, 1992). Erduran vd. (2007), öğrencilerin bilimsel olarak doğru bir biçimde kavram algısı edinebilmeleri için kimyanın submikroskopik doğasını zihinlerinde bilimsel olarak doğru bir biçimde resmedebilmelerinin önemini vurgulamışlardır. Dolayısıyla kimyanın submikroskopik doğasına dair öğrencilerde bilimsel olarak doğru kavram imajları oluşturmanın kimya öğretiminde önemli olduğu söylenebilir.

[†] Bu çalışma EYFOR 8'de sözel bildiri olarak sunulmuştur.

Kavram imajları, kavramların adlarını duyduğumuz zaman zihnimize oluşan resimlerdir (Atasoy, 2004). Kavram imajları, o kavram ile ilişkili olan bütün özelliklerin ve süreçlerin resmini birlikte sunan bilişsel yapıya karşılık gelir (Tall & Vinner, 1981). Bir kimsenin demir atomu ile ilgili bir imaja sahip olması, o bireyin demir atomunun çekirdek ve elektronlardan meydana geldiğini, şeklini, büyüklüğünü hayal edebilmesi ve bu atomların bir araya gelmesiyle oluşturduğu yapıyı zihninde resmedebilmesi demektir (Atasoy, 2004). Benzer biçimde bir kimsenin sodyum klorürün kristal örgü yapısına dair bir imaja sahip olması, o bireyin sodyum klorürün kristal örgü yapısının birim hücre yapısını, birim hücrede sodyum iyonlarının 1/2 yüzey merkezli yerleşimini, klorür iyonlarının köşelere 1/8 yerleşimini, birim hücrelerin yan yana, alt alta, üst üste gelmesiyle iyonların birbirlerini tamamlamalarını, zıt iyonlar arasındaki elektrostatik çekim kuvvetini hayal edebilmesidir.

Öte yandan öğrencilere bilimsel olarak doğru bir biçimde kavram imajları edindirmek, kuşkusuz onlara yaparak yaşayarak bağlam temelli öğrenme fırsatları sunan (Eyceyurt-Türk & Tüzün, 2017), farklı disiplinler arasında ilişki kurularak kavram öğretiminin de ötesinde öğrendiklerini günlük problemlere pratik çözümler üretmede kullanan, alternatifler arasında daha makul olanı seçebilen (Freeley & Steinberg, 2005), aslında onları iş piyasalarında rekabet edebilen diğer yandan da fen okuryazarı vatandaşlar olarak yetiştiren öğretim ortamları tasarlama ile mümkündür (Vieira vd., 2011).

Öğrencilere bilimsel olarak doğru bir biçimde kavram imajları edindirmek için multidisipliner uygulamalar aynı zamanda anlamlı öğrenmeyi de desteklemektedir (Genç, 2014). Multidisipliner uygulamalarda bilim ve sanatın birlikte kullanılmasının uygulamayı daha güçlü kılacağı düşünülmektedir (Robelen, 2011). Bilim ve sanatın birlikte kullanılması yaparak öğrenme, kritik etme, olasılıkları araştırma ve karmaşık sistemleri anlama ile sonlanmaktadır (Boy, 2013). Bununla birlikte çok eski çağlardan beri bilim ve sanat arasında bir ayrım değil bir entegrasyon söz konusuysa, bugün de böyle bir ayrımın yapılmasına gerek duyulmamaktadır (Piro, 2010).

Öğrencilerde bilimsel olarak doğru bir biçimde kimya kavram imajı geliştirme konusunda alanyazındaki çalışmalara bakıldığında; öğrencilerin temel kimya kavramlarına dair submikroskopik imaj çizimi ve submikroskopik imaj okumaları çalışılmıştır. Çalışma sonunda öğrencilerin submikroskopik imaj okumada, submikroskopik imaj çizmeden daha başarılı oldukları bulunmuştur (Devetak & Glazar, 2009). Berg'in (2012) 145 lisans öğrencisinin şekerin sudaki çözünmesine dair submikroskopik imajlarını çalıştığı araştırmasında, öğrencilerin submikroskopik imajlarını ortaya koymada yetersiz kaldıkları bulunmuştur. Yine farklı bir çalışmada 96 lisans öğrencisinin stokiyometri konusundaki submikroskopik imaj algıları, kimyanın makro-submikro-sembolik doğasının birlikte

öğretimiyle geliştirilmeye çalışılmış, araştırma sonucunda kimyanın üçlü doğasının öğretimde etkililiği vurgulanmıştır (Sunyono vd., 2015). Devetak, Vogrinc ve Glazar (2007), çalışmalarında 408 lise öğrencisinin çözelti derişimi, iyonik çözünme ve moleküler çözünme kavramlarına dair submikroskopik algılarını ölçmüşler ve öğrencilerin sadece %43'ünün başarılı olduğunu bulmuşlardır. Sunyono ve Yulianti (2015) ise araştırmalarında 119 lise öğrencisinin atom imajlarını taramış ve araştırma sonunda öğrencilerin imajlarının çok yetersiz olduğu ortaya konulmuştur. Tezcan ve Yılmazel (2004), araştırmalarında yapılandırmacı temelli öğretimle çözünürlük konusunda öğrencilerin kavramları daha iyi anlamasını sağlamaya çalışmışlardır. Araştırma sonunda öğrencilerin bazı yanlış anlamalarının giderildiği bulunmuştur. Eyceyurt-Türk ve Tüzün (2017), araştırmalarında lise öğrencilerinin iyonik bağ, apolar kovalent bağ, polar kovalent bağ, kimyasal tepkime ve çözünme ile ilgili kavram imajlarını simülasyonlarla geliştirmişlerdir. Kavak (2007), çalışmasında ortaokul öğrencilerinin maddenin tanecikli doğasına dair algısında rol oynama öğretim yönteminin etkisini araştırmıştır. Ön test - son test kontrol gruplu desen temelindeki çalışma sonucunda rol oynama öğretim yönteminin, öğrencilerde maddenin tanecikli doğasına dair bilimsel olarak doğru imaj oluşturmada etkili olduğu bulunmuştur. Öte yandan alanyazında bir araştırmada öğrencilere submikro ve makro diyagram çalıştırmanın, öğrencilerin zihinsel modellerinde bilimsel olarak daha doğru kavram algısına sebebiyet vereceği savunulmuştur (Davidowitz & Chittleborough, 2009). Ayrıca Coskun-Armutcu vd. (2018), araştırmalarında submikro ve makro doğayı birlikte resmettirme suretiyle dokuz yaş grubu özel yetenekli öğrencilerin katı, sıvı ve gaz taneciklerine yönelik imajlarını geliştirmişlerdir. Bu araştırmada ise kimya öğretiminde bir bilim-sanat uygulamasıyla lise öğrencilerinde kimyanın submikroskopik doğasına dair bilimsel olarak doğru bir biçimde kavram imajı oluşturma amaçlanmıştır. Araştırmanın alanyazından farkı, çalışılan submikro kavramların daha kompleks formülizasyona sahip olmasıdır. Bu bağlamda araştırma sorusu "Kimya öğretiminde bir bilim-sanat uygulamasının lise öğrencilerinin submikroskopik kavram imajlarına etkisi nasıldır?" şeklindedir. Araştırmanın önemi alanyazında benzer temalı çalışmaların yaygın olmayışıdır.

YÖNTEM

Araştırmanın Deseni

Bu araştırmada kimya öğretiminde bir bilim-sanat uygulamasıyla öğrencilerde kimyanın submikroskopik doğasına dair bilimsel olarak doğru bir biçimde kavram imajı oluşturma süreci, nitel araştırma desenlerinden durum çalışmasıyla çalışılmıştır. Durum çalışması alanyazında "bir ya da birden fazla olayın, ortamın, programın, sosyal grubun ya da diğer birbirine bağlı sistemlerin derinlemesine incelendiği yöntem" olarak tanımlanmaktadır

(Büyüköztürk vd., 2010, s. 20). Bu araştırmada da bir bilim-sanat uygulamasına bağlı olarak kimya kavram imajı oluşturma süreci derinlemesine incelenecek sistemdir.

Araştırmanın Katılımcıları

Araştırmanın katılımcıları Ankara'da bir ortaöğretim kurumunun 12. sınıfında öğrenim görmekte olan gönüllü dört öğrencidir. Katılımcı grubun küçük tutulmasındaki amaç, hem nitel araştırmanın doğasının buna uygun olması hem de her öğrenciyle uygulama sürecinin kimyanın submikroskopik doğasına dair bilimsel olarak doğru kavram imajları edindirme adına iki defa yürütülmesiyle araştırmanın derinleştirilmesidir. Katılımcılar okul türü sebebiyle kızdır. Katılımcıların belirlenmesinde onların gönüllü olmaları, 12. sınıf olmaları ve ders bitimlerinde bu bilim-sanat uygulaması için kendilerine ek vakit ayıracak olmaları ölçüt olarak alınmıştır. Katılımcılar daha öncesinde böyle bir uygulama deneyimine sahip değildirler. Her katılımcı süreçte, bilim-sanat uygulamasıyla kendisinin submikroskopik algısını yansıtan iki eser ortaya koymuştur.

Veri Toplama Süreci

Araştırmanın uygulama sürecinde öğrenciler, farklı atomların ya da moleküllerin submikroskopik doğasını mevcut güncel teknolojik gereçler olarak tuval üzerine akrilik boya kullanmak suretiyle resmetmişlerdir. Bu süreçte bilimsel olarak doğru katman elektron dizilimi için katmanlara doğru sayıda elektron yerleştirme hesapları (birinci katmana iki, ikinci katmana sekiz, üçüncü katmana 18 ...) yapmışlardır. Ayrıca bilimsel olarak doğru molekül geometrileri resmetme için moleküllerdeki tekli ve çoklu bağ sayılarını doğru hesaplamaları ve de bu bağlara dair bilimsel olarak doğru açı hesaplamaları söz konusudur. Burada "bilimsel olarak doğru" ifadesinin karşılığı, bilimsel bilginin sürekli değişip gelişebileceği bilimin doğası boyutu temel alındığında "mevcut bilimsel bilgilerimizdir." Böylece öğrenciler, görünen ve göremediğimiz doğayı sürrealist bir biçimde entegre etmek suretiyle resmetmişlerdir. Uygulama süreci, her hafta ders dışı egzersiz olarak iki ders saati olmak üzere sekiz hafta yani 16 ders saati sürmüştür. Her öğrenci iki tablo yapılandırmıştır. Öğrenciler, molekül geometrisi bilgisine sahiptirler ancak seçtikleri molekülün submikroskopik doğasına dair kavram imajlarına sahip değildirler. Çünkü öğrenciler seçtikleri molekülün submikroskopik doğasına dair alanyazın araştırması yaptıktan sonra zihinlerindeki resmi yapılandırıp tabloya aktarmışlardır. Alanyazın sadece molekülün submikroskopik doğası taraması için kullanılmıştır. Tablolar özgündür, öğrencilerin zihinlerindeki resmin tabloya sürrealist yansıması imajın anlamlılığı adına gereklidir. Şekil 1, Şekil 2 ve Şekil 3'te "bilim-sanat uygulaması" veri toplama sürecine rehberlik edebilecek örnek tablolar verilmiştir. Bu tablolardan Şekil 3 veri toplama sürecinde öğrencilere "bilim-sanat uygulamasının" nasıl yürütüleceğine dair bilgi vermek amaçlı kullanılmıştır.

Şekil 1

Örnek Bir Sürrealist Kimya Tablosu



©Tüzün,2019

Şekil 1'de alfa linolenik asit molekülünün submikroskopik doğası, mevcut güncel teknolojik gereçler olarak tuval üzerine akrilik boya kullanmak suretiyle bilimsel olarak doğru molekül geometrisiyle, iskelet formüle hidrojen eklemeleri yapmadan, iskelet molekül formülündeki tekli-çoklu bağ sayılarının ve bağ açılarının doğru hesaplamalarıyla, görünen ve göremediğimiz doğayı yani halata, halatın yapıldığı maddedeki kimyasalın submikroskopik doğasını sürrealist bir biçimde entegre etmek suretiyle resmedilmiştir.

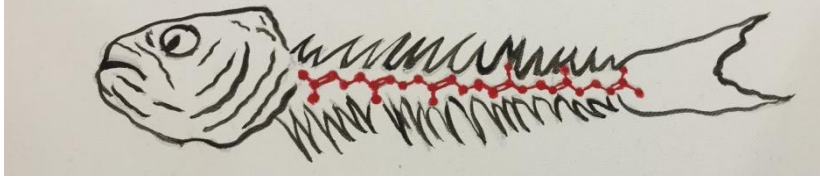
Şekil 2

Bir Başka Örnek Sürrealist Kimya Tablosu



©Tüzün ve Gürsoy, 2019

Şekil 2'de hava moleküllerinin submikroskopik doğası mevcut güncel teknolojik gereçler olarak tuval üzerine akrilik boya kullanılarak, bilimsel olarak doğru molekül geometrileriyle ve birbirine göre bağıl büyüklüklerle, moleküldeki bağlara dair bilimsel olarak doğru açı hesaplamalarıyla, görünen ve göremediğimiz doğayı, gökyüzü ve hava moleküllerinin submikroskopik doğasını sürrealist bir biçimde entegre etmek suretiyle resmedilmiştir.

Şekil 3*Bir Başka Örnek Sürrealist Kimya Tablosu*

©Tüzün ve Güven, 2017

Şekil 3'te balıktaki squalen molekülünün submikroskopik doğası, mevcut güncel teknolojik gereçler olarak tuval üzerine akrilik boyayla resmedilmiştir. Tablo bilimsel olarak doğru molekül geometrisiyle, iskelet formüle hidrojen eklemeleri yapmadan, iskelet molekül formülündeki tekli-çoklu bağ sayılarının ve bağ açılarının doğru hesaplamalarıyla, görünen ve göremediğimiz doğayı, balık kılıcı ve balıktaki molekülün submikroskopik doğasını sürrealist bir biçimde entegre etmek suretiyle yapılandırılmıştır.

Veri Toplama Araçları

Öğrencilerin seçtikleri molekülün submikroskopik doğasına dair kavram imajlarına sahip olmamaları durumu, o molekülün submikroskopik doğasına dair alanyazın araştırması yapmalarına ihtiyaç duymaları temelinde yapılandırılmamış-katılımcı gözlemci gözlem notlarıyla ortaya konmuştur. Katılımcı gözlemci gözlem notlarında yapılandırılmamış şablon tercih edilmesinin sebebi gözlemciye daha fazla esneklik sağlamasıdır. Yapılandırılmamış-katılımcı gözlemci gözlem notlarının muhtevasını ise araştırmamanın sonunda öğrencilerin ön bilgileri, öğrencilerin ön bilgilerinin nasıl bilindiği, öğrencilerin sürece dair dönütleri ve süreçten öğrendikleri oluşturmuştur. Araştırmanın bir diğer veri toplama aracı da tablolarıdır. Öğrencilerin yapılandırdıkları sürrealist tabloların her biri hem uygulama süreci hem de tablodan fotoğraf analizi veri çözümleme tekniği yapılabilirliği sebebiyle veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Tabloların içeriği, görünen ve göremediğimiz yani makroskopik ve submikroskopik doğa entegrasyonudur. Tablolarda maddenin tanecikli doğası temelinde çizim yapma söz konusudur.

Verilerin Analizi

İçerik analizi teknikleri, genellikle yazılı mesajlar üzerinde uygulanmakla birlikte ilke olarak tüm mesaj türlerine uygulanabilir. McLuhan'ın deyimiyle Gutenberg Galaksisi'nden Marconi Galaksisi'ne ya da yazılı uygarlıktan resim uygarlığına geçiş süreçlerinin yaşandığı çağımızda imgesel mesajların önemi giderek artmakta ve bu da imajlar üzerinde çalışmanın önemini artırmaktadır (Bilgin, 2006). Dolayısıyla bu araştırmada submikroskopik kavram imajı belirleme amaçlı veri toplama aracı olarak kullanılan

tabloların analizinde, içerik analizi tekniklerinden fotoğraf analizi tekniği kullanılmıştır. Katılımcı gözlemci gözlem notları ise betimlemelerle yani tasvirlerle çözümlenmiştir.

Veri toplama araçlarından tabloların içerik analizinde önce veriler anlamlı en küçük birimler olarak çözümlenerek kodlar oluşturulmuş, daha sonra benzer kodlar aynı temalara, kategorilere alınmıştır. İçerik analizi sonunda tersten içerik analizi kontrolü yani kategorilerin bütün kodları kapsamaması durumu da kontrol edilmiştir (Erickson, 2004).

İçerik analizinde kategoriler atom/molekül türü, teknik malzeme, atom/molekül yapısı, matematiksel hesaplamalar, sanat olarak alınmıştır. Atom/molekül türü kategorisindeki kodları hangi atomun/molekülün çalışıldığı oluşturmaktadır. Teknik malzeme kategorisinin kodları çalışılan teknolojik sanat malzemeleri kodlarıdır. Atom/molekül yapısı kategorisindeki kodlar ise atoma dair uygun katman elektron dizilimi kodu, moleküllerin uygun geometri kodları, atom ve moleküllerin bağlı büyüklüklerinin doğru resmedilmesi kodlarıdır. Matematiksel hesaplamalar kategorisindeki kodlar ise atomun katmanlarındaki elektron sayıları hesaplamaları kodu, moleküllerdeki bağ açıları, moleküllerdeki bağ sağları, tekli bağlar, çoklu bağlar kodlarıdır. Sanat kategorisi ise makro ile submikro entegresinin doğru biri biçimde yapılması kodundan oluşmaktadır.

Alan eğitiminde uzman iki fen eğitimcisi veri toplama araçlarını kapsam geçerliği bakımından kontrol etmiş, aynı iki eğitimcinin betimlemeleri ve kod-kategori oluşturmaları arasındaki tutarlık ile de güvenilirlik sağlanmıştır.

Araştırmanın Etiği

Araştırmada bütün etik ilkelere uyulmuştur. Katılımcıların bilim-sanat uygulaması süreci sonunda ortaya koydukları eserlere bilimsel etik adına © şeklinde "telif" verebilmek için katılımcıların 18 yaşını doldurmaları beklenmiştir. Katılımcılardan eserlerin kullanımına ve yayımına dair yazılı izinler alınmıştır.

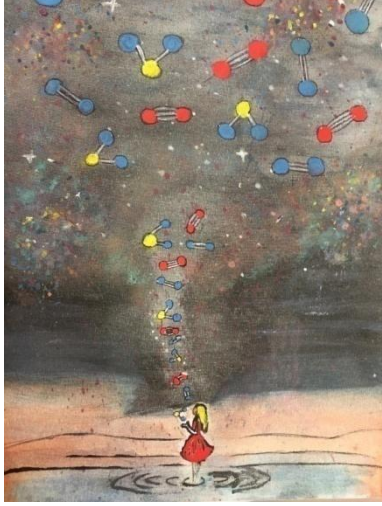


BULGULAR

Tabloların Analizi

Bilim-sanat uygulamasıyla öğrencilerde kimyanın submikroskopik doğasına dair bilimsel olarak doğru bir biçimde kavram imajı oluşturmak amacıyla yapılandırılan tablolar, içerik analizi tekniklerinden fotoğraf analizi tekniği ile çözümlenmiştir. Elde edilen bulgular Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1

Öğrencilerin Yapılandıkları Tabloların Fotoğraf Analizi ile Çözümlemesi

Öğrenci Tablosu	Kategoriler				
	Atom/ Molekül Türü	Teknik Malzeme	Atom/ Molekül Yapısı	Matematiksel Hesaplamalar	Sanat
	Hava molekülleri kodu	Tuval kodu Akrilik boya kodu	Azot molekül geometrisi kodu Oksijen molekül geometrisi kodu Su molekülü geometrisi kodu Molekül ve atom büyüklüklerini bağlı olarak resmedememe kodu	Moleküllerdeki bağ açılarını doğru resmedebilme kodu Moleküllerdeki bağ sayılarını doğru resmedebilme kodu	Makro ve sub- mikro doğa enteg- resi kodu
	Glikoz molekülleri kodu	Tuval kodu Akrilik boya kodu	Glikoz molekül geometrisi kodu Molekül ve atom büyüklüklerini bağlı olarak doğru resmetme kodu	Moleküllerdeki bağ açılarını doğru resmedebilme kodu Moleküllerdeki bağ sayılarını doğru resmedebilme kodu Molekülde eksik bağ resmetme kodu	Makro ve sub- mikro doğa enteg- resi kodu
	Buz molekül- lerinin kristalik yapısı kodu	Tuval kodu Akrilik boya kodu	Su molekül geometrisi kodu Buz moleküllerinin kristalik geometrisi kodu Molekül ve atom büyüklüklerini bağlı olarak doğru resmetme kodu Moleküller	Moleküllerdeki bağ açılarını doğru resmedebilme kodu Moleküllerdeki bağ sayılarını doğru resmedebilme kodu	Makro ve submik- ro doğa enteg- resi kodu

©Dilayda Turgut, 2019		Arası etkileşimleri doğru konuçlandırma kodu			
	B-iyonon molekülleri kodu	Tuval kodu Akrilik boya kodu	B-iyonon molekül geometrisi kodu Molekül ve atom büyüklüklerini bağül olarak doğru resmetme kodu	Moleküllerdeki bağ açılarını doğru resmedebilme kodu Tekli bağları resmetme kodu İkili bağları resmedememe kodu	Makro ve submikro doğa entegresi kodu
©DilaydaTurgut, 2019		Arası etkileşimleri doğru konuçlandırma kodu			
	Demir atomlarını resmetme kodu	Tuval kodu Akrilik boya kodu	Demir atomunun katman elektron dizilimini resmetme kodu	Katman elektron dağılımlarını doğru yerleştirme kodu	Makro ve submikro doğa entegresi kodu
©Yüksel Koşar, 2019		Arası etkileşimleri doğru konuçlandırma kodu			
	Naftalin molekülü kodu	Tuval kodu Akrilik boya kodu	Naftalinin molekül geometrisi kodu	Moleküllerdeki bağ açılarını doğru resmedebilme kodu Tekli bağları resmetme kodu İkili bağları resmedeme kodu	Makro ve submikro doğa kısmen entegresi kodu (Naftalinin molekül geometrisinin çiçeğe benzetilmesinden dolayı çiçek yerine çizilmesi)
©Yüksel Koşar, 2019		Arası etkileşimleri doğru konuçlandırma kodu			

	DNA molekülleri kodu	Tuval kodu Guaj boya kodu	DNA çift zincirli sarmal yapısı kodu	Moleküllerdeki bağları doğru resmetme kodu	Makro ve submikro doğa entegresi kodu
©Ayça Başak, 2019					
	İndol-3-on dimeri kodu	Tuval kodu Guaj boya kodu	İndol-3-on dimeri geometrisi kodu Molekül ve atom büyüklüklerini kısmen doğru resmetme kodu	Moleküllerdeki bağ açılarını doğru resmedebilme kodu Tekli bağları resmetme kodu İkili bağları resmedeme kodu	Makro ve submikro doğa entegresi kodu
©Ayça Başak, 2019					

Tablo 1’de her öğrencinin iki tablosu; iki çizimi art arda verilmiştir. Tablolar öğrencilere ait olduğundan tabloların altına “copyright” eklenmiştir. Her öğrencinin ikinci tablosu ilk tablosundan daha karmaşık bir tanecik algısı içermektedir.

Tablo 1 incelendiğinde her öğrencinin iki farklı tabloda iki farklı atomun/molekülün submikroskopik doğasına dair imaj yapılandırması suretiyle öğrencilerin submikro algılarının güçlendirilmesi amaçlanmıştır. Tablo 1’de öğrencilerin, atomun ya da molekülün submikroskopik doğasını resmederken atomun yapısını ya da molekül geometrilerini bilimsel olarak doğru bir biçimde yapılandırmada sorun yaşamadıkları (f:8, %100) görülmüştür. Ancak öğrenciler bağıl atom büyüklüklerini resmetmede (f:2, %25) başarılı olamamışlardır. Öte yandan öğrenciler katman elektron yerleştirmelerini, moleküllerdeki bağ açılarını (f:8, %100) ve tekli bağları resmederken (f:7, %87,5) bilimsel olarak doğru olan referans alındığında yeterli iken moleküllerdeki çoklu bağları resmederken çoğu zaman yetersiz (f:3, %37,5) kalmışlardır. Burada birinci ve ikinci tabloların karşılaştırılması değil, sonuçların bütünsel olarak ele alınması söz konusudur. Çünkü birinci tablodan ikinci tabloya geçişte korelasyonel bir gelişim süreci izlenmesi değil, öğrencilerin tablolarla mental şemalarının, imajlarının ayrıntılandırılması amaçlanmıştır.

Katılımcı Gözlemci Gözlem Notları

Sürrealist tabloların yapılandırılması sürecindeki katılımcı gözlemci gözlem notu betimlemeleri:

- Öğrencilerin 12. sınıf olmaları sebebiyle atom/molekül kavramına dair lise öğrenimleri boyunca kimya öğretim programlarından gelen yaşanmışlıkları

mevcuttur. Ancak öğrenciler çalıştıkları atom/moleküllere dair kavram imajlarına sahip değillerdir. Bu ifadenin dayanak noktasına ise öğrencilerin uygulama sürecinden önce alanyazın taramasına ihtiyaç duymuş olmaları sunulabilir.

- Öğrenciler süreçte çok eğlendiklerini dile getirmişlerdir. Ayrıca atomun/molekülün submikroskopik doğasını resmetme yoluyla yaparak yaşayarak öğrenmeyi deneyimlediklerini söylemişlerdir.

SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu araştırmada kimya öğretiminde bir bilim-sanat uygulamasıyla öğrencilerde kimyanın submikroskopik doğasına dair bilimsel olarak doğru bir biçimde kavram imajı oluşturma süreci derinlemesine çalışılmıştır. Öğrenciler birden fazla kavram imajı çalışmak suretiyle süreci daha derinlemesine deneyimlemişler; sadece basit moleküller değil karmaşık moleküllere dair kavram imajları da edinmişlerdir. Öğrenciler kavram imajı oluşturmada katman elektron dizilimi, molekül geometrisi, bağ açıları ve tekli bağ resmetme bakımından yeterli iken, bağ atom büyüklüklerini, çoklu bağları resmetmede bazen yetersiz kalmışlardır. Dolayısıyla bu araştırma sonucunda kimya öğretiminde bilim-sanat uygulamasının öğrencilerde kimyanın submikroskopik doğasına dair bilimsel olarak kısmen doğru bir biçimde kavram imajı oluşturma sağladığı söylenebilir. Ayrıca katılımcı gözlemci gözlem notları da öncesinde öğrencilerin çalıştıkları atom/moleküllere dair kavram imajlarının olmaması sebebiyle alanyazın taraması yaptıkları ve uygulama sürecinde tablo yapılandırma ile atom/molekülün submikroskopik doğasına dair yaşanmışlıklar deneyimledikleri şeklindedir.

Alanyazında Coskun Armutcu vd. (2018) tarafından katı, sıvı, gazların submikroskopik doğasının sürrealist resmedilmesiyle yani görünen doğayla harmanlanmasıyla özel yetenekli öğrencilerle bir çalışma yapılmıştır. Çalışmada öğrencilerin katı, sıvı, gazların tanecikli doğasına dair ön ve son imajları alınmış, uygulama sürecindeki tablolar ise hem teknik açıdan hem de maddenin tanecikli doğasını bilimsel olarak doğru bir biçimde yansıtılma açısından analiz edilmiştir. Araştırma sonunda sürecin, öğrencilerin imajlarını geliştirdiği bulunmuştur. Bu araştırmada da bahsedilen alanyazından farklı olarak daha karmaşık tanecikler çalışılmıştır.

ÖNERİLER

Burada benzer biçimde bilim-sanat uygulamaları yapacak araştırmacılar için katılımcı gözlemci deneyimlerinden yola çıkarak vurgulanması gereken bir husus, sürrealist çalışmalarda makro görünümünden submikro doğaya geçişlerin öğrenci zihninde kavram

yanılıgına ya da kavram kargaşasına sebebiyet vermeyecek biçimde yapılması gerekliliğidir. Örneğin öğrenci çıplak gözle doğaya bakarken, tıpkı bilim tarihinde Einstein'ın görelilik kuramı düşünce deneylerinde olduğu gibi birden "Bir molekülün büyüklüğüne kendimizi küçültebilseydik ne görürdük?" gibi bir soruyla yönlendirilebilir.

Bu bilim-sanat uygulaması çalışmasının ayrıntılı betimlemesi, derslerinde öğrencilerine maddenin tanecikli doğasına bilim-sanat uygulaması ile farklı bir bakış açısı edindirmede çalışmanın kimya öğretmenlerine rehber olmasının beklenilmesi adına önemlidir. Ayrıca ayrıntılı betimlemelerdeki bir başka amaç da benzer araştırmaların ulusal ve uluslararası alanyazında yaygınlaşmasına rehber olacağına düşünülmesidir.

Çıkar Çatışması Bildirimi

Yazarlar, bu makalenin araştırılması, yazarlığı ve / veya yayınlanmasına ilişkin herhangi bir potansiyel çıkar çatışması beyan etmemiştir.

KAYNAKÇA

Atasoy, B. (2004). *Fen öğrenimi ve öğretimi*. Ankara: Asil Yayın Dağıtım.

Bilgin, N. (2006). *Sosyal bilimlerde içerik analizi, teknikler ve örnek çalışmalar*. Ankara: Siyasal.

Boy G. A. (2013). From STEM to STEAM: Toward a human-centered education, Retrieved from <https://ntrs.nasa.gov/search.jsp?R=20130011666> 2017-09-10T16:59:03+00:00Z.

Büyüköztürk, Ş., Kılıç-Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2010). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Ankara: Pegem.

Coşkun Armutçu, Z. E., Kilic, M., Tüzün, U. N., & Tuysuz, M. (2018). Integrating science to art: Teaching science concepts to gifted by passing from macro to submicro level in their mental images. H. Sahin, A. Temizer & F. Erdogan (Eds.), *Current academic studies in education sciences*, (pp. 759-774). Montenegro: Cetinje.

Davidowitz, B., & Chittleborough, G. (2009). Linking the macroscopic and sub-microscopic levels: Dagrams. J. K. Gilbert & D. Treagust (Eds.), *Multiple representations in chemical education*, (pp. 169-191). New York: Springer.

De Berg , K. C. (2012). A study of first-year chemistry students' understanding of solution concentration at the tertiary level. *Chemistry Education Research and Practice*, 13, 8-16.

Devetak, I., & Glazar, S. A. (2009). The influence of 16-year-old students' gender, mental abilities, and motivation on their reading and drawing submicro

- representations achievements. *International Journal of Science Education*, 32, 1561-1593.
- Devetak, I., Vogrinc, J., & Glazar, S. A. (2009). Assessing 16-year-old students' understanding of aqueous solution at submicroscopic level. *Research in Science Education*, 39, 157-179.
- Erduran, S., Bravo, A. A., & Mamlok-Naaman, R. (2007). Developing epistemology empowered teachers: Examining the role of philosophy of chemistry in teacher education. *Science & Education*, 16(9-10), 975-989.
- Erickson, E. (2004). Demystifying data construction and analysis. *Anthropology and Education*, 35(4), 486-493.
- Eyceyurt Türk, G., & Tüzün, Ü. N. (2017). Simülasyonlarla kimya öğretiminin öğrenci imajlarına etkisi. *Kesit Akademi Dergisi*, 3(12), 623-635.
- Freeley, A. J., & Steinberg, D. L. (2005). *Argumentation and debate: Critical thinking for reasoned decision making*. Belmont USA: Thomson Wadsworth.
- Genç, M. E. (2014). Üstün yetenekli öğrencilerin görsel sanatlar eğitiminde disiplinlerarası öğretim etkinliklerinin değerlendirilmesi (Konya bilsem örneği). *SED Sanat Eğitim Dergisi*, 2(1), 142-168.
- Kavak, N. (2007). Maddenin tanecikli doğası hakkında ilköğretim 7. sınıf öğrencilerinin imaj oluşturmalarına rol oynama öğretim yönteminin etkisi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27(2), 327-339.
- Nakhleh, M. B. (1992). Why some students don't learn chemistry. *Journal of Chemical Education*, 69, 191-196.
- Piro, J. (2010), Going from STEM to STEAM, Education Week, March 10, Retrieved from <http://www.ischoolcampus.com/wp-content/uploads/2010/03/Going-From-STEM-to-STEAM.pdf>.
- Robelen E. W. (2011). STEAM: Experts make case for adding arts to STEM, Education Week, December 7, Retrieved from <http://www.bmfenterprises.com/aep-arts/wp-content/uploads/2012/02/Ed-Week-STEM-to-STEAM.pdf>.
- Sunyono, L. Y., & Ibrahim, M. (2015). Mental models of students on stoichiometry concept in learning by method based on multiple representation. *The Online Journal of New Horizons in Education*, 5(2), 30-45.
- Sunyono, & Yulianti, D. (2015). Introductory study on students' mental models in understanding the concept of atomic structure. *The Online Journal of New Horizons in Education*, 5(4), 41-50.

- Tall, D., & Vinner, S. (1981). Concept image and concept definition in mathematics with particular reference to limits and continuity. *Educational Studies in Mathematics*, 12, 151-169.
- Tezcan, H., & Yılmazel, S. (2004). Lise öğrencilerinin çözümlülük konusundaki kavram yanlışlarının tespiti ve giderilmesi konusunda yöntemlerin ve diğer bazı etkenlerin araştırılması. *Gazi Üniversitesi Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 3(2), 323-340.
- Vieira, R. M., Tenreiro - Vieira, C., & Martins, I. P. (2011). Critical thinking: Conceptual clarification and its importance in science education. *Science Education International*, 22(1), 43-54.