

Learning About Atomic Models with Turkish Marble Art

Atom Modellerini Ebru Sanatı ile Öğreniyorum*

Doç. Dr. Serap ÇALIŞKAN¹

¹ Dokuz Eylül Üniversitesi, Buca Eğitim Fakültesi, Fizik Eğitimi Bölümü, Türkiye, serap.caliskan@deu.edu.tr

Geliş tarihi: 14.09.2017

Kabul Tarihi: 12.11.2017

ABSTRACT

This study set out to introduce pre-service teachers to a visual and artistic teaching technique combining science and art that they could make use of in their science/physics classes to provide students with an entertaining lesson that achieves the learning of the considerably abstract concept of the model of the atom. In the light of this knowledge, the purpose of this paper is to introduce an active and entertaining example of teaching technique that brings science and art together by using the art of Turkish *ebru*, or paper marbling, which has been around for thousands of years, to make atomic models that have developed and evolved over the centuries. The primary approach of the study is to produce the atomic models of Dalton, Thomson, Rutherford, Bohr as well as modern atomic models with the art of marbling, using a fine-tipped metal tool called *biz* (awl) to drop different colors of pigment into water and then apply these colors to paper, creating marbling designs depicting the model of the atom.

Keywords: Atomic models, marble art, physics education.

ÖZ

Bu çalışma, fen/fizik derslerinin oldukça soyut bir konusu olan atom modellerinin öğretiminde, fen/fizik öğretmenlerinin derslerinde kullanabilecekleri, öğrencilere eğlenceli ve yaparak öğrenmeler sağlayabilecek, bilim ve sanatın iç içe geçtiği bir görsel ve sanatsal öğretim etkinliğini tanıtmak için hazırlanmıştır. Bu bilgiler ışığında, bu çalışmanın amacı binlerce yıllık Ebru sanatı yolu ile, yüzyıllar içinde gelişen atom modellerini yaparak, bilim ve sanatı bir araya getiren aktif ve eğlenceli bir örnek öğretim tekniğini tanıtmak; bu öğretim tekniğinin etkililiğini değerlendirmektir. Çalışmanın temel yaklaşımı, bilim tarihi boyunca ortaya konulmuş olan Dalton, Thomson, Rutherford, Bohr ve Modern Atom modellerini ebru sanatı yoluyla, farklı renk boyaları, "biz" adı verilen metal ince bir uç yardımı ile su üzerine damlatma işlemi yapıp; sonrasında kağıt üzerine alarak, atom modeli içerikli ebru desenleri oluşturmaktır.

Anahtar Kelimeler: Atom modelleri, ebru sanatı, fizik eğitimi.

* Bu çalışma 10-12 Eylül 2015 tarihlerinde ODTÜ’de gerçekleştirilen II. Ulusal Fizik Eğitimi Kongresi’nde sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

INTRODUCTION

Ned Hermann, an artist, physicist and educator, asserts that the brain is the source of all creativity and that it is not only one part of the brain that is effective in creativity but the entire organ. The left hemisphere of our brain controls the logical, verbal, reasoning, abstract, numerical functions while the right hemisphere controls the non-verbal, concrete, intuitive thinking functions. As a result, the development process of the brain needs the teaching and learning processes brought about by both hemispheres. The educational programs in Turkey are predominantly focused on developing the left side of the brain. The development of the right side of the brain is made possible with art education. School programs that concentrate on one-directional development cause children and young people to be deprived of a sense of the aesthetic, and in fact foster a drop in productivity in the areas that they are designed to promote. This is because the human brain functions as a whole and if it does not encounter the right stimuli at the right times, especially during the developmental stage of life, deficiencies are created that cannot be remedied in later years (Buyurgan & Buyurgan, 2012).

In this context, it can clearly be seen how important it is to create a teaching plan that combines a logical and computational course like science or physics, which serves the purpose of addressing the left hemisphere of the brain but also relies greatly on creativity and imagination, with artistic activities that depend on visual sensations in order to activate the entire brain. Yalçın, Yiğit, Sülün, Bal, Baştuğ, and Aktaş (2003) have pointed to the benefits of including more visual materials in the science teaching process, emphasizing at the same time that schools need to use visual tools to address students' talents of perception in responding to knowledge, aesthetics, art and symbolic representations (Yalçın et al., 2003). In the scan of the literature, it was found that there are only a negligible number of studies in Turkey or in the rest of the world on incorporating the art of marbling into science courses as a teaching technique (Çil, Çelik, Maçın, Demirbaş, & Gökçimen, 2014; Türkoğuz, 2008; Türkoğuz & Yayla, 2010).

In the study by Yalçın et al. (2003) on the Learning about Matter unit in a science course, the use of audio-visual materials featuring the commingling of color, light and motion was found to create a significant difference in learning compared to traditional methods and was effective in creating a student profile that showed an interest in the course. Similarly, Türkoğuz (2008), in a study on elementary school level science classes, concluded that when the art of *ebru* or marbling, the Japanese art of origami, the art of photography or other visual arts were used in an experimental group of pupils, these children learned concepts more easily than the students in the control group, they were academically more successful, felt freer in learning by doing and developed more positive attitudes toward the setting which gave them this learning experience. In their study, Çil et al. (2014) examined the benefits that marbling art offers science teaching as they used this traditional form of art to teach elementary school teacher candidates the subjects of basic solutions and indicators. The researchers reported that the pre-service teachers developed a positive attitude toward this teaching activity and were stimulated to feel curiosity about a chemical substance.

In the light of this knowledge, this study set out to introduce pre-service teachers to a visual and artistic teaching technique combining science and art that they could make use of in their science/physics classes to provide students with an entertaining lesson that achieves the learning of the considerably abstract concept of the model of the atom. Discussing the effectiveness of such a technique was another objective of the research. First, time was allotted to learning about the various models of the atom, a subject that has occupied minds throughout history, and then the art of *ebru* and the actual sequence of the activity was explored.

A. The Art of Ebru (Marbling)

Ebru, or marbling, is a decorative art that uses water thickened with substances such as salt, sugar, *kitre* (tragacanth, a type of herbal gum), starch as well as cumin flour, carrageen, pasta liquid to paint on fabric, glass, ceramic, wood, leather and many other surfaces with earth oxide pigments (iron oxide, zinc oxide, etc.) and herbal dyes (indigo) rather than oils. Although it is impossible to say exactly when this art became known, it is recognized to have its origins in the eighth century and continues to this day. The art flourished in Turkistan (Sönmez, 2007), and is now described as a decorative art that transfers designs of clouds, colorful, wavy, undulating lines onto paper in marbling patterns (Balibeyoğlu, 1998). In the west, the paper that is used for *ebru* is named "marbled paper" due to its patterns resembling the veins of marble. In French, it is called "papier marbré" and "marmor paier" in German. In Arabic, the paper is "varaku'l-mûcezza," or "veined paper." One view defines the origin of the word as coming from the Persian "ebr" meaning "cloud." When the letter "i" is used as a suffix denoting relationship, the word "ebri" then signifies, "like a cloud, cloud-like, nebulous." As one of the most important of the paper decoration arts, *ebru* is a highly valued form of aesthetic and art (Balibeyoğlu, 1998).

B. The Activity

Before the Ebru Activity

Before starting the activity, the needed supplies are prepared and put on a table. These include first of all a marbling pan, a very fine-tipped awl (called *biz*) (No. 3), a medium awl (No. 14) and a thick (No. 40) awl, *kitre* (tragacanth), pigments of yellow, green, brown, red, white and blue, paper cut to the size of the pan, newspapers to clean off the surface of the gummy water, the diagrams of the atomic model to be replicated and brief notes on the historical development of the art, from past to present.

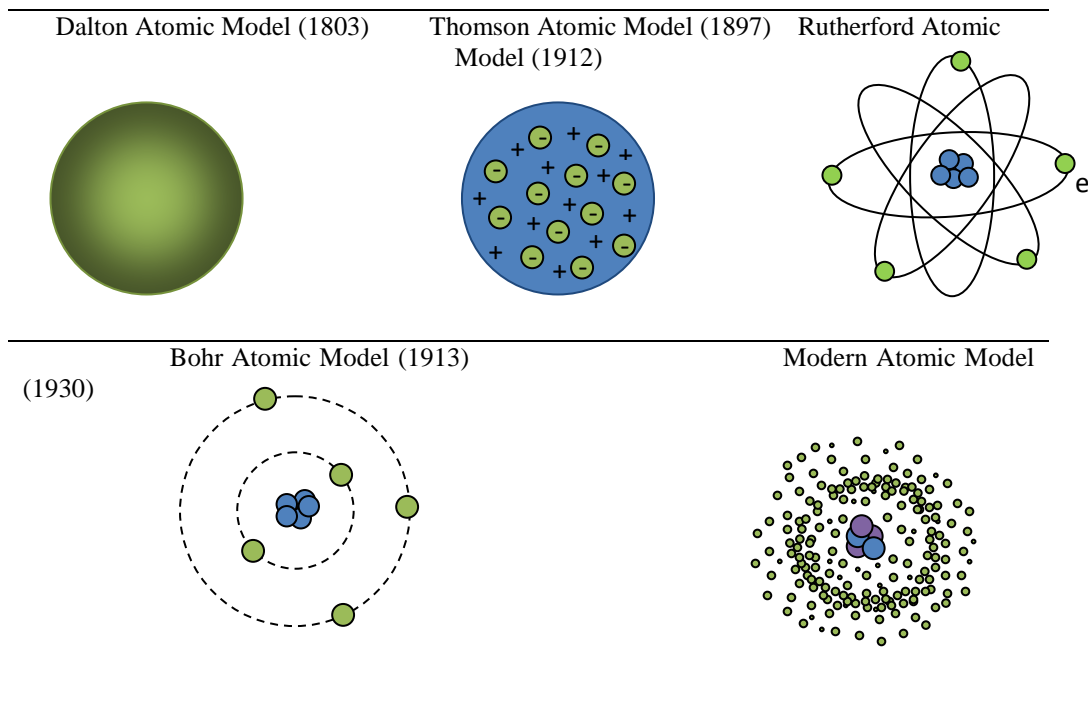


Figure 1. Diagrams of the Atomic Models Used in Ebru Activity

(Reference: <http://odevloji.blogspot.com.tr/p/atom-modelleri.html>, 10 September, 2017)



Figure 2. Pan



Figure 3. Tragacanth



Figure 4. Awls



Figure 5. Pigments

Kitre (tragacanth): This is the sap of the tragacanth herb that is found on the prairies in southern and southeastern Turkey which is used to increase the density of the water so that the pigments remain on the surface without sinking. This herbal juice seeps out of the plant and remains on the stalk, forming a crust. The crust is removed and made into powder or mixed with water and prepared as a ready-made material to be used in the craft. It was this ready-made *kitre* that was used in the research. The ready-made gum was preferred for the sake of convenience so that the teacher or students would not have to make an additional effort to produce this. On the other hand, if the needed time can be allotted (2 days) to produce the appropriate amount that would be needed, it is also possible for an individual to produce this material.

Pan: The pans used in the craft of *ebru* are rectangular containers of aluminum, plastic or zinc of a depth of approximately 6 cm. In this study, the *ebru* activity was carried out in a hard plastic pan.

Awl: This is a metal-tipped tool that is used to give the *ebru* a shape

Ox-gall: This is liquid used because of its acid content to keep the pigments floating on the gummy water, keeping them from sinking and allowing them to spread over the surface of the water.

Pigment: For centuries, earth-based pigments originating from naturally colored rocks and plants have been used in marbling. The most prominent feature of the pigments is that they are insoluble and do not contain oil. Insoluble store-bought pigments of yellow, green, brown, red, white and blue were used in the study. The store-bought kind was preferred because the precise amount of ox-gall to be used in the preparation of the pigments would have been a needless challenge for both the teacher and the students since mixing the right amounts is a matter of experience.

The Ebru Activity Procedure

The procedure used to create a visualization of the atomic model through the art of marbling is as described below.

1) The herbal gum (tragacanth/*kitre*) is first poured into the pan at the start of the marbling activity and water is added to achieve the desired density. The gum by itself is extremely dense. As the water is being added, the gum is stirred manually or with the help of a wooden stick. The air bubbles appearing on top of the gummy liquid as the water is being added are picked up with pieces of newspaper or by hand.

2) The gummy liquid is tested by dropping drops of pigment into the water to see if they are able to swirl and expand. The degree to which the colors swirl and expand depends upon the amount of pigment, the amount of ox-gall contained in that color, and the density of the gum. As the colors expand, the decision is made as to which colors will be used in the atomic model and where. The colors that expand the most can be used for the nucleus, neutrons and protons and the lesser expanding colors for the electrons and orbits in the model.

3) Using a fine-tipped (No. 3) awl to produce the orbits, neutrons, protons and electrons will make creating a successful model easier. The awls of medium thickness (No. 14) and thicker (No. 40) can be used to produce the positive side of the Dalton and Thomson atomic models during the process of dropping in the colors.

4) To create the marbled atomic model desired, the awl must be dipped into the pigment briefly and then dropped into the gummy liquid in droplets with the awl dipping in and out.

The process of adding drops into the gummy liquid may be repeated two or three times.

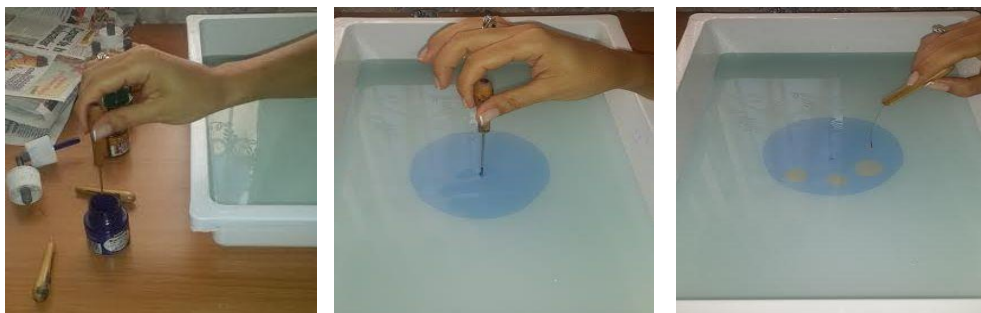


Figure 6. Adding the Drops of Pigment

5) When different colors are used, the pigment on the tip of the awl should be cleaned with the help of a piece of newspaper before introducing another color.

6) After the image of the atomic model is created, the paper is bundled up as seen in the figure and then set down carefully while the awl is lightly moved over the paper. The paper is then removed from the pan with the help of the awl by pulling it over the closer edge of the pan.

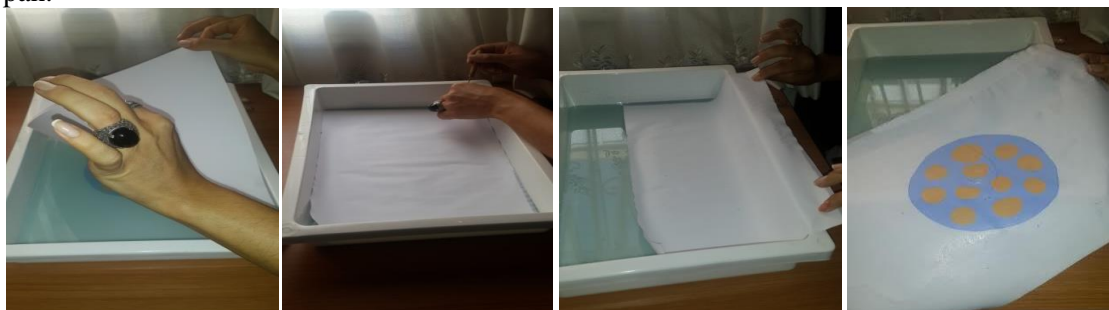


Figure 7. The process of carrying the *ebru* visual onto the paper

7) When the image of the atomic model is removed from the pan, the paper is left to dry in a horizontal position.

C. Marbled Atomic Model Samples at the End of the Ebru Activity



Figure 8. Marbled Sample of the Dalton Atomic Model

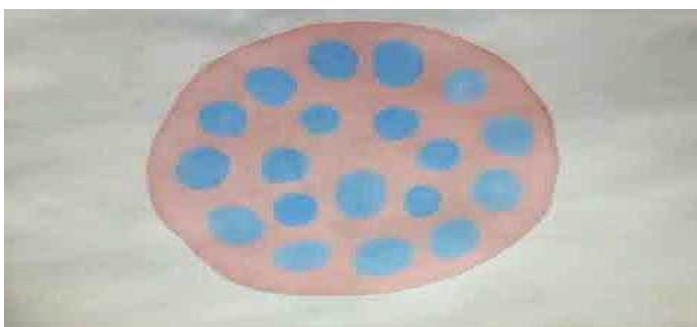


Figure 9. Marbled Sample of the Thomson Atomic Model

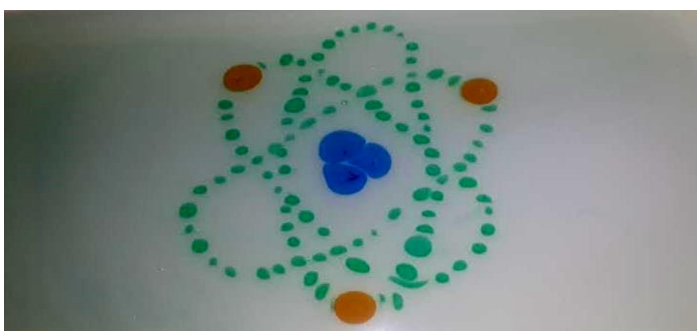


Figure 10. Marbled Sample of the Rutherford Atomic Model

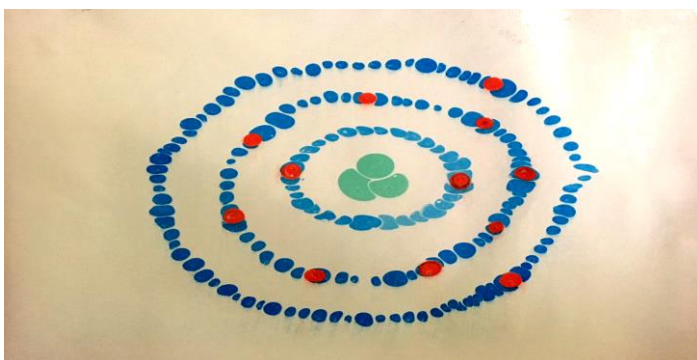


Figure 11. Marbled Sample of the Bohr Atomic Model

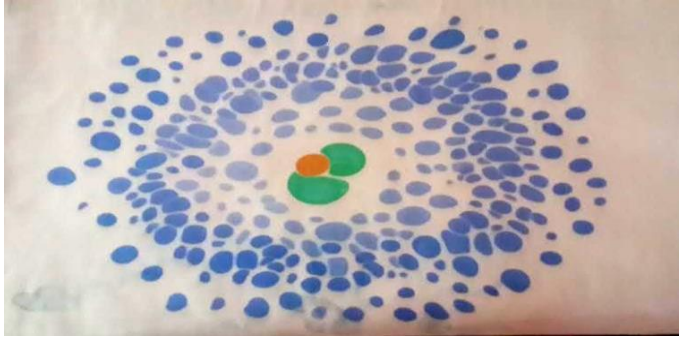


Figure 12. Marbled Sample of the Modern Atomic Model

D. Applications of the Ebru Activity

This activity was carried out for the first time under the TÜBİTAK (Scientific and Technological Research Council of Turkey)-sponsored *project under Code 4005 entitled, "Activities of Science Teachers in İzmir in Training for Active Learning Education-1"* and included 40 Science teachers participating in the applied training from different regions in Turkey. In another application, this time with 25 pre-service physics teachers taking the first-year course on Introduction to Physics at a state university in Turkey, the changes in the atomic model drawings of the teacher candidates and their explanations before and after the activity were studied.



Figure 13. Ebru Activity with Physics Teacher Candidates

It was observed that the pre-service physics and science teachers found it very exciting and entertaining to create atomic models using the art of marbling. A comparison of the pre-service physics teachers' drawings and explanations before and after the activity revealed that the teachers stated that they had not known before the activity about the historical order of the atomic models or had not been able to remember what they looked like. At the end of the activity, most of the teacher candidates correctly described the historical order and their model drawings were in conformity with scientific representations.

E. Limitations

It may be said that the method of drawing the orbits in the marbled atomic models by adding drops to the liquid is a limitation to this study. Since during the activity, it was impossible to draw equal and continuous circles on the surface of the water, these lines were produced in dotted form.

ACKNOWLEDGEMENTS

We would like to thank Prof. Dr. Kemal YÜRÜMEZOĞLU of the Dokuz Eylül University for his contributions on the manuscript.

REFERENCES

- Balibeyoğlu, L. (1998). Bedri Noyan Dede Baba in terms of Traditional Turkish decorative arts. *Turkish Culture and Hacı Bektaş Veli Research Journal*, 5, 1-7.
- Buyurgan, S. & Buyurgan, U. (2012). *Art education and learning* (3rd Ed.). Ankara: Pegem Academic Publishing.
- Çil, E., Çelik, K., Maçın, T., Demirbaş, G., & Gökçimen, Ö. (2014). Enhancing science teaching through performing marbling art using basic solutions and base indicators. *Science Activities*, 51, 136-145.
- Sönmez, G. (2007). *Ebru from the traditional to today*. İstanbul: Inkilap Publishing.
- Türkoğuz, S. (2008). *Elementary school science and technology teaching integrated with visual art activities*. (Unpublished PhD Thesis). Dokuz Eylül University, Educational Sciences Institute, İzmir.
- Türkoğuz, S., & Yayla, Z. (2010). The effects of teaching science based on visual art activities on students' achievement and attitudes. *Western Anatolia Journal of Educational Sciences*, 1 (2), 99-111.
- Yalçın, P., Yiğit, D., Sülün, A., Bal, D. A., Baştuğ, A., & Aktaş, M. (2003). Study of the impact of visual teaching materials on teaching the unit on learning about matter. *Kastamonu Education Journal*, 11 (1), 115-120.

GENİŞLETİLMİŞ ÖZ

Amaç ve Önem

Fen/fizik gibi mantıksal ve sayısal bir ders olarak beynin sol yarım küresine hizmet eden bir eğitimin yanı sıra, yaratıcılık ve hayal gücünün de çok önemli olduğu fen/fizik öğretiminde, görsellik üzerine kurulu sanatsal etkinliklerden yararlanarak beynin bütününe aktive edebilecek bir öğretim planlamanın ne denli önemli olduğu açıktır. Yalçın ve arkadaşları (2003) etkili bir fen öğretimi sürecinde görsel öğretim materyallerine daha çok yer verilmesinin önemine ve okulların, görsel araçlarla öğrencilerin bilgi, estetik, sanat ve sembolik düzenlemeleri algılama yeteneklerine cevap vermesi gerekliliğine vurgu yapmışlardır (Yalçın, Yiğit, Sülün, Bal, Baştuğ ve Aktaş, 2003). Yapılan alanyazın taramasında Türkiye'de ve dünyada ebru sanatının fen derslerinde bir öğretim tekniği olarak kullanıldığı yok denecek kadar az sayıda araştırmaya rastlanmıştır (Çil, Çelik, Maçın, Demirbaş ve Gökçimen, 2014; Türkoğuz, 2008; Türkoğuz ve Yayla, 2010).

Türkoğuz (2008) tarafından ilköğretim düzeyi fen bilgisi dersinde yapılan çalışmada, ebru sanatı, Japon origami sanatı, fotoğraf sanatı gibi görsel sanat etkinliklerinin kullanıldığı deney grubundaki öğrencilerin, kontrol grubu öğrencilerine göre konuyla ilgili kavramları daha iyi öğrendikleri, daha başarılı oldukları, kendilerini daha özgür hissettikleri yaparak yaşayarak öğrenme deneyimi yaşatan ortamların kendilerinde daha olumlu tutumlar geliştirdikleri yönünde sonuçlara ulaşıldığı görülmüştür. Çil ve arkadaşları (2014) tarafından yapılan bir araştırmada, ebru sanatının fen öğretimine etkileri incelenmiş; ilköğretim düzeyi öğretmen adaylarına temel çözümler ve indikatörlerin öğretimi bu geleneksel sanat aktivitesi yoluyla gerçekleştirilmiştir. Öğretmen adaylarının bu öğretim aktivitesine yönelik pozitif tutumlar geliştirdikleri ve bir kimyasal maddeye yönelik merak duymalarını sağladığı belirtilmiştir.

Bu bilgiler ışığında bu çalışmada, fen/fizik derslerinin oldukça soyut bir konusu olan atom modellerinin öğretiminde, fen/fizik öğretmenlerinin derslerinde kullanabilecekleri,

öğrencilere eğlenceli ve yaparak öğrenmeler sağlayabilecek, bilim ve sanatın iç içe geçtiği bir görsel ve sanatsal öğretim etkinliğini tanıtmak; etkilerini tartışmak amaçlanmıştır.

Ebru Sanatı

Ebru kumaş, cam, seramik, tahta, deri gibi birçok yüzeye yapılabilen; tuz, şeker, kitre ve kolanın yanısıra çemen unu, denizkadayıfı, nişasta, un, makarna suyu gibi maddelerle yoğunlaştırılmış su kullanılan; yağlı boyadan daha çok toprak oksit boyaların (demir oksit, çinko oksit gibi) ve bitkisel kaynaklı boyaların (çivit boyalar) kullanıldığı bir süsleme sanatıdır.

ETKİNLİK

Ebru Etkinliği Öncesi

Etkinliğe başlamadan önce ebru teknesi, çok ince uçlu (03 numaralı) bizler, orta (14 numaralı) ve kalın (40 numaralı) bizler, hazır kitre ve sarı, yeşil, kahverengi, kırmızı, beyaz, mavi renkli hazır boyalar, tekne ebatlarında kağıtlar, kitreli su yüzeyini temizlemek üzere gazete kağıtları, yapılacak atom modeli resimleri ve kısa açıklamaları tarihsel gelişiminden günümüze geliş sırasına göre masa üstünde hazırlanır.

Kitre: Boyaları suyun yüzeyinin üzerinde kalmasını sağlayan ve yoğunluğunu artırmak için kullanılan, Türkiye'nin güney ve güneydoğu bölgelerinde kırlarda yetişen yabani bir diken olan gevenin özsuyudur. Geven dikeninin özsuyu, bu bitkinin gövdesinde aktığı yerde kurur ve kabuk halinden toz haline getirilerek ya da su ile yapılmış olarak hazır şekilde satılır.

Tekne: İçinde ebru yapımı gerçekleştirilen, alüminyum, plastik ya da çinkodan yapılmış dikdörtgen biçimli ve yaklaşık 6 cm derinlikli kaplardır.

Biz: Ebruya şekil vermekte kullanılan metal uçlu alettir

Boya: Eskiden beri ebru yapımında doğal boyalar yani doğadaki renkli kayaç ve topraklar ile bitkilerden elde edilen boyalar kullanılmaktadır. Boyaların en önemli özelliği suda çözünmemeleri ve yağ içermemeleridir. Bu araştırmada suda çözünmeyen sarı, yeşil, kahverengi, kırmızı, beyaz ve mavi renkli hazır boyalar kullanılmıştır.

Ebru Etkinliği Sırasında Yapılan İşlemler

Atom modellerini ebru sanatı yoluyla görselleştirme sırasında yapılan işlemler aşağıda madde madde açıklanmıştır.

1) Ebru etkinliğine ilk olarak tekneye kitrenin boşaltılıp, içine yoğunluğunu ayarlamak üzere içme suyu eklemek ile başlanır. Çünkü kitre oldukça yoğundur. Suyu ekleme sırasında kitre el ya da tahta bir çubuk yardımıyla karıştırılır. Su eklenen kitreli sıvının üzerinde oluşan hava kabarcıkları gazete kağıdı ve el yardımıyla alınır.

2) Kitreli sıvıda boyaların açılabilme ya da büyüme durumları biz yardımıyla boya damlatma denemeleri yoluyla tespit edilir. Boyanın rengine, o rengin öd sıvısını içermeye durumuna ve kitrenin yoğunluğuna göre boya daha az ya da daha çok açılacaktır. Boyaların açılma durumuna göre atom modellerini yaparken hangi rengin nerede kullanılacağına karar verilir. Daha çok açılan boyalar ile çekirdek, nötron, proton; az açılan boyalar ile modele göre elektronlar ve yörüngeler yapılabilir.

3) Yörüngeler, nötron, proton ve elektron yapılırken çok ince uçlu (03 numaralı) bizler kullanmak iyi bir model oluşturmak bakımından kolaylık sağlar. Orta kalınlıkta (14 numaralı)

ve kalın biz (40 numaralı) Dalton ve Thomson atom modellerinin pozitif kısmını yaparken, büyük damlatma işlemi sırasında kullanılabilir.

4) İstenilen atom modelinin ebrusunu yapmak üzere başladığımızda, biz' i önce boyaya kısa süre batırıp, kitreli suya damlatırken kısa süreli batırıp çıkarma işlemi yapmak gereklidir. Aynı anda kitreli suya iki ya da üç damlatma işlemi ardarda gerçekleştirilebilir.

5) Bu işlemleri yaparken farklı renk boya kullanılmaya geçildiğinde biz in ucundaki boya bir parça gazete kağıdı yardımıyla silinmelidir.

6) Atom modeline ait resim oluşturulduktan sonra kağıdı şekilde görüldüğü gibi kundak biçiminde yapıp, yavaşça bırakıp kağıdın üzerinde biz i hafifçe gezdirdikten sonra, sağ alt ucundan biz yardımıyla kaldırdığımız kağıdı teknenin önümüzde duran kenarına temas ettirerek çekeriz.

7) Atom modeli resmini tekneden aldığımız kağıdı yatay bir konumda sererek kurumaya bırakırız.

Ebru Etkinliği Uygulamaları

Bu etkinlik, ilk olarak 4005 kodlu TÜBİTAK (Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu) destekli "*Fen Bilimleri Öğretmenleri İzmir Aktif Öğrenme Etkinlikleri Eğitiminde Etkinlikleri 1*" isimli proje kapsamında Türkiye'nin farklı bölgelerinden katılan 40 Fen Bilimleri öğretmeni ile uygulamalı olarak gerçekleştirilmiştir. Daha sonra ikinci olarak yine Türkiye'de bir devlet üniversitesinde Fiziğe Giriş dersini alan 1. sınıf düzeyinde öğrenim gören 25 fizik öğretmen adayı ile yapılan diğer bir uygulamada öğretmen adaylarının atom modelleri ile ilgili çizimlerinde ve açıklamalarında, etkinlik öncesi ve sonrası değişimler incelenmiştir. Hem fizik öğretmen adaylarının hem fen bilgisi öğretmenlerinin atom modellerini ebru sanatı ile yapmaktan büyük bir heyecan duydukları ve çok eğlendikleri gözlemlenmiş; fizik öğretmen adaylarının etkinlik öncesindeki çizimleri ve açıklamaları etkinlik sonrasındakilerle karşılaştırıldığında, etkinlik öncesinde atom modellerinin sırasını bilmediğini ya da model olarak herhangi bir şekil hatırlayamadığını ifade etmişler; etkinlik sonunda çoğu öğretmen adayının doğru tarihsel sırada modelleri sıralayabildiği ve modele dair çizimlerinin bilimsel modelle uyum içinde olduğu gözlenmiştir.

Sınırlılıklar

Araştırmada ebru sanatı yolu ile yapılan atom modellerinde çizilen yörüngelerin damlatma ile yapılması etkinlikteki bir sınırlılık olarak ifade edilebilir. Etkinlik sırasında su üzerinde düz ve eşit sürekli bir çizgiden oluşan çember çizme imkanının olmadığı ve bu yüzden noktalama yapıldığı vurgulanmalıdır.