



The Effect of the Activities Supported by 4E Model Which is Aimed at Granular Nature of Matter on Academic Success

Bahri MEŞECİ¹ , Sevilay KARAMUSTAFAOĞLU²

Received: 06 January 2015, Accepted: 14 February 2015

ABSTRACT

This study was done in order to develop a teacher guide, which is enhanced in accordance with 4E model in secondary school 6th grade, and to seek the effect of it on students' academic success during the teaching process. In accordance with this aim, Granular Nature of Matter Success Test was developed by researchers. K-21 reliability coefficient is confirmed as 75. This study is carried out by using quasi-experimental method. The study consists of 25 experiment group students, and 23 control group students from a school in the center of Amasya. After the analysis A the obtained data in implementation, it has been deduced that there is a significant difference in academic success tests between students in the experimental and control groups. Relevant study is conducted in accordance with the unit "Granular Nature of Matter" in the 6th grade. The activities can be expanded to other educational levels and topics of relevant material in order to ensure a more effective teaching method.

Keywords: Granular Nature of Matter, Change of State, Academic Success.

EXTENDED ABSTRACT

This study was done in order to develop a teacher guide, which is enhanced in accordance with 4E model in secondary school 6th grade and to seek the effect of it in students' academic success during the teaching process. This study is carried out using a quasi-experimental method. It is conducted in a secondary school in the center of Amasya. The experimental group consists of 25 students, control group 23 students. On 6th grade students in the study, Granular Nature of Matter Achievement Test (MTYBT) is used as the data collection tool. MTYBT is prepared by researchers in order to determine the success of students before and after practice in the unit of "Granular Nature of Matter". Different sources are used in the creation of the test. These sources are LGS exam questions of previous years, and exam questions of TIMMS and PISA, which are carried out internationally in the science held. The test is multiple choice and the questions each have four options. The questions are chosen considering generally high level cognitive domain. Past academic success tests have been previously given to 77 students with similar characteristics to check the reliability. Content validity of the test is provided with the expert opinions; K-21 reliability coefficient is confirmed as 75. Data is obtained by MTYBT. Data obtained by the pretest and posttest is analyzed utilizing the SPSS programme. t-test analysis is done for dependent and independent groups in order to analyze the findings of pretest and posttest. This data is presented with charts. It is assumed that data is in accordance with normal distribution and variances are homogeneous.

The results of students' statistical analysis of academic success tests implemented before and after the experimental study and depending upon some discussion, are as follows:

According to the data obtained from the pretests of the students in experiment and control groups, it is deduced that control group students are more successful in academic success tests than experimental group students when the results of t-test between two groups and averages are evaluated in terms of their academic success in unit "Granular Nature of Matter". According to the students' answers in the experimental group, it is deduced that they gave wrong answers to the questions about change of state. Furthermore, their prior knowledge is not at a sufficient level. Students in the control group gave more wrong answers to the questions about general features of solids, liquids and gases. It is determined that most of the students in the control and experimental groups have given true

¹ Teacher, bahrimesecci@hotmail.com

² Assoc.Prof.Dr., Amasya University, Faculty of Education, sevilayt2000@yahoo.com

answers to the questions about expansion. Students in experimental and control groups tried to answer the questions in MTYBT (which includes the topics of atomic structure, physical and chemical change, patterns of element and compound), by utilizing their prior knowledge. They did not give correct answers the test about Chemist.

After experimental process between students in the experimental group (who use 4E model), and students in control group (who use contemporary approaches and methods which are used by Ministry of Education), it has been found that there is a significant difference in their grades on the academic success test. 4E method is more effective than contemporary approaches and methods, which are used by Ministry of Education. When the answers of the students in the experimental and control groups to MTYBT are examined, it has been shown that the percentage of true answers in atom and its features are lower than any other topics; and it has been determined that they could not understand the subject of atom at sufficient level. On the other hand, it has been deduced that nearly all students gave true answers to the questions about the features of solids, liquids and gases; and they scored above average on other questions on further topics. Some advice, in accordance with the results of study, are listed as such:

1. The course books developed in accordance with the programme should contain activities for students to get involved in the class actively. A portal should be constructed with the help of the teachers who are essentially the implementers. Also, a pool should be formed with the activities, which are developed by teachers distinctively for other teachers to make use of these activities.
2. Experimental studies, which are effective in bringing and developing skills for students, should be used in every grade, including primary school grades. Laboratories should be designed and utilized by the Ministry of Education.
3. Some activities, which are considered to have real world experiences and are useful in enhancing students' motivation and success, should be formed.

Maddenin Tanecikli Yapısı Ünitesine Yönelik 4E Modeli Destekli Etkinliklerin Akademik Başarıya Etkisi

Bahri MEŞECİ¹, Sevilay KARAMUSTAFAOĞLU²

Başvuru Tarihi: 06 Ocak 2015, **Kabul Tarihi:** 14 Şubat 2015

ÖZET

Bu araştırma ortaokul 6. sınıf 'Maddenin Tanecikli Yapısı' ünitesine yönelik 4E modeli destekli olarak öğretmen rehber materyalinin akademik başarı açısından etkililiğini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Bu amaç doğrultusunda araştırmacılar tarafından Maddenin Tanecikli Yapısı Başarı Testi geliştirilmiştir. KR-21 güvenilirlik katsayısı 0.75 olarak tespit edilmiştir. Bu çalışma yarı deneysel yöntem kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın çalışma grubu Amasya ili Merkez ilçesinde belirlenen bir okulda 25 deney, 23 kontrol grubu öğrencilerinden oluşmaktadır. Uygulamalardan elde edilen verilerin analizi sonucu, deneysel çalışma sonrasında araştırmaya katılan deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin akademik başarı puanları arasında istatistiksel olarak deney grubu lehine anlamlı farklılık olduğu tespit edilmiştir. İlgili araştırma 6. Sınıf 'Maddenin Tanecikli Yapısı' ünitesi ile gerçekleştirilmiştir. Öğretimin daha etkili bir şekilde yapılabilmesi için ilgili materyalde olduğu gibi etkinlikler diğer öğrenim düzeyleri ve konular için de geliştirilebilir.

Anahtar Kelimeler: 4 E Modeli, Maddenin Tanecikli Yapısı, Maddenin Değişimi, Akademik Başarı.

1. Giriş

Yapılandırmacı yaklaşımla fen öğrenimi, öğrenenlerin olayları fiziksel dünyayla etkileşerek ve yorumlayarak kendi kavramalarıyla anlamalarıdır (Fensham, Gunstone ve White, 1994). Kendi kavramalarıyla değişim ve gelişimlerini izlemek açısından, yapılandırmacılık güçlü bir fen eğitimi modelini oluşturmaktadır (Kaptan ve Korkmaz, 2000). Yapılandırmacı yaklaşımda öğrencilere hazır bilgi yüklemek yerine, bilgiye ulaşmak için gerekli bilgi ve becerileri kazandırmak esastır (Koray, Bahadır ve Geçgin, 2012).

Öğrencinin ezberle öğrenme tekniklerinden kurtularak keşfederek öğrenebilmesi için öğrencinin derse ya da konuya olan tutumu, konuya yakınlığı, kapasitesine uygun olarak kendi öğrenmesinde aktif rol alması, konuyla ilgili gerekli bilgiyi problem çözme becerileriyle uygulayıp deneyim kazanması gerekir (Bruner, 1966). Buluş yoluyla öğrenmede, öğrenilen konu ya da malzeme, öğrenenin bilişsel yapısına dahil edilmeden önce öğrenen tarafından keşfedilir. Bunun için buluş yoluyla öğrenmede soyutlamalar ve genellemelerden önce somut olaylara ve örneklerle yer verilir (Açıkgöz, 2003). Strike (1975, Akt: Ünal ve Ergin 2006), buluşun bilmeme durumundan bilme durumuna geçiş olduğunu ancak her bilme durumuna geçişin buluş olmadığını ifade etmiştir. Bruner (1960)'e göre buluş yolu; öğrenme ürününü değerlendirmede, problem çözme tekniklerini öğretmede ve bilimsel süreç becerilerini (hipotez kurma, test etme v.b.) kazandırmada, öğrenme ve araştırmaya yönelik olumlu tutum geliştirmede etkin role sahiptir. Glaser (1966)'e göre, buluş yolunu diğer öğretme düzenlerinden ayıran iki özellikten biri, tümevarımı kullanması ve türlü düzeylerde hataları da içermesidir. Bu noktada, buluş yoluyla öğrenmenin en önemli üstünlüğü öğrencinin merak güdüsünü uyarması ve güdülenmişlik düzeyini düşürmeden, cevaplarını buluncaya kadar çalışmalarını sürdürebilmesidir (Ayas, Çepni ve Akdeniz, 1993; Kaptan ve Korkmaz, 2000). Buluş yoluyla öğrenme, öğrencinin konuya yönelik güdüsünü arttırdığı gibi bu yolla konu hakkında tam ve derinlemesine bilgi sahibi olabildiğini de sağlar. Fen eğitiminde derinlemesine öğrenme, doğa olayları ile ilgili kavramlar ve kavramlar arası ilişkilerin oluşmasına yol açmalıdır.

Öğrenmeyi etkileyen en önemli faktör öğrencinin mevcut bilgi birikimidir. Öğrenciler mevcut bilgilerini kullanarak yeni bilgi edinirler, kendine özgü bilgi oluştururlar. Yeni kazandığı bilgileri eski bilgileri ile karşılaştırarak zihninde yeniden yapılandırır ve böylece etrafındaki dünyayı anlamlandırır. Öğretmen merkezli ve öğrencilerin pasif dinleyiciler oldukları geleneksel öğretim yöntemlerinin aksine bu model öğrencinin öğrenmede çok aktif olması gerektiğini savunur. Burada bilginin her bir öğrenen

¹ Öğretmen, bahrimesece@hotmail.com

² Doç. Dr., Amasya Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, sevilayt2000@yahoo.com

tarafından bireysel olarak yapılandırıldığı, öğrencinin kendisine ulaşan bilgileri aynen almadığı ve öğrenmede bireyin ön bilgilerinin, kişisel özelliklerinin ve öğrenme ortamının son derece önemli olduğu vurgulanmaktadır (Appleton, 1997; Hand & Treagust, 1991; Turgut, Baker, Cunningham, ve Piburn 1997).

Yapılandırmacı yaklaşıma, öğrenme ve öğretmenin nasıl olduğu ile ilgili bir görüş ya da daha basit olarak, öğrenme hakkında bir düşünme biçimi olarak bakılmalıdır (Richardson, 1997). Öğretmenler yapılandırmacılığı bir öğretim programı içerisinde uygulamada izlenebilecek bir öğrenme-öğretme yaklaşımı olarak görmemektedir (Yılmaz ve Çavaş, 2006). Okullarda yapılandırmacı öğrenme ve öğretme yaklaşımlarını desteklemek için, öğretmenlerin etkili ve nispeten daha kolay bir biçimde uygulayabilecekleri birtakım model ve yöntemleri benimsemeleri gerekmektedir.

Yapılandırmacı teori, birçok farklı öğretim yöntemleri ya da modelleri yardımıyla sınıf içerisinde uygulamaya geçirilebilir. Bu yöntemlerden biri, Piaget'nin gelişim teorisine dayanan 4-E Modeli. keşfetme, açıklama, genişletme ve değerlendirme olmak üzere birbirini izleyen dört basamaktan oluşur ve öğretmenlerin yapılandırmacı teoriyi sınıf içerisinde kolaylıkla uygulayabilmelerinde oldukça etkili bir yoldur (Bybee, 1997). Bu yöntem öğrenciler tarafından ilginç ve eğlenceli bulunmaktadır. 4-E Modeli öğrencilerin motivasyonunu ve yüksek düzeydeki düşünme becerilerini arttırarak, onları bir kavram ya da bir konu üzerinde düşünmeye teşvik eder ve deneyerek öğrenmelerine olanak sağlar. Öğrenme döngüsü fenle ilgili bir olay ya da olgunun öğrenciler tarafından aktif bir biçimde incelemesiyle başlar. Öğretmen tüm aşamalarda öğrencilere ne yapacaklarını ya da nasıl çalışmalarını gerektiğini söyleyen kişi değil, hedef kavram ya da kavramları öğrenmelerinde ve anlamalarında onları yönlendiren ve rehberlik eden kişidir.

Girme Aşaması (Engage): Ön öğrenmelerin değerlendirilmesi, merak uyandırılması, hazır bulunuşluğun ortaya çıkartılması, öğrencilerin motive edilmesi gibi etkinlikleri kapsamaktadır (Kanlı, 2010; Yılmaz ve Çavaş, 2006).

Keşfetme Aşaması (Explore): Öğrenciler bu aşamada, gözlem yapma, ölçme, deney yapma, yorumlama, tahmin etme ve model oluşturma gibi bilimsel süreç becerilerini kullanarak öğretmenin kendilerine sunduğu materyallerle etkileşim içerisine girer ve öğrenecekleri kavram ya da konu ile ilgili verileri toplar. Öğretmenin bu aşamadaki görevi, öğrencilere kavramı keşfetmeleri için yeterli materyalleri sağlamanın dışında, öğrencileri gerektiğinde yönlendirmek ve sordukları soruları cevaplamaya çalışmaktır (Kanlı, 2010; Yılmaz ve Çavaş, 2006).

Açıklama Aşaması (Explain): Bu aşama boyunca öğrenciler bir önceki aşamadan elde ettikleri verileri öğretmen yardımıyla düzenleyerek sınıfa sunar ve topladıkları bulguları yorumlarlar. Burada önemli olan nokta, öğrencilerin kavram ya da konular ile ilgili önermelerini kendi kelimeleri ile yapılandırmalarıdır. Öğretmen öğrencilere kavramın bilimsel karşılığını verir (Marek ve Cavallo, 1997).

Değerlendirme Aşaması (Evaluate): Geleneksel ünite sonu değerlendirmesi değil, süreçle iç içe performans değerlendirmesi yapılır.

Bu çalışma, hem modelin teorisinin anlaşılması hem de her bir basamağa yönelik örnekler içermesi nedeniyle modelin tanıtımına katkı sağlayacağına inanılmaktadır. Dolayısıyla bu çalışmanın amacı; ortaokul 6. sınıf 'Maddenin Tanecikli Yapısı' ünitesine yönelik 4E model destekli olarak geliştirilen bir öğretmen rehber materyali geliştirmek ve bu materyalin öğretim sürecinde öğrencilerin akademik başarılarına etkililiğini araştırmak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Konunun belirlenmesinde ilgili ünitenin oldukça çok sayıda soyut kavramı içermesi etkili olmuştur. Maddenin halleri, ısı ve sıcaklık gibi konu ve kavramların anlaşılma düzeylerinin düşük olduğu ilgili literatürde de görülmektedir. Fen öğretiminde temel teşkil eden maddenin yapısı ve özellikleri, atom ve yapısı, maddeyi oluşturan tanecikler, madde ve halleri, kaynama, buharlaşma, yoğunlaşma ve erime gibi temel kavramlar literatürde incelenmiş ve öğrencilerin kavram yanılgıları belirlenmiştir (Ayas ve diğerleri, 1997; Bar ve Galili, 1994; Bar ve Travis, 1991; Buluş Kırıkkaya, Güllü, 2008; Davis ve diğerleri, 1993; Doymuş ve diğerleri, 1998; Griffiths ve Preston, 1992; Martin, 1997; Hein, 1991; Shiland, 1999). Dolayısıyla bu kavram yanılgılarının giderilmesi hususunda önemli çalışmaların yapılması gerektiği anlaşılmaktadır.

1.1. Problem Cümlesi

Ortaokul 6. sınıf 'Maddenin Tanecikli Yapısı' ünitesine yönelik 4E model destekli olarak geliştirilen öğretmen rehber materyalinin öğrencilerin akademik başarılarına etkisi nasıldır?

1.1.1. Alt Problemler

1. MTYBT'nin ön test olarak uygulanmasına yönelik kontrol ve deney grubu öğrencilerinin doğru cevap verme yüzdeleri nasıldır?
2. Deney ve kontrol gruplarının akademik başarı ön-test puanları arasında anlamlı düzeyde bir farklılık var mıdır?
3. MTYBT'nin son test olarak uygulanmasına yönelik kontrol ve deney grubu öğrencilerinin doğru cevap verme yüzdeleri nasıldır?
4. Deney ve kontrol gruplarının akademik başarı son-test puanları arasında anlamlı düzeyde bir farklılık var mıdır?

2. Yöntem

Bu çalışmada, 6. sınıf 'Maddenin Tanecikli Yapısı' ünitesine yönelik 4E model destekli olarak geliştirilen öğretmen rehber materyali geliştirmek ve bu materyalin öğretim sürecindeki akademik başarılarının etkililiğinin araştırılması amacıyla yarı deneysel yöntem kullanılmıştır. Deneysel yöntem; değişkenler arasında neden-sonuç ilişkilerini keşfetmek amacıyla kullanılan bir desendir (Büyüköztürk, 2001). Bazı durumlarda kişilerin gruplara rasgele dağıtılması imkânsız olabilir veya istenmeyebilir. Bu durumlarda alternatif olarak yarı deneysel yöntem kullanılır. Bu yöntem; kişilerin deney ve kontrol gruplarına gönderilmesinde rasgele dağılımın kullanılmadığı bir deney yaklaşımını içeren tasarımıdır. Başka bir deyişle yarı deneysel yöntem, bağımsız değişkenin, bağımlı değişken üzerindeki etkisinin karşılaştırılarak karara varılmasını sağlayan bir araştırmadır. Araştırma; akademik başarı testinden elde edilen veriler üzerinden yürütülmüştür. Araştırma, 2012-2013 eğitim öğretim yılında 6. sınıflarda Fen ve Teknoloji dersi "Maddenin Tanecikli Yapısı" ünitesinde yapılmıştır.

Tablo 1.

Deneysel Desenin Simgesel Gösterimi

Gruplar	Ön-testler	Süreç	Son-testler
Deney	T1	4E Modeli Destekli Öğretim	T1
Kontrol	T1	Öğretim Programının Önerdiği Strateji	T1

Tablo 1'deki T1; 'Maddenin Tanecikli Yapısı Başarı Testi'ni ifade etmektedir. Ön-testler gruplara uygulandıktan sonra süreç için belirlenen öğretim doğrultusunda çalışma yürütülmüştür. Süreç sonrasında ise T1 testi tekrarlanarak değişkenler arasında neden-sonuç ilişkileri belirlenmek istenmiştir.

2.1. Çalışma Grubu

Bu çalışma Amasya ili Merkez İlçesindeki bir ortaokulda yapılmıştır. Deney grubu 25 öğrenciden, kontrol grubu ise 23 öğrenciden oluşmaktadır. Bu okuldaki 6. sınıf öğrencileri araştırmanın katılımcılarını oluşturmaktadır.

Tablo 2.

Örneklem Demografik Bilgileri

Cinsiyet	Deney Grubu		Kontrol Grubu	
	Kız	Erkek	Kız	Erkek
(f)	11	14	10	13

Tablo 2’de görüldüğü gibi deney grubu 11’i kız, 14’ü erkek olmak üzere 25 öğrenciden oluşurken, kontrol grubu ise 10’u kız, 13’ü erkek 23 öğrenciden oluşmaktadır.

2.2. Veri Toplama Araçları

Araştırmada veri toplama araçları olarak Maddenin Tanecikli Yapısı Başarı Testi (MTYBT) kullanılmıştır.

2.2.1. Maddenin Tanecikli Yapısı Başarı Testi (MTYBT)

MTYBT, öğrencilerin “Maddenin Tanecikli Yapısı” ünitesinde uygulama öncesi ve sonrası sahip olduğu akademik başarılarını belirlemek için araştırmacı tarafından hazırlanmıştır. Testin oluşturulmasında farklı kaynaklardan yararlanılmıştır. Bu kaynaklar, ilköğretim öğrencilerine yönelik geçmiş yıllarda çıkmış LGS (lise Giriş Sınavı) sınav soruları ile TIMMS (Uluslararası Matematik ve Fen Araştırmasında Eğilimleri) ve PISA (Uluslararası Öğrenci Başarısını Belirleme Programı) gibi fen bilimleri ile ilgili uluslararası yapılan sınav sorularından oluşmaktadır. Test çoktan seçmelidir ve sorular 4 seçenektir. Sorular daha çok üst düzey bilişsel alan dikkate alınarak seçilmiştir. Geliştirilen akademik başarı testi güvenilirlik çalışması için öncelikle benzer özelliklere sahip 77 öğrenciye pilot olarak uygulanmıştır. Testin kapsam geçerliği uzman görüşleri alınarak sağlanmış olup, KR-21 güvenilirlik katsayısı 0.75 olarak tespit edilmiştir.

2.3. Verilerin Analizi

Ön-test ve son-testlerin uygulanması ile elde edilen veriler bilgisayar ortamına aktarılarak SPSS programı yardımıyla analiz edilmiştir. Deney ve kontrol gruplarının ön ve son-test testlerinin bulgularını analiz etmek amacıyla bağımlı ve bağımsız gruplar için t-testi analizleri yapılmış; veriler, tablolar ile sunulmuştur. Verilerin normal dağılıma uyduğu ve varyansların homojen olduğu varsayılmıştır.

3. Bulgular

Bu bölümde, kullanılan yarı deneysel yöntem sonunda her bir alt probleme yönelik yapılan istatistikî işlemlerle elde edilen bulgular sunulmuştur.

3.1. Birinci ve İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

“MTYBT’nin ön test olarak uygulanmasına yönelik kontrol ve deney grubu öğrencilerinin doğru cevap verme yüzdeleri nasıldır?” ve “deney ve kontrol gruplarının ön-test puanları arasında anlamlı düzeyde bir farklılık var mıdır?” alt problemlerine yönelik olarak, ilgili testin ön-test olarak uygulanmasından elde edilen deney ve kontrol grubu öğrencilerinin doğru cevap yüzdeleri Tablo 3’de sunulmuştur.

Tablo 3.

MTYBT Ön testine Kontrol ve Deney Grubu Öğrencilerinin Doğru Cevap Verme Yüzdeleri

Madde Sayısı	Deney Grubu				Kontrol Grubu			
	Doğru		Yanlış		Doğru		Yanlış	
	(f)	(%)	(f)	(%)	(f)	(%)	(f)	(%)
1	12	48	13	52	14	60.9	9	39.1
2	8	32	17	68	5	21.7	18	78.3
3	11	44	14	56	8	34.8	15	65.2
4	7	28	18	72	12	52.2	11	47.8
5	10	40	15	60	12	52.2	11	47.8
6	2	8	23	92	10	43.5	13	56.5
7	7	28	18	72	8	34.8	15	65.2
8	8	32	17	68	8	34.8	15	65.2
9	6	24	19	76	7	30.4	16	69.6
10	7	28	18	72	9	39.1	14	60.9
11	14	56	11	44	6	26.1	17	73.9

12	6	24	19	76	3	13	20	87
13	7	28	18	72	5	21.7	18	78.3
14	6	24	19	76	9	39.1	14	60.9
15	5	20	20	80	8	34.8	15	65.2
16	11	44	14	56	10	43.5	13	56.5
17	13	52	12	48	8	34.8	15	65.2
18	7	28	18	72	7	30.4	16	69.6
19	6	24	19	76	4	17.4	19	82.6
20	6	24	19	76	3	13	20	87
21	4	16	21	84	7	30.4	16	69.6
22	4	16	21	84	6	26.1	17	73.9
23	10	40	15	60	5	21.7	18	78.3
24	5	20	20	80	9	39.1	14	60.9
25	1	4	24	96	7	30.4	16	69.6
26	4	16	21	84	1	4.3	22	95.7
27	6	24	19	76	10	43.5	13	56.5
28	11	44	14	56	6	26.1	17	73.9
29	10	40	15	60	14	60.9	9	39.1
30	2	8	23	92	10	43.5	13	56.5

Tablo 3 incelendiğinde, deney grubunda en düşük doğru cevap yüzdesi hal değişimiyle ilgili olan 25. Madde olduğu görülmektedir. Kontrol grubunda bulunan öğrencilerin ise katı, sıvı ve gazların genel özellikleriyle ilgili olan 26. maddeyi cevaplanmada zorlandıkları belirlenmiştir. En az cevaplanan bu maddelerin yüzdeleri olarak gruplar arasındaki durumuna bakıldığında, deney grubu öğrencilerinin 25. maddeye % 4'ü doğru cevap verirken, kontrol grubu öğrencilerinin 26. maddeye % 4,3'ü doğru cevap verdiği tespit edilmiştir.

Gruplara göre en çok cevaplanan maddelere bakıldığında maddenin genleşme özelliği ile ilgili olan 1. ve maddenin halleriyle ilgili olan 29. madde kontrol grubu tarafından % 60,9, deney grubu öğrencileri ise saf maddelerinin modelle gösterimi olan 11. maddeye % 56'sının doğru cevap verdiği tespit edilmiştir.

Uygulama öncesinde deney ve kontrol grubunun başarıları açısından anlamlı bir farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla t testi yapılmış, verilerin analizinden elde edilen bulgular Tablo 4'de sunulmuştur.

Tablo 4.

Deney ve kontrol grubu öğrencilerin MTYBT ön-test skorları analiz bulguları

	N	\bar{X}	S	Sd	t	p
Deney	25	28,51	8,51	46	2,06	0,045
Kontrol	23	33,14	6,85			

*p<.05

MTYBT deney ve kontrol grubu ön-test puanları t-testi ile karşılaştırıldığında t=2,06 p<0,05 olduğu tespit edilmiştir. Tablo 6'da görüldüğü gibi "p" değeri 0,045 olduğundan gruplar arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu söylenebilir. Yapılan t-testi sonuçları ve gruplara ait ortamlar birlikte değerlendirildiğinde, kontrol grubu öğrencilerinin MTYBT' de deney grubu öğrencilerinden daha başarılı olduğu denilebilir.

3.2. Üçüncü ve Dördüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular

"MTYBT'nin son test olarak uygulanmasına yönelik kontrol ve deney grubu öğrencilerinin doğru cevap verme yüzdeleri nasıldır?" ve "MTYBT uygulandığında, deney ve kontrol gruplarının son-test puanları arasında anlamlı düzeyde bir farklılık var mıdır?" alt problemlerine yönelik olarak, ilgili testin son-test

olarak uygulanmasından elde edilen deney ve kontrol grubu öğrencilerinin doğru cevap yüzdeleri Tablo 5’de sunulmuştur.

Tablo 5.

MTYBT Son testine Kontrol ve Deney Grubu Öğrencilerinin Doğru Cevap Verme Oranları

Madde Sayısı	Deney Grubu				Kontrol Grubu			
	Doğru		Yanlış		Doğru		Yanlış	
	(f)	(%)	(f)	(%)	(f)	(%)	(f)	(%)
1	22	88	3	12	12	52,2	11	47,8
2	22	88	3	12	19	82,6	4	17,4
3	12	48	13	52	11	47,8	12	52,2
4	11	44	14	56	13	56,5	10	43,5
5	23	92	2	8	22	95,7	1	4,3
6	17	68	8	32	12	52,2	11	47,8
7	24	96	1	4	18	78,3	5	21,7
8	19	76	6	24	15	65,2	8	34,8
9	19	76	6	24	18	78,3	5	21,7
10	18	72	7	28	19	82,6	4	17,4
11	21	84	4	16	16	69,6	7	30,4
12	15	60	10	40	11	47,8	12	52,2
13	20	80	5	20	14	60,9	9	39,1
14	19	76	6	24	14	60,9	9	39,1
15	5	20	20	80	5	21,7	18	78,3
16	14	56	11	44	12	52,2	11	47,8
17	21	84	4	16	18	78,3	5	21,7
18	20	80	5	20	18	78,3	5	21,7
19	9	36	16	64	4	17,4	19	82,6
20	17	68	8	32	12	52,2	11	47,8
21	22	88	3	12	16	69,6	7	30,4
22	20	80	5	20	17	73,9	6	26,1
23	23	92	2	8	18	78,3	5	21,7
24	22	88	3	12	16	69,6	7	30,4
25	21	84	4	16	17	73,9	6	26,1
26	22	88	3	12	16	69,6	7	30,4
27	22	88	3	12	15	65,2	8	34,8
28	20	80	5	20	16	69,6	7	30,4
29	24	96	1	4	17	73,9	6	26,1
30	18	72	7	28	14	60,9	9	39,1

Tablo 5 incelendiğinde kontrol grubunda bulunan öğrenciler 19. maddeye en düşük cevabı vermiştir. Kontrol grubunda bulunan öğrencilerin, 19. maddeye 4 kişinin doğru cevap verdiği görülmüştür. Deney grubunda ise en düşük doğru olarak cevaplanan madde 15. maddedir. 15. ve 19. maddeler atom ve özellikleri konusunu içerdiği belirlenmiştir. En az cevaplanan maddelerin yüzdeler olarak gruplar arasındaki duruma bakıldığında kontrol grubu öğrencileri 19. maddeye % 17,4 doğru cevap verirken deney grubu öğrencileri 15. maddeye %20 doğru cevap verdiği gözlenmiştir.

Gruplara göre en çok cevaplanan maddelere bakılırsa 5. madde kontrol grubu tarafından 22 öğrenci ile en çok cevaplanan madde olmuştur ve bu madde tanecikli yapı konusu ile ilgili olduğu belirlenmiştir. Doğru cevaplanan soruların yüzdeler oranlarına bakıldığında öğrencilerin 5. maddeye % 95,7 oranla doğru cevap verdikleri görülmektedir. Deney grubu öğrencileri ise 7. ve 29. maddeye 24 öğrenci cevabı ile en çok doğru cevaplanan maddedir. 7. madde karışım ve özellikleri, 29. madde ise katı, sıvı, gaz özellikleri ile ilgili olduğu tespit edilmiştir. Öğrencilerin % 96’sının 7. ve 29. maddeye doğru cevap verdiği belirlenmiştir. Öğrencilerin verdiği cevaplar doğrultusunda kontrol grubu öğrencilerin doğru ortalaması % 64,5, deney grubu öğrencilerin doğru ortalaması ise %74,9 olduğu görülmektedir. Kontrol grubu öğrencileri deney grubuna göre daha düşük doğru ortalamasına sahiptir.

Uygulama sonrasında deney ve kontrol grubunun başarıları açısından anlamlı bir farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla t testi yapılmış, verilerin analizinden elde edilen bulgular Tablo 6'da sunulmuştur.

Tablo 6.

Deney ve kontrol grubu öğrencilerin MTYBT son-test skorları analiz bulguları

	N	\bar{X}	S	Sd	t	p
Deney	25	74,58	17,79	46	2,11	0,04
Kontrol	23	63,70	17,89			

*p<.05

MTYBT deney ve kontrol grubu son-test puanları t-testi ile karşılaştırıldığında $t=2,11$ $p>0,05$ olduğu tespit edilmiştir. Tablo 6'da görüldüğü gibi "p" değeri 0,04 olduğundan gruplar arasındaki ilişki istatistiksel olarak anlamlı olduğu söylenebilir. Yapılan t-testi sonuçları ve gruplara ait ortamlar birlikte değerlendirildiğinde, deney grubu öğrencilerinin MTYBT' de ön testte kontrol grubu öğrencileri daha başarılı olduğu halde son testte deney grubu öğrencilerinin bu başarı farkını kapatıp daha da öne geçtiklerini ortaya koymaktadır. Deney grubu öğrencilerinin, kontrol grubu öğrencilerinden daha başarılıdır denilebilir.

4. Tartışma ve Sonuç

Aşağıda araştırmaya katılan öğrencilerin ön test ve son testlerinin istatistiksel analizi sonucu ortaya çıkan sonuçlar ve tartışmalar sunulmuştur.

Deney ve kontrol grubunda bulunan öğrencilerin ön-testlerinden elde edilen verilere göre, "6.Sınıf Maddenin Tanecikli Yapısı" ünitesindeki akademik başarıları ile ilgili olarak iki grup arasında t-testi sonuçları ve gruplara ait ortalamalar birlikte değerlendirildiğinde, kontrol grubu öğrencilerinin akademik başarı testinde deney grubu öğrencilerinden daha başarılı olduğu sonucuna varılmıştır. Deney grubu öğrencilerinin vermiş olduğu cevaplara göre, hal değişimi ile ilgili maddelere yanlış cevap verdikleri ve bu konuda ön bilgilerinin yeterli düzeyde olmadığı belirlenirken; Kontrol grubu öğrencilerinin katı, sıvı ve gazların genel özellikleriyle ilgili olan maddelerde daha fazla yanlış cevap verdiği sonucuna ulaşılmıştır. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin çoğunluğunun genleşme ile ilgili sorulara doğru cevap verdiği belirlenmiştir. Deney ve kontrol grubu öğrencileri atomun yapısı, fiziksel ve kimyasal değişim, element ve bileşik modelleri konularını içeren MTYBT'nde ön bilgilerini ortaya koyarak cevaplamaya çalışmışlar, atom teorisyenleri konusunda testte yer alan maddelere doğru cevap verememişlerdir.

4E modelinin kullanıldığı deney grubu öğrencileri ile Milli Eğitim Bakanlığı tarafından okutulan, çağdaş yaklaşımlar ve sahip olduğu yöntemlerin kullanıldığı kontrol grubu öğrencilerinin deneysel işlem sonrasında akademik başarı testinden aldıkları puanlar arasında anlamlı farklılığın olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Öğrencilerin akademik başarılarını geliştirmede araştırmacının geliştirdiği 4E modelinin, Milli Eğitim Bakanlığı tarafından okutulan, çağdaş yaklaşımlar ve sahip olduğu yöntemlere göre daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin MTYBT'ne verdikleri cevaplar incelendiğinde atom ve özellikleri konusunda öğrencilerin doğru cevap verme oranlarının diğer konulara göre düşük seviyede kaldığı görülmüş, atom konusunun yeterli düzeyde algılanmadığı belirlenmiştir. Buna karşılık öğrenciler katı-sıvı- gaz özelliklerini kapsayan konularda öğrencilerin tamamına yakının doğru cevap verdikleri ve diğer konuları kapsayan kazanımlar bünyesinde de maddelere, ortalama seviyenin üstünde doğru cevap verdikleri sonucuna varılmıştır.

Deney ve kontrol grubu ön-test bulguları incelendiğinde, deney grubu öğrencilerinin MTYBT'ndeki yanlışlarının fazla olduğu konular sırasıyla; Hal Değişimi, Maddenin Özellikleri ve Karışımlar olarak belirlenmiştir. Kontrol grubu öğrencilerinin ise MTYBT'ndeki yanlışlarının fazla olduğu konuları ise Maddenin Özellikleri, Kimyasal ve Fiziksel Değişme, Atom Teorisyenleri ve Teorileri olarak belirlenmiştir. Öğretim süreci sonrasında uygulanan son-testlere verilen cevaplar incelendiğinde, deney ve kontrol grubu öğrencilerinin aynı maddelerde yanlış sayılarının çok olduğu tespit edilmiştir. Ön-testte yanlış cevaplanan maddeler, son-testte doğru cevaplanmış ve yanlış sayılarının azaldığı görülmüştür. Yanlış cevaplanan maddelerin Atom ve Atom Çeşitleri ile ilgili olduğu belirlenmiştir. İlgili literatür

incelendiğinde bu bulgular ile paralellik gösteren veriler elde eden çalışmalar karşımıza çıkmaktadır (Ayas ve Özmen,1995; Ayvaci ve Çoruhlu, 2009; Balım ve Ormanci, 2012).

MTYBT ön-testine kontrol ve deney grubu öğrencilerinin doğru cevap verme oranları incelendiğinde öğrencilerin hal değişimi konusunda doğru cevap vermede zorlandıkları görülmektedir. Bu durum öğrencilerin hal değişimi konusunda ön bilgilerinin yeterli olmadığını göstermektedir. Hal değişimi konusu 4. ve 5. sınıf müfredatında yer almasına rağmen MTYBT ön-testinde doğru cevap oranının düşük olması, hal değişimi konusunun karmaşık ve soyut bir yapıda olduğunu göstermektedir. Yapılan çalışmalarda bu durumu ortaya koymaktadır. Aydoğan, Güneş ve Gülçiçek (2003) de yaptıkları çalışmada öğrencilerin hal değişimi konusunda eksik ve yanlış öğrenmelerin olduğunu ortaya koymuştur. Yaptıkları çalışmada öğrencilerin hal değişimi konusu için öğrencilerin % 35'i maddenin havadaki ısıyı aldığı ve buna karşında sıcaklığını kaybettiğini, % 32'si erime-donma ve kaynama-yoğunlaşma ısılarının aynı anlama geldiğini, % 51'inin de erime, donma, kaynama, yoğunlaşma ısılarının bütün maddeler için ayırt edici bir özellik olduğunu belirtmişlerdir. Verilen cevaplar da göstermektedir ki hal değişimi konusu öğrenciler için öğrenilmesi zor bir konu olarak karşılına çıkmaktadır. Literatür de benzeri sonuçları bildiren çalışmalara rastlanmaktadır. Öğrencilerin kavramları açıklarken verdikleri örneklerde kavram yanlışlarına sahip oldukları görülmektedir. Aynı zamanda kavramları günlük yaşamla ilişkilendirme durumları incelendiğinde kavramları yanlış yapılandırdıkları ve farklı anlamlar yükleyerek günlük yaşam problemlerine çözüm bulmaya çalıştıkları görülmektedir (Coştu, Ünal ve Ayas, 2007; Koray, Akyaz ve Köksal, 2007; Schmidt, Kaufmann ve Treagust, 2009).

MTYBT son-testine kontrol ve deney grubu öğrencilerinin doğru cevap verme oranları incelendiğinde; kontrol grubu ve deney grubu öğrencilerinin atomun yapısı konusunda yanlış cevap verme oranlarının yüksek olduğu görülmektedir. Bu da bu konuların yeterli düzeyde anlaşılmadığını göstermektedir. Literatür incelendiğinde, benzer olarak Kokkotas, Vlachos ve Koulaidis (1998) yaptıkları çalışmada öğrencilerin maddenin tanecikli yapısı hakkında bilimsel bilgi eksikliklerine sahip olduğunu belirtmişlerdir. Mitchell ve Kellington (1982) ise çalışmalarında öğrencilerin maddenin tanecikli yapısında parçaları hatırlamakta zorlandıklarını ifade etmişlerdir. Bununla birlikte Özmen (2011) yaptığı çalışmada; tüm sınıf düzeyindeki öğrencilerin maddenin mikroskobik özellikleri hakkında anlamalarının düşük düzeyde olduğunu tespit etmiş ve taneciklerin sırası, tanecikler arasındaki boşluk, farklı hallerdeki tanecik sayısı, tanecik büyüklükleri ve tanecik hareketleri gibi taneciklerin mikroskobik özellikleri hakkında az bilgiye veya kavram yanlışlarına sahip oldukları sonucuna ulaşmıştır. Özmen ve Kenan (2007) ise çalışmalarında öğrencilerin maddenin mikroskobik özelliklerinde bilgi düzeylerinin düşük olduğu belirlemişlerdir. Anlaşılacağı üzere literatürde yapılan çalışmalara paralel olarak, maddenin tanecikli yapısı ünitesinde öğrencilerin anlamalarının düşük veya orta düzeyde olduğu ifade edilebilir. Bu durumun konunun soyut kavramlar içermesi ve bu kavramların mikro düzeyde işlenmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Araştırmada; deney ve kontrol grubu öğrencilerinin maddenin tanecikli yapısı ünitesine ilişkin anlama düzeyleri arasında anlamlı düzeyde bir farklılık bulunmakta ve deney grubu öğrencilerinin puanlarının kontrol grubuna göre daha yüksek olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca kontrol ve deney grubu öğrencilerinin "atomun yapısı ve hücre ile ilişkisi" ile "katı-sıvı-gazların özellikleri ve tanecik yapıları" konularına yönelik sorularda anlamlı bir farklılık bulunmazken, "atom-bileşik-karışımın yapısı" ile "fiziksel ve kimyasal değişim" konularına yönelik sorularda deney grubu lehine anlamlı bir farklılık bulunmaktadır. Literatür incelendiğinde ise; Ahtee ve Varjola (1998) çalışmalarında kimyasal değişim konusunda deney ve kontrol grubu öğrencilerinin cevapları arasında hiçbir fark olmadığını ifade etmişlerdir. Ayas ve Özmen (2002) yaptıkları çalışmada öğrencilerin maddenin tanecikli yapısı kavramı ile ilgili yüksek oranlarda ya yanlış anlamaya sahip olduklarını ya da kavramı hiç anlamadıklarını göstermektedir. Çalık ve Ayas (2005) ise yaptıkları çalışmada, öğrencilerin benzer alternatif kavramlara sahip olduğunu bulmuşlardır. Araştırmada deney grubu lehine farklılığın bulunması, hazırlanan materyalin konuları somutlaştırması ve öğrencilerin birebir etkinliklerin içinde yer alarak gerçekleştirmesi olarak ortaya konabilir.

Kaynaklar

- Açıkgöz, K. Ü. (2003). Aktif Öğrenme. 3. Baskı. Eğitim Dünyası Yayınları. İzmir
- Ahtee, M. ve Varjola, I. (1998). Students' Understanding of Chemical Reaction. *International Journal of Science Education*, 20 (3), 305-316.
- Appleton, K. (1997). Analysis and Description of Students' Learning During Science Classes Using a Constructivistbased Model. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(3), 303-318.
- Ayas, A., Çepni, S., Jhonson D. ve Turgut, M.F. (1997). Kimya Öğretimi. YÖK/Dünya Bankası Millî Eğitimi Geliştirme Projesi, Ankara.
- Ayas, A., Çepni, S. ve Akdeniz, A. R. (1993). Development of the Turkish Secondary Science Curriculum. *Science Education*, 77(4), 433-440.
- Ayas, A. ve Özmen, H. (1995). Lise Kimya Öğrencilerinin Maddenin Tanecikli Yapısı Kavramını Anlama Seviyelerine İlişkin Bir Çalışma. *Ulusal Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu, ODTÜ Eğitim Fakültesi*, 11-13.
- Ayas, A. ve Özmen, H. (2002). Lise Kimya Öğrencilerinin Maddenin Tanecikli Yapısı Kavramını Anlama Seviyelerine İlişkin Bir Çalışma. *Boğaziçi Üniversitesi Eğitim Dergisi*, 19 (2), 45-60.
- Aydoğan, S., Güneş, B., ve Gülçiçek, Ç. (2003). Isı ve Sıcaklık Konusunda Kavram Yanılgıları. *GÜ Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23(2), 111-124.
- Ayvacı, H. Ş. ve Çoruhlu, T. Ş. (2009). Fiziksel ve Kimyasal Değişim Konularındaki Kavram Yanılgılarının Düzeltmesinde Açıklayıcı Hikâye Yönteminin Etkisi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Dergisi*, 28(1), 93-104.
- Balım, A. G. ve Ormancı, Ü. (2012). İlköğretim Öğrencilerinin "Maddenin Tanecikli Yapısı" Ünitesine Yönelik Anlama Düzeylerinin Çizim Yoluyla Belirlenmesi ve Farklı Değişkenlere Göre Analizi, *Eğitim Ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 1(4), 36-48.
- Bar, V. ve Galili, I. (1994). Stages Of Children's Views About Evaporation. *International Journal of Science Education*, 16, 157-174.
- Bar, V., ve Travis, A. S. (1991). Children's Views Concerning Phase Changes. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(4), 363-382.
- Buluş Kırıkkaya, E., Güllü, D. (2008). İlköğretim Beşinci Sınıf Öğrencilerinin Isı-Sıcaklık ve Buharlaştırma-Kaynama Konularındaki Kavram Yanılgıları, *İlköğretim Online*, 7(1), 15-27.
- Bruner, J. S. (1960). *The Process of Education*. Cambridge: Harvard University Press.
- Bruner, J. S. (1966). "Some Elements of Discovery" Shulman L. S., Keislar, E. R. editors
- Büyüköztürk, Ş. (2001). *Deneysel Desenler: Öntest-Sontest Kontrol Grubu Desen ve Veri Analizi*. Ankara: Pegem A Yayıncılık.
- Bybee, R. W. (1997). *Achieving Scientific Literacy: From Purposes to Practices*. Portsmouth. UK: Heinemann.
- Coştu, B., Ünal, S. ve Ayas, A. (2007). Günlük Yaşamdaki Olayların Fen Bilimleri Öğretiminde Kullanılması. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(1), 197-207.
- Çalık, M. ve Ayas, A. (2005). A Comparison of Level of Understanding of Eighth-Grade Students and Science Student Teachers Related to Selected Chemistry Concepts. *Journal of Research in Science Teaching*, 42 (6), 638-667.
- Davis, N.T., McCarty, B.J., Shaw K.L. ve Tabba, A.S. (1993). Transitions From Objectivism to Constructivism in Science Education. *International Journal of Science Education*. 15(6), 627-636.
- Doymuş, K., Canpolat, N., Pınarbaşı, T., Bayrakçeken, S. ve Gürses, A. (1998). Üniversite Kimya Bölümü Öğrencilerinin Bazı Kimya Kavramlarını Anlama Düzeyleri. *Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu. K.T.Ü., Trabzon*.
- Fensham, P., Gunstone, P., White, R. (1994). *The Content of Science*. The Falmer Press.
- Glaser, R. (1966). *Variables in Discovery Learning*. içinde Shulman L. S., Keislar, E. R. Editors *Learning by Discovery: A Critical Appraisal*.
- Griffits, A. K. ve Pretson, K. R. (1992). Grade-12 Students' Misconceptions Relating to Fundemantel Characteristics of Atom and Molecules, *Journal Research in Science Teaching*, 29(6), 611-628.
- Hand, B. ve Treagust, D. F. (1991). Student Achievement and Science Curriculum Development Using Aconstructivist Framework. *School Science and Mathematics*, 91(4), 172-176.
- Hein, G.E. (1991). *Constructivist Learning Theory, the Museum and the Needs of People*. CECA (International Committee of Museum Educators), Conference Jerusalem Israel, Leseley College. Massachusetts, USA.
- Kaptan, F. ve Korkmaz, H. (2000). Yapısalcılık (Constructivism) Kuramı ve Fen Öğretimi. *Çağdaş Eğitim*. Mayıs, 265, 22-27.
- Kokkotas, P., Vlachos, I. ve Kouladis, V. (1998) . Teaching the Topic of the Particulate Nature of Matter in Prospective Teachers' Training Courses. *International Journal of Science Education*, 20 (3), 291-303.
- Koray, Ö., Akyaz, N. ve Köksal, M.S. (2007). Lise Öğrencilerinin "Çözünürlük" Konusunda Günlük Yaşamla İlgili Olaylarda Gözlenen Kavram Yanılgıları. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 15(1), 241-250.
- Koray, Ö., Bahadır, H. ve Geçgin, F. (2012). Bilimsel Süreç Becerilerinin 9. Sınıf Kimya Ders Kitabı ve Kimya Müfredatında Temsil Edilme Durumları. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 2(4), 147-156.
- Martin, D.J. (1997). *Elementary Science Methods, a Constructivist Approach*. By Delmar Publishers, New York.
- Mitchell, A. C. ve Kellington, S. H. (1982). Learning Difficulties Associated with the Particulate Theory of Matter in the Scottish Integrated Science course. *European Journal of Science Education*, 4 (4), 429-440.

- Schmidt, H.J., Kaufmann, B. ve Treagust, D.F. (2009). Students' Understanding of Boiling Point and Intermolecular Forces. *Chemistry Education Research and Practice*, 10, 265-272.
- Strike, K. A. (1975). The Logic of Learning by Discovery. *Review of Educational Research*, Vol.45, No.3, 461-483.
- Özmen, H. (2011). Turkish Primary Students' Conceptions About the Particulate Nature of Matter. *International Journal of Environmental and Science Education*, 6 (1), 99-121.
- Özmen, H. ve Kenan, O. (2007). Determinaton of the Turkish Primary Students' Views About the Particulate Nature of Matter. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 8 (1), 1-15.
- Richardson, V.(1997). *Constructivist Teacher Education*. New York: Falmer.
- Shiland T.W. (1999). Construtivism: The Implications for Laboratory Work. *Journal of Chemical Education*. 76(1), 107-109.
- Turgut, M. F., Baker, D., Cunningham, R.ve Piburn, M. (1997). İlköğretim Fen Öğretimi. YÖK/DB Milli Eğitimi Geliştirme Projesi Hizmet Öncesi Öğretmen Eğitimi Yayınları, Ankara.
- Ünal, G., ve Ergin, Ö. (2006). Buluş Yoluyla Fen Öğretiminin Öğrencilerin Akademik Başarılarına, Öğrenme Yaklaşımlarına ve Tutumlarına Etkisi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 3(1), 36-52.
- Yılmaz, H.,ve Çavaş, P. H. (2006). 4-E Öğrenme Döngüsü Yönteminin Öğrencilerin Elektrik Konusunu Anlamalarına Olan Etkisi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 3(1) 3-18.