

Yapılandırmacı Kuramın Işığında Öğrenme Halkası'nın Kökleri ve Evrimi-Örnek Bir Etkinlik-

Roots and Evolution of Learning Cycle Model in Light of Constructivist Theory-A Sample Activity -

Uygar KANLI*
Gazi Üniversitesi

Öz

Bu derleme çalışmasının amacı, son zamanlarda fen öğretimi araştırmalarında sıklıkla rastlanan "Öğrenme Halkası" yaklaşımının tarihsel gelişimini yapılandırmacı kuramın tartışmaları ışığında irdelemektir. Bu amaç doğrultusunda çalışma "üç" kısımdan oluşmaktadır. Birinci kısımda, fen eğitiminde yapılan çalışmalarda yapılandırmacı kuramın uygulanmasına yönelik eleştiriler ve bu eleştirilere cevaplar yer almaktadır. Çalışmanın ikinci kısmında, yapılandırmacı kuram hakkındaki tartışmaların ışığında "Öğrenme Halkası"nın kökleri ve süreç içerisinde evrimi incelenmektedir. Bu kısımda başlangıçta üç aşamalı olan, daha sonra dört, beş ve yedi aşamalı olarak uygulanan modelin her bir aşaması farklı araştırmacıların çalışmalarından yola çıkılarak değerlendirilmektedir. Çalışmanın son kısmında ise, ilk iki kısımda tartışılan gerçeklerin ışığında somut bir örnek olması açısından 7E modeline yönelik örnek bir etkinlik verilmektedir. Bu çalışmanın fen eğitimi ya da diğer disiplinlerde "Öğrenme Halkası" merkezli etkinliklerin geliştirilmesine ışık tutacağı düşünülmektedir.

Abstract

The aim of this review study is to examine and explicate the historical evolution of "Learning Cycle" approach that is countered frequently in contemporary science education research in the light of the discussions on constructivist theory. This review study is composed of "three" sections. In the first section, there are criticisms to the implementation of constructivist theory and the responses to these criticisms in Turkish and foreign literature. In the second section of the study, the roots of "Learning Cycle" and its evolution during the process have been explicated in the light of the discussion on constructivist theory. In this section, the reasons for the evolution of this model that at first had three stages and then started to be implemented in four, five and seven stages have been examined and every stage has been explained making use of studies of different researchers. The last section of the study comprises an activity based on 7E model to be able to present a concrete sample in the light of the facts discussed in the first two sections. This study that reveals the evolution of "Learning Cycle" with Constructivist foundations is thought to be a valuable source for the development of effective activities in science education or other disciplines.

* Dr., Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi OFMAE Eğitimi Bölümü Fizik Eğitimi A.B.D. ukanli@gazi.edu.tr

Introduction

It is an undeniable fact that activities based on constructivist theory strengthen the learning process of the students and are effective in their development of positive attitudes towards science. But many science teachers state that they have difficulties in using this approach. Teachers:

- find this theory hard to implement in practice and far from practicality,
- think that there is not enough time for such a theory because of the loaded curriculum,
- find the frame and practices of this theory hard and ambiguous,
- see this approach just as a thought on education and training not as an education program.

That is why; strategies and models that teachers will be able to implement more correctly, more easily and effectively in order to strengthen education based on "Constructivist Theory" are being developed. Learning Cycle approach is a model that takes Constructivist Theory which was developed to solve these problems. Every stage of this model, which had three stages at the beginning and then had four, five and seven stages in time, serves for another purpose. The aim of this study is to examine and explicate the historical evolution of "Learning Cycle" approach that is countered frequently lately in science education research in the light of the discussions on constructivist theory.

Method

This study is composed of "three" sections. In the first section, there are criticisms to the implementation of constructivist theory and the responses to these criticisms in Turkish and foreign literature. In the second section of the study, the roots of "Learning Cycle" and its evolution during the process have been explicated in the light of the discussion on constructivist theory. In this section, the reasons for the evolution of this model that at first had three stages and then started to be implemented in four, five and seven stages have been examined and every stage has been individually explained making use of studies of different researchers. The last section of the study comprises an activity based on 7E model to be able to present a concrete sample in the light of the facts discussed in the first two sections.

Results and Conclusion

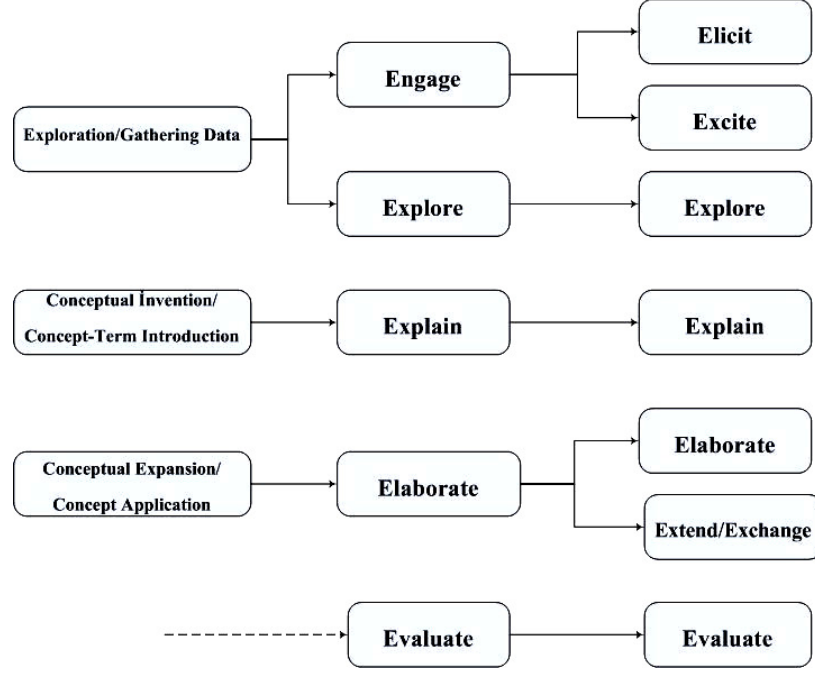
There are two fundamental questions asked by science teachers and educators:

First of them: *"How much helpful is constructivism in science education? How will the children learn with individual creation the complex schemes that take centuries to be constructed by the best brains if information is not transferred and shall be composed by the individual?"*

Second of them: *"How can we pass on research and examination opportunities to our students while simultaneously we are giving them all the content we have to teach them?"*

Studies on learning showed that students learn only when they are part of meaningful research experiments. Constructivist Theory and Learning Cycle approach that was based on this exact theory have the potential to realize this. Studies show that any science teacher who aims to teach effectively will discover learning cycle idea. The literature review reveals that the person who discovered the learning cycle is not known. However, the concrete foundations of this model can be found in the studies of Science Curriculum Improvement Study-SCIS. The change and evolution of this model in historical aspects can be shown as follows: *(examined*

studies: Abraham and et.all.; 1986; Renner and et.all., 1988; Marek and et.all., 1997; Trowbridge and et.all., 2000; Lawson, 1995, 2001, Bybee, 1997, MMS, 2003; Eisenkraft, 2003):



This study reveals the evolution of “Learning Cycle” with Constructivist foundations is thought to be a valuable source for the development of effective activities in science education or other disciplines.

Giriş

Fizikçilerin büyük bir hayali vardır: “Görelilik Teori” si ve bununla beraber çağ açan birçok teorinin sahibi olan Albert Einstein, “Maddeyi, alanın aşırı derecede yoğunlaştığı uzay bölgelerinden oluşan bir şey olarak algılayabiliriz. Söz konusu yeni fizik anlayışında, hem alana ve hem de maddeye ayrı ayrı yer yoktur. Çünkü burada ‘ALAN’ tek gerçekliktir...” diyerek ömrünün son 30 yılını tüm alanların aslında tek bir alanın farklı görünümüleri olan “Büyük Birleşik Teori (General Unified Theory-GUT)” ye ya da bir başka deyişle “Her Şeyin Teorisi (Theory of Everything-TOE)” ne adadı, fakat başarılı olamadı. Einstein ve birçok fizikçinin rüyalarını süsleyen bu teori acaba ne idi?

Evrende dört çeşit kuvvet mevcuttur. Bu kuvvetler sırasıyla *Kütle Çekim (Gravitasyonel), Elektromanyetik, Zayıf Nükleer ve Güçlü Nükleer* kuvvetlerdir. İlk bakışta bu dört temel kuvvetin birbirleriyle hiçbir ilişkisi yok gibi görünse de maddenin yapısında daha derin düzeylere inildikçe bu kuvvetler arasındaki ayrımın giderek azaldığı, bu kuvvetlerden yola çıkarak birleşik alanlara doğru yol alınabileceği görülmektedir. Bilindiği gibi hareketli elektrik yükleri manyetik alanlar ürettiği gibi, değişen manyetik alanlar da elektriksel alanlar meydana getirir. Elektromanyetik alanlarda olduğu gibi, düşük enerji düzeylerinde birbirinden tamamen farklıymış gibi görünen zayıf nükleer kuvvetin parçacıkları ile şiddetli nükleer kuvvet etkileşim içindedirler. Kütle çekim kuvveti, şimdiye kadar fizikçilerin üç temel kuvveti birleştiren matematiksel denklemlerinin dışında kalmaktadır. Başka bir deyişle; kuantum boyutlarında geçerli olan üç kuvvet ile makroskobik evrende geçerli olan kütle çekim kuvvetini birleştirerek aynı anda geçerli olması için beklenen tek bir kuvvet henüz gerçekleşmemiştir. Başta Einstein

olmak üzere bazı fizikçiler kütle çekimini de içine alan bir "TOE" ya da "GUT" yazabilmek için çaba sarf etmiş; fakat bütün gayretlere rağmen bunu başaramamışlardır. Sonuç olarak, bazı fizikçiler, doğayı tek bir denklem ya da tek bir kuvvetle ifade edebilecek bir birleşik alan teorisini gerçekleştirmenin hayali içerisindeydiler (Taubes, 1987; Gürdilek, 2000).

Fen Eğitimcilerinin Hayali Nedir? Öğrenmenin nasıl meydana geldiğini açıklamak için pek çok teori ortaya atılmakla birlikte, fen öğretiminde en çok kullanılan teoriler Jean Piaget, Jerome Bruner, Robert Gagné ve David Ausubel tarafından geliştirilen teorilerdir. *Piaget* öğrenmeyi, yaşa bağlı bir süreç olarak kabul eden zihinsel gelişim kuramına dayalı olarak açıklamıştır. Öğrenme-Öğretme alanına kavram öğretimi ve buluş yoluyla öğretim ile iki önemli katkı sağlayan *Bruner*, kavram öğretimi sürecinde kavramın adı, kavramın tanımı, kavramın özellikleri ve kavramla ilgili örnek adımlarının izlenmesi gerektiğini savunmuştur. *Gagné*'nin öğretime en önemli katkısı, bir konunun öğrenilmesi için ders amaçlarının öğrencilerde meydana gelecek davranış değişiklikleri cinsinden yazılmasını savunmasıdır. Ona göre öğretim basitten karmaşığa, somuttan soyuta doğru aşamalı bir sırada yapılmalıdır. *Ausubel*'in öğrenme teorisi, "Öğrenmeyi etkileyen en önemli faktör öğrencinin mevcut bilgi birikimidir; bu ortaya çıkarılır öğretim ona göre planlanmalıdır..." (akt. Martin, 1997:153) cümlesi ile ifade edilebilir.

Bu teorilerin ışığında bir dönem bireyselleştirilmiş öğretim moda iken, daha sonraları "İşbirlikli Öğrenme" öğretmenler tarafından benimsenmiştir. 1960'larda fen eğitiminde "Buluş Yoluyla Öğrenme" popüler iken daha sonraları "Araştırmaya Dayalı Öğrenme" ve ardından Fen-Teknoloji-Toplum-Çevre (FTTÇ) fen eğitimi çalışmalarında gündeme gelmiştir. Günümüzde de araştırma ve keşfe geri dönmüştür (Alan, 2000). Tüm bu değişimlerin sebebi öğrenme stratejilerini bütünleştirmeye ya da birleştirmeye çalışan bir ortak düşünce arayışı mıdır? Acaba tüm bu öğrenme teorilerini birleştirmeyi başaracak tek bir kuram, teori ya da en azından bir yaklaşım var mıdır? *Kısacası, Fen Eğitimcilerinin Büyük Birleştirici Teorisi sadece bir hayal midir?*

Fen eğitiminde zaman zaman ön plana çıkan yukarıda bahsedilen yaklaşımların artık sağlam bir yapıya oturtulması hedeflenmektedir. Fen eğitiminde "Yapılandırmacı Kuram (Constructivist Theory)"ın bu birleştirmeyi sağlayacak bir güce sahip olabileceği düşünülmektedir.

1. Kısım: Yapılandırmacı Kuram ve Kurama Yöneltilen Eleştiriler

Yapılandırmacı kuramın 18. yy. filozofu olan Vico'nun "Biri bir şeyin parçalarını biliyorsa, o şeyi biliyordur" söylemine kadar uzanan; daha sonra Kant'ın, "Birey bilgiyi pasif olarak değil, etkin olarak alır, önceki bildiğiyle karşılaştırır ve yorumlar (Glaserfeld, 1998)" ifadesiyle devam eden felsefi ve sosyolojik kökleri vardır. Daha sonraları Piaget, Kuhn ve Vygotsky'den etkilenerek şekillenen kuramın (Baker ve Piburn, 1996:101) merkezinde insanoğlunun bilgisinin ve daha da önemlisi bilimsel bilginin doğası hakkındaki görüş yatar. En temelde iki önemli geleneği vardır: İlki, çocukların kendi dünyalarındaki etkinliklerinden doğan bireysel, kişisel ve zihinsel yapılanma süreçleri olarak bilinen öğrenmelerinin yarattığı *Radikal Yapılandırmacılık*'tır. Bireysel farklılıklara dayalı Radikal Yapılandırmacılık, bireysel bilginin yaratımı ve kavram yapılanması üzerinde durur. Bu akımın kaynağı, Piaget'in, Kant'ın fikirlerinden ilham alarak oluşturduğu bilişsel gelişim teorileridir ve Ernst von Glaserfeld bu akımın en tanınmış temsilcilerinden biridir. Bu gelenek, Von Glaserfeld'in çalışmalarında görülebilen Piaget'in daha kişisel ve subjektif geleneğine ışık tutar (Matthews, 1994:138).

İkinci önemli gelenek ise, Emile Durkheim'le ortaya çıkan, Peter Berger gibi bir kültür sosyoloğu ve çok yakın bir zamanda Barnes, Bloor, Collins, Latour gibi bilim sosyologları tarafından değerlendirilen *Sosyal Yapılandırmacılık*'tır. Sosyal Yapılandırmacılık, fikirlerin

geliştirilmesi ve ispatlanması için grubun (ortalama bir sınıf ya da daha geniş bir kültür olabilir) önemi üzerinde durur. Bu fikrin kaynağı Vygotsky'nin dil bilimi ve diledinimi çalışmalarıdır (Matthews, 1998). Fen eğitiminde de Rosalind Driver gibi araştırmacıların çalışmalarında bu akımın etkisi görülür (Driver, & Bell, 1986). Sonuç olarak bu sosyolojik gelenek iddia eder ki bilimsel bilgi sosyal olarak yapılandırılır ve doğruluğu kanıtlanır. Ayrıca bu gelenek, bilimin oluşturulma durumlarını ve dinamiklerini inceler. Piaget ve Glasersfeld'e zıt olarak, bilgi ve inanışların yapılandırılmasında bireysel psikolojik mekanizmaları önemsemez. Bireysellikten uzak sosyal ortamlar üzerine odaklanır (Matthews, 1994:139).

Bu iki yaklaşım ortak olarak, bilginin her bir öğrenen tarafından sosyal bir öğrenme ortamında bireysel olarak yapılandırıldığını, öğrencinin kendisine ulaşan bilgileri aynen almadığını ve öğrenmede bireyin ön bilgilerinin, kişisel özelliklerinin son derece önemli olduğunu vurgulamaktadır (Özmen, 2004).

Gerek bireyi temele alan *radikal yapılandırmacılık* gerekse *sosyal yapılandırmacılık* çok boyutlu bir yapıya sahiptir. Genel anlamda yapılandırmacılığın, bağlamsal, diyalektiksel, deneysel, bilgiyi işleyen, metotsal, değiştirilebilir, Piaget'yi temel alan, bilgiye ulaşma yöntemlerini vurgulayan, pragmatik, radikal, realist, sosyal ve sosyotarihsel yönleri vardır. Bu kadar geniş anlamları ve yönelimleri olan yapılandırmacı kuramın, aslında bir dünya görüşü olduğu dile getirilmektedir. Bu konuda Tobin (1991);

"...Yapılandırmacı olmak, düşünce ve eylemlerde yapılandırmacılığı referans olarak kullanmak düşünürken veya hareket ederken söylemek demektir. Yapılandırmacılık ile desteklenmiş ortak inançlar, diğer inançlardan daha büyük bir değer taşır. Çok çeşitli nedenlerden dolayı bu süreç kolay değildir..."

Yine Von Glasersfeld (1998) ve takipçilerinin bu teori hakkında radikal yapılandırmacılık temelli savunduğu iki önemli tez vardır: 1) Bilgi etkin bir şekilde bireysel olarak yapılandırılır, pasif bir şekilde çevreden alınamaz. 2) Öğrenmeye başlamak, bireyin tecrübeye, deneye dayalı dünyasını organize eden uyarlanmış süreçtir; öğrenen kişi aklının dışındaki var olan dünyayı bağımsız bir şekilde keşfedemez.

Bu iki tezi savunan araştırmacılar ayrıca, bireyin gerçeği bulmadığını, fakat tecrübelerinin geçerli açıklamaları yapılandırıdığını vurgular. Düşünceleri ile eğitim çalışmalarını etkileyen sosyolog Emile Durkheim (akt. Matthews,1994:142):

"...Eğer düşünce özgür bırakılırsa, kendi objesinin yaratıcısı haline gelir ve bunu elde etmenin (gerçekleştirmenin) tek yolu kendi kendine yapılandırılan bir gerçeği kabul etmek ve buna uyum sağlamaktır. Bu yüzden bu felsefenin amacı, verilen bir gerçeğin yeniden üretilmesi değil, gelecekteki gerçeğin bir yapılandırılması olarak düşünülmelidir. Fikirlerin değeri, referans alınan nesnelere göre değerlendirilemez. Ancak değer, kendi yararlılık derecesiyle, az ya da çok avantajlı karakteriyle belirlenmelidir."

Tüm bu iddialı felsefi dayanaklarına ve fen eğitimcilerinin hayalini gerçekleştirebilecek potansiyele sahip olmasına rağmen, "Yapılandırmacı Kuram" tartışmalı noktalar üzerine kurulmuştur. Kurama yöneltilen bazı soruların başlıcaları şunlardır:

1. Soru: "Fen eğitiminde yapılandırmacılık ne kadar faydalıdır? Eğer bilgi transfer edilmezse, birey tarafından oluşturulacaksa, en iyi beyinlerin bile oluşturması yüzyıllar alan karmaşık şemaları öğrenciler kişisel yaratımla nasıl öğrenecektir?"(Matthews,1998:8).

Birçok öğrenme teorisinin temelini oluşturabilecek yapılandırmacılık şunu vurgular ki bilim, tarihsel ve kültürel bir şekilde düzenlenmiş yaratıcı bir insan emeğidir ve onun bilgi iddiaları mükemmel ya da mutlak doğru değildir (Phillips, 2000:163). Öğrenciler, en iyi beyinlerin bile üzerinde yıllarca kafa yordduğu şemaları ancak o bilimsel ortama girerek oluşturabilirler. Fen ve Matematik eğitiminde bu kuramın en etkili savunucularından olan Von Glasersfeld şunu ortaya koymaktadır (akt. Matthews, 1994:141):

“Bilgi, bireysel olarak bir konunun oluşturulma etkinliğinin sonucudur; fakat öğrenenin dışında her nasılsa onu gelip bulan bir eşya değildir ve gayretli-sabır isteyen bir anlayış ve dilsel iletişim ile aktarılabilir ya da taşınabilir.”

2. Soru: *“Neden öğrenciler potansiyel enerji, mutasyon, lineer hareket, fotosentez, değerlik ve bu gibi konularda bilgileri kendileri oluşturmak zorunda olsunlar? Neden bu konuları açıklamayıp kendileri anlasınlar diye çabalamaktayız?”*

Bu soruya cevap olarak; bilginin temelini öğretmek sadece kavramları öğretmeyi değil, metodu, metodun teorisini ve metodolojisi hakkında bazı şeyleri öğretmeyi de kapsar. Öğretmenin bazı şeyleri doğrudan aktarmadan bu bilgileri nasıl öğreteceği tartışılır bir konudur. Önde gelen İngiliz fen eğitimcilerinden John Solomon sorunu şu şekilde ifade etmektedir:

“Yapılandırıcılık, daima öğrencilerin var olan temel bilgileri öğrenmesinden kaçınır. Öğrenciler kullanılan kelimeleri yeni ve bilimsel yollarla bulacak; daha önce problem olarak görülmeyen problemleri, öğrenilmesi gereken bir anlayışla çözecekler. Yani, bir an için bütün öğrencilerin kendilerini yabancı topraklarda hissetmeleri ve gözü kapalı bildikleri bölgenin biraz olsun anımsanmaması, alışmalarına ve öğrenmelerine yardımcı olacaktır (Solomon, 1994).”

Eğer öğrencilerin kendilerini “yabancı topraklar”da hissetmeleri sağlanacaksa, büyük ölçüde soyut (hız, hız artışı, güç ve gen gibi kavramlara bağlı), deneyimlemeden uzak (atom yapısı, hücre işlevleri ve astronomik olaylarla ilgili önermeler), daha önceki bilgilerle ilişkisi olmayan (virüs, antikor, sıvılaştırılmış çekirdek, evrim, elektromanyetik radyasyon gibi savlar), sağduyuya uzak, bunun yanı sıra günlük olaylar ve kavramlarla çelişen temel fen bilgilerini nasıl öğreteceklerini bulma konusuyla öğretmenler ve fen eğitimcileri ilgilenmektedir. Bu sıkıntılı süreç nedeniyle üçüncü bir soru şu şekilde sorulabilir:

3. Soru: *“Acaba ilgilenmemiz gereken tek nokta, yapılandırmacı kuramın dayandığı bilgi kuramı, bilişsel psikoloji vb. gibi temel felsefi ilkelerini ikincil/önemsiz kabul edip, öğretmenin nasıl daha iyi olabileceği mi olmalıdır?”*

Bu soruya Matthews(1998:9) şu şekilde cevap verir:

“Uygulama alanı ve teoride birçok yapılandırmacı tutum mevcuttur. Birçok kişi yapılandırmacı bilgi kuramının ve bilişsel psikolojinin eğitim ilkeleriyle alakalı olduğunu, diğerleri teorinin uygulamadan çok daha önemsiz olduğunu düşünmekte, ayrıca bir kısım araştırmacı da sadece eğitim bilimi ve iyileştirilmiş sınıf etkinlikleri konularında yoğunlaşmakta ve öğrenci merkezli, ilgi çekici, sorgulayıcı ve ilerleyen her şey için “yapılandırmacı” etiketini/ismini kullanmaktadırlar. Bu gruptaki insanlar için bilgi kuramı ve bilişsel psikoloji detayları önemsiz ve tartışılmaya değermez. Eğer bir etiket/isim gerekliyse, “eğitim bilimi yapılandırmacıları” olarak adlandırılabilirler.”

Rosalind Driver’in araştırmaları ve Leeds Üniversitesi araştırmacıları ise şu savı ileri sürmektedir:

“...fen öğrenimi bilim kültürüne girmeyi kapsar. Öğrencilerin bilimsel bilgi sistemine girmeleri gerekiyorsa, bilgi şekillendirme süreci kişisel tecrübeye dayanan sorgulamadan öteye gitmelidir. Öğrenciler sadece fizik deneyimlerine değil, aynı zamanda gelenekçi bilim kavramları ve modellerine de erişebilmeliler (Driver ve arkadaşları, 1994:6).”

Çok açık ki yapılandırmacı eğitimciler için kolay olmayan bu sorunun yanıtı, öğrencilere bu ilkeleri göz ardı etmeden bu konularda yardımcı olabilmekte gizlidir:“Eğer öğretmek, öğrencileri geleneksel bilim anlayışına yöneltmekse, hem deneysel kanıt, hem de teorik fikirleri ve kuralları öğrencilere sunmakta öğretmenin katkısı çok önemlidir (Driver ve arkadaşları, 1994:6).”

4. Soru: “Bir öğretmen açıklamadan, örneklemeden, kavramların birbirleri arasındaki ilişkilerini göstermeden ‘teorik fikirleri ve kuralları’ nasıl ‘öğrencilerine sunabilir?’ Kısacası öğrencilerine doğrudan aktarmadan nasıl yapabilir?”

Aslında bu sorunun temelinde birçok fen öğretmenin bu yaklaşımı kullan(a)maması yatar. Bu nedenledir ki yapılandırmacı kurama dayalı öğretimi güçlendirmek için öğretmenlerin daha doğru, daha kolay ve etkin uygulayabilecekleri strateji ve modeller geliştirilmelidir (Brooks ve Brooks, 2001:101). Yapılandırmacı kuramın fen eğitiminde çok yaygın olarak kullanıl(a)mamasının en temel dört nedeni şöyle ifade edilebilir (Boddy, Watson ve Aubusson, 2003:28):

- Öğretmenler bu teorinin uygulamasını zor ve pratiklikten uzak görürler.
- Öğretmenler fen programının içeriğinin çok yoğun olmasından dolayı böyle bir teorinin uygulanması için yeterli zaman olmadığını düşünürler.
- Bazı öğretmenler bu teorinin çerçevesini ve uygulamalarını belirsiz ve zor bulurlar.
- Öğretmenler çoğu zaman bu teoriyi, bir öğretim programı olarak görmez, sadece öğretim ve öğrenimle ilgili bir düşünce olarak görürler.

Yukarıda bahsi geçen dört soruya daha farklı sorular ilave edilebilir ve tartışma farklı noktalara çekilebilir. Bu çalışmanın ikinci kısmında yapılandırmacı kurama yöneltilen eleştirilere cevap bulmak için Öğrenme Halkası'nın ortaya atılması ve yıllar boyu yapılan çalışmalarla evrimi ön plana çıkarılmıştır.

II. Kısım: Öğrenme Halkası'nın Kökeni ve Evrimi

Öğrenme halkası, insanların kendiliğinden bilgiyi oluşturma yoluyla tutarlı olduğunu iddia eden ve yapılandırmacı kuram üzerine kurulmuş öğrenme modellerinden birisidir. Öğrenme halkasının, yapılan bir çok araştırmada öğrencinin bilimi tanıması, içeriğini anlaması ve bilimsel süreçleri uygulaması açısından etkili modellerden biri olduğu vurgulanmaktadır (Wilder ve Shuttleworth, 2004:26).

Bir öğrenme modeli olarak öğrenme halkasını kimin keşfettiği bilinmemektedir. Modelin ilk uygulamalarına biyoloji eğitiminde rastlanabilir. 1953 yılında Amerikan Ulusal Fen Bilimleri Akademisi (National Academy Sciences) toplantısındaki biyoloji eğitimi konferansında alternatif yaklaşımlar önerilirken, geçmiş öğretim uygulamaları tartışılır. Bu proje 1956'nın sonlarında Ulusal Fen Vakfı genetikçi Chester Lawson yönetiminde ileriki yıllarda çok iyi bilinen Biyoloji Bilimi Program Çalışması'nın (Biological Science Curriculum Study-BSSC) temelini oluşturacaktır. Fakat öğrenme halkasının somut temelleri, 1960'ların başlarında Amerikan Fen Programı Geliştirme (Science Curriculum Improvement Study-SCIS) çalışmalarında atılır. Modern öğrenme halkası ve onun üç aşamasının tanımlanmasında, Kaliforniya Üniversitesi'nde görev yapan Robert Karplus'un çalışmaları ilk çalışma olarak kabul edilebilir. Berkeley'de fizik profesörü olan Karplus'un ortaokul öğrencilerine elektrik yükleri üreten bir makineyi (Wimshurt Machine) 1957'de tanıtırken öğrencilerde gözlemlendiği heyecanı ve daha sonraki beş ay süresince ilkokul öğrencilerine elektrik ve manyetizmayı kavratmaya çalışırken uyguladığı dersleri incelemek gerekir. Bu deneyimler Karplus'u, “Öğrencilerin sezgisel tutumları ile modern bilimsel görüşün kavramları arasında sağlam bir ilişki kurmak için nasıl bir öğrenme uygulaması geliştirebiliriz?” sorusuna yöneltir (Lawson, 1995:159).

Tarihi gelişim süreci içerisinde ilk olarak araştırma (*exploration*), keşif (*invention*) ve buluş (*discovery*) şeklinde tanımlanan öğrenme halkası modelinde, öğretmenlerin buluş ve keşfin ne anlama geldiğini anlamakta zorluk çektikleri tespit edilmiştir. Bu yüzden Karplus öğrenme halkasının fazlarını sonraki yayınlarında keşif (*exploration*), kavram tanıtımı (*concept introduction*) ve kavram uygulama (*concept application*) olarak sunar (Trowbridge, Bybee ve

diğ., 2000:235). En temel "Öğrenme Halkası" olarak bilinen aşamaların açıklamaları şu şekilde ifade edilir (Lawson, 1995:135; Rule, 2002):

1. *Keşif (Exploration)*: Keşif ya da araştırma aşamasında öğrenciler yeni bir durumu kendi eylemleri ve reaksiyonlar yoluyla öğrenirler. Minimum yardımlarla/rehberlikle yeni materyali ve yeni fikirleri araştırırlar. Yeni deneyim alışık oldukları tarzda düşünme şekilleriyle çözemeyecekleri karışıklıktaki sorunlardır. Araştırma/keşif, öğrencilerin çelişen ya da yetersiz olan fikirlerini ifade etmelerine fırsat sağlar. Bu durum öğrencileri tartışmaya ve kendi fikirlerinin sebeplerini analiz etmelerine teşvik eder. Öğrenciler analiz kısmından sonra tahminler yaparak alternatif fikirleri deneme yoluyla açık bir tartışmaya yönettirebilirler. Sonuçların toplanması ve analizi bazı fikirlerin reddine, bazılarının da kalmasına yol açar. Keşif aynı zamanda olayın/doğanın içindeki düzenliliğin belirlenmesine/tanımlanmasına yönelir.

Keşif sadece öğrencilerin gözlem becerilerine değil, aynı zamanda onların hipotez kurma ve test etme (sınama, deneme) becerilerine etkisi olabilecek tamamen kişisel bir yolla olgu, olay ve doğayla etkileşime girmelerine olanak sağlar. Bu derin keşif etkinlikleri öğrencilerin alternatif hipotezler üretmede onları test etmek için deneyler yapmada daha başarılı olduğunu ortaya koymaktadır (Lawson,1995).

2. *Terim Tanıtımı (Term Introduction/Explanation)*: Terim tanıtımı (ivme, eylemsizlik, metabolizma, soğukkanlı vb.), keşif esnasında keşfedilen örneklerle ilgili terimlerin kullanıldığı aşamadır. Bu gibi terimler öğretmen tarafından, kitap ya da bir film tarafından sunulabilir. Bu aşama keşiften sonra gelir ve keşif etkinliğinde keşfedilen örneklerle, modellerle direkt olarak bağlantı kurar. İdeal olan, yeni örnekleri, şablonları sınıfa açıklamadan önce keşfetmeleri için yüreklendirmektir. Fakat *öğrencilerin modern bilimin karışık örneklerinin tümünü keşfetmelerini ummak gerçekçi olmayacaktır.*

3. *Kavram Uygulaması (Concept Application/Expansion)*: Öğrenme halkasının son aşaması olan kavram uygulamasında, öğrenciler yeni terimi ya da düşünme şablonunu ek örneklere uygular. Örneğin eylemsizliğin tanıtılmasından sonra kavram uygulaması; yavaşlayan, hızlanan ya da virajı dönen otomobillerdeki gözlemcinin hareketini belirlemek şeklinde olabilir. Kavram uygulaması aşaması bazı öğrenciler için yeni kavramının uygulanabilirliğini genişletmede gereklidir. Uygulanma olmayınca kavramın anlamı, daha önce tanımlanan ya da tartışılan kadarıyla kısıtlı kalabilir, daha öteye gitmeyebilir. Çoğu öğrenciler diğer durumlara genelleme yapamayabilir. Ayrıca uygulama etkinlikleri, kavramsal organizasyonu normal olan bir öğrenciye göre daha yavaş olan öğrencilere yardım eder ya da öğretmenin orijinal açıklamalarını deneyimleriyle ilişkilendirmede öğrencilere yardım eder.

Bu aşama kavram uygulaması diye adlandırılırken, bir öncekinin terim tanıtımı olması önemlidir. Kavram sözsöz etiketle (terim gibi) alakalandırılan zihinsel şablon olarak tanımlanır. Bu yüzden kavram terim+şablondur. Öğretmenler terimleri tanıtabilirler ama öğrenciler şablonu kendileri kavramalıdır. Bundan dolayı terim tanıtımı adı ikinci aşama olarak, kavram tanıtımından daha iyidir. Keşif aşaması öğrencilerin şablonu keşfetmeleri için fırsat sağlar. Terim tanıtımı öğretmenin terimi tanıtması fırsatını ve öğrencilerin de terimle şablon/model/örnek arasındaki bağlantı yapma fırsatını verir.

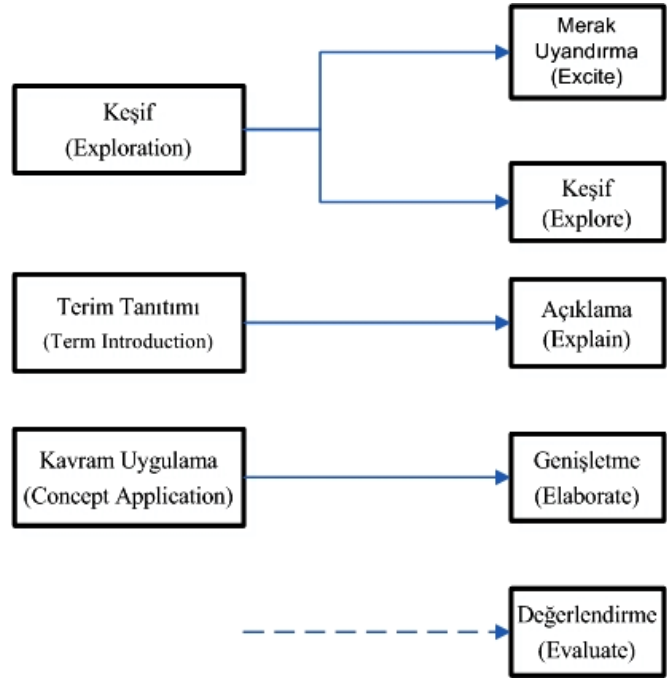
Öğrenme halkası esnek bir modeldir. Üç aşamanın öğrenme formatı değiştirilebilir fakat sırası değiştirilemez ya da aşamaların hiçbiri atlanamaz, atlanırsa öğrenme halkası olmaz. Buradaki ana tez, öğrencilerin önceki inançlarının yeterliliğini sınamaları için olanak sağlayan yeni durumlar hakkında tartışmalarına ve bunları test etmelerine fırsat vermektir. Bu yolla, öğrencilerin inanışları (ön bilgileri) yeni durumla çeliştiğinde dengesizlik ortaya çıkabilir ve öğrencilerin kavram oluşturma için gereken yolları kullanmada bilinçli ve becerikli olmaları sağlanır (Renner, Abraham ve Birnie; 1998).

Yakın geçmişte ve günümüzde hâlâ fen eğitimcileri öğrenme halkasının fazlarında küçük değişiklikler yapmaktadır. Bu değişikliklerin amacı, daha önce de belirtildiği gibi öğretmenlerin bu fazları daha iyi anlamasıdır. Araştırmacılar bir dönem 3E modelini daha da genişleterek; keşfetme, açıklama, genişletme ve değerlendirme (Explore, Explain, Expansion, Evaluation) olacak şekilde 4E Öğrenme Döngüsü olarak ifade ettiler (Bybee, 1997). Fakat daha sonraları fen eğitimcileri tarafından genel kabul gören ve yaygın olarak uygulanan model ise, 3E modelindeki keşif (exploration) aşamasını merak uyandırma/katılım (engage) ve keşif (explore) olarak ikiye ayıran, terim tanıtımı (term introduction) aşamasını açıklama (explain) olarak ifade eden, kavram uygulama (concept application) aşamasını da genişletme (elaborate) olarak değiştiren, ilave olarak son aşamayı da değerlendirme (evaluate) olarak ifade eden 5E modelidir (Lawson, 1995:162).

Geliştirilen 5E (Şekil 1), 3E modeli gibi, temeli Piaget'nin teorisine dayanan ve yapılandırmacı kuram ile şekillenen bir öğrenim modelidir. Bu model deneyimlere dayalı öğrenmeyi bilerek teşvik eder ve bunu öğrencileri motive ederek, ilgilerini çekerek yapar. Çünkü öğrenciler teşvik edildikçe üst düzey düşünme sürecine katılırlar. Bu model uygulandığında “öğrenciler içsel ve kontrollü olarak içerikle ilgilenmeyecekler” demek değildir. Bu daha çok öğretmenin öğrenme ortamını yapılandırmada, uzmanlaşarak öğrencilerin eleştirel düşünmeye dayalı analitik bir ilişki geliştirmesini sağlar. Bu anlamda 5E modeli öğretmen için bir yardımcı ve düzenleyici modeldir, potansiyel öğrenme deneyimlerini sistematik ve sinerjik bir şekilde yapılandırmak ve aşamalara bölmektir. 5E modeli öğretmen için bir çerçevedir. 5E modelindeki her bir E, modeldeki her bir aşamayı sembolize eder (Boddy, Watson, ve Aubusson, 2003).

Geliştirilen 5E Modeli'nin aşamaları şu şekilde ifade edilmiştir (Boddy ve ark., 2005; Trowbridge ve ark., 2000: 245):

Merak Uyandırma-Katılım-Teşvik Etme Aşaması (Excite-Engage), en genel anlamda ilgiyi ve motivasyonu artırır. Bu aşamanın amacı, çocukların hayal gücünü ortaya çıkarmaktır. Bu aşamanın uygulamasının başarısı eğer öğrenciler kafası karışmış gözüküyorsa ya da sorgulamaya ve öğrenmeye etkin olarak motive olmuşlarsa kanıtlanabilir. Bu nedenle bir öğretmen her şeyden önce bu aşamada öğrencilerin öğrenme ortamına katılımını sağlamalıdır. Öğrenci bir probleme, bir duruma ve bir olaya zihinsel olarak odaklanmalıdır. Bu bölümde yapılan etkinlikler her zaman geçmiş ve gelecek etkinliklere referans olmalı, bu



Şekil-1. 3E'den 5E'ye geçiş

etkinliklerle bağ kurularak yapılmalıdır. Bu bağlar kavramsal olabilir, işlemsel olabilir ya da davranışsal olabilir. Başarılı bir katılımı gerçekleştirmek, öğrencilerin bir bulmacayla karşılaşması ve kafalarının karışması, aynı zamanda etkin olarak öğrenme konusuna (etkinliğe) motive olmaları ile sağlanabilir. Etkinlik kavramı, hem bilişsel hem de davranışsal anlamdadır.

Yani öğrenciler hem zihinsel, hem de fiziksel olarak etkin; başka bir deyişle hem zihinleri olayın içinde, hem de elleri deneyin içinde olmalıdır. Eğer biz dışsal olayları öğrencilerin ihtiyaçları ve ilgileriyle birleştirebilirsek, o zaman öğretim başarılı bir öğrenim sağlayabilir.

Keşif Aşaması (Explore), daha öncede vurgulandığı üzere, en genel anlamda öğrencilere ortak pratik deneyler yaşamaları için zaman ve mekân tanınır, onlara kavramlar ve beceriler geliştirmeleri için fırsatlar verilir. Bu deneyimler ilerleyen basamaklarda onlara bilimsel kavramları açıklarken bir temel sağlar. Bu aşamada öğrenciler etkin olarak düşünceler üstüne keşifler yaparlar. Buna kendi düşünceleri de dahildir. İlk başta öğrencilerin düşüncelerini, ilgilerini sağladıktan sonra öğrencilerin yeni fikirler keşfetmesi beklenir ve bunun için de yeterli bir zaman verilmesi gerekir. Keşfetme etkinlikleri, öğrencinin ortak somut deneyimlerle kavramları, süreçleri ve yetenekleri geliştirebilecek düzeyde ve içerikte olmalıdır. Piaget'nin terimlerini kullanmak gerekirse; *her zaman etkinliğe katılım bir dengesizlik yaratır, ama keşif dengeye doğru süreci başlatır* (Krajcik ve ark., 2003: 271). Bu dönemde öğrenim fazındaki etkinlikleri anlatmak için somut, her zaman elle tutulur, gözle görülür etkinlikler olmalı ve yapılmalıdır. Bu dönemde yapılan etkinliklerin asıl amacı, öğretmene bir kavramı, bir sözcüğü ya da yeteneği daha sonra formal olarak anlatabilme olanağı sağlamasıdır. Bu etkinlik süresince öğrenciler nesnelere, olayları ya da durumları keşfederken zamana sahip olacaklardır.

Keşif aşamasında zihinsel ve fiziksel etkinliklere katılımlar sonucunda öğrenciler ilişki kuracaklardır. Olayları, örnekleri gözlemleyecek, değişkenleri belirleyeceklerdir ve olayları sorgulayacaklardır. Öğretmenin bu fazdaki rolü sadece bir kolaylaştırıcı, yönetici ve koçluk durumudur. O her zaman etkinliği başlatır, ama öğrencilere zaman ve olanak verir. Öğrencilerin objeleri, materyalleri, nesnelere, durumları sorgulaması için zaman verir. Eğer öğretmenden etkinliği açıklaması beklenirse ya da istenirse öğretmen sadece koçluk yapabilir, yani öğrencileri yönlendirebilir. Bunu, soru sorarak başka etkinlikler ve düşünce yolları göstererek ya da öğrencilerin kafasını karıştırmayacak çeşitli ipuçları vererek yapabilirler. Her zaman somut materyallerin kullanılması, deneylerin yapılması en önemli şeydir. Öğretmenin rolü bu aşamada her zaman öğrenci etkinliklerine göre ikinci plandadır. Keşif aşaması her zaman işbirlikli öğrenmeyi geliştirmek için en mükemmel zamanı sunar.

Açıklama Aşaması (Explain), öğrencilere kendi bulgularını başkalarına açıklama konusunda fırsat verir. Öğrenciler kendi açıklamalarını ilkönce yapmalıdırlar. Öğretmen bunun devamında ilgili bilimsel açıklamaları öğrenciye vermeye başlar. Bu açıklamalar çok net bir şekilde öğrencilerin katılım ve keşif etkinliklerine ve öğrenci açıklamalarına bağlanmalıdır. Esas olarak böyle bir modelle öğrenciler kendi düşüncelerini ve anladıkları şeyleri anlatmalarını konusunda teşvik edildikleri bir ortam içinde öğrenirler.

Açıklama kelimesi, bir eylem ve süreç anlamına gelir ki bu planlanan kavramların, süreçlerin ve yeteneklerin açık ve anlaşılabilir bir hale getirilmesi ve bunun anlatılmasıdır. Açıklama süreci, öğretmeni ve öğrencileri ortak bir kavramsallaştırma etrafında birleştirir; yani iki grubun kavramsallaştırması açıklama fazında ortaklaşır. Bu fazda öğretmen öğrencileri yönlendirir, dikkatini katılım ve keşif deneyimlerindeki birtakım yönler üzerine çeker. Her şeyden önce birinci olarak öğrencilerden kendi açıklamalarını yapmaları istenir, ikinci olarak öğretmen bilimsel ve teknolojik açıklamaları direkt ve formal bir şekilde yapar.

Açıklamalar her zaman deneyimleri sıraya koyma ve anlatmayı içerir. Her zaman öğretmen bu fazın (açıklamanın) ilk kısmını öğrencilerin açıklamalarının üstünden yapmalı daha sonra bu öğrenci anlatımlarını deneylere bağlamalı, keşif ve merak uyandırma sırasında yapılan ve daha sonra kendine ait formal açıklamaları yapmalıdır. Bunu yapmanın anahtarı, bilimsel kavramları süreçleri ve yetenekleri en basit, en açık, en direkt şekilde anlatmak ve diğer aşamaya geçmektir. *Ayrıca bir şey anlatmakla, söylemekle öğretmek aynı şey değildir. Bu nedenle*

açıklama kısmı belki de en kısa aşamalardan biridir. Çünkü bundan sonra gelen diğer aşama, öğrencilerin yeniden bilgileri yapılandırılmaları ve kavramları, süreçleri ve yetenekleri olan girişlerini biraz daha genişletmelerini içerecektir.

Açıklama aşamasında yönlendiren, açıklamayı yapan öğretmen de olabilir, ders kitabı da olabilir, ya da kullanılacak herhangi bir teknoloji de olabilir. Öğretmenler bu konuda kullanıma açık birçok tekniğe ve stratejiye sahiptir. Genelde eğitimciler sözlü anlatımları kullanırlar ama farklı yöntemler de vardır: Örneğin, okuma, video gösterimi, film ve eğitim araçları gibi. Bu fazda yine öğrencilerin zihinsel yapılanma süreci devam eder, öğretmen bilimsel kelimelerin açıklanmasında yardımcı olur. Öğrencilerin bu kavramları, süreçleri ve yetenekleri kullanmaları ve geliştirmeleri için zamana ve deneye ihtiyaçları vardır.

Genişletme Aşaması (Elaborate), öğrencilere kavramlarla ilgili bilgilerini iletme ve onları başka bağlamlara uygulama şansı verir. Çocuklar kavramları özel durumlarla özdeşleştirme gibi bir eğilime sahiptir. Bu yüzden değişik durumlarda ilişkileri anlamakta zorlanabilirler. Bu aşama bunun için çok önemlidir. Çünkü olaylar hakkında daha genel düşüncelerin oluşmasını sağlar ve öğrenciler değişik bağlamlardaki benzerlikleri fark ederler. Esas olarak çocuklar yeni öğrendikleri şeyleri farklı bağlamlara uygularlar. Bunu problem çözer gibi yaparlar.

Bu aşama, öğrenme süreci ile ilgili kendi anlatımlarını geliştirmeye başlayan öğrencileri, daha yeni bir deneyim yaşatmak için öğrenme sürecinin devamına katmak, o ana kadar öğrendikleri kavramların doğruluğunu yeniden düşünmeleri ve kavramları daha anlaşılır hale getirmek için önemlidir. Bazı durumlarda öğrenci hâlâ bazı şeyleri yanlış biliyor olabilir ya da sadece bir kavramı, bir durumu, deneyim için öğrenmiş olur. Bu aşama etkinlikleri öğrenciyi hem daha çok zaman, hem de öğrenmeye katkı sağlayacak daha çok deneyim sunmaktadır.

Bu aşamada öğrenciler, birbirleriyle tartışarak, bilgiyi paylaştıkları etkinliklerin içine girer. Grubun amacı, işi bitirmeye ya da anlamaya yönelik yaklaşımlar geliştirmektir. Grup tartışması sırasında öğrenciler hem kendi yaklaşımlarını ortaya koyarlar, hem de bunları savunurlar. Bu tartışmalar daha iyi bir açıklama ve bu işin tamamlanması için daha iyi bir şekilde bilgi elde etme ile sonuçlanır. Öğrenme halkası dışarıdan gelen bilgilere kapalı değildir. Öğrenciler her zaman diğer arkadaşlarından, öğretmenlerden, yazılı materyallerden, uzmanlardan ve kendi yaptıkları deneylerden bilgi elde edebilirler.

Öğrenci grupları içindeki etkileşim altında Vygotsky'nın psikoloji modelinin öğrenme modeline uygulanmasıdır. Her zaman grup tartışmaları ve işbirlikli öğrenme durumları öğrencilere, kendi anladıklarını açıklama, anlatma fırsatı verir, diğer insanlardan bu konu hakkında geribildirim almalarını sağlar.

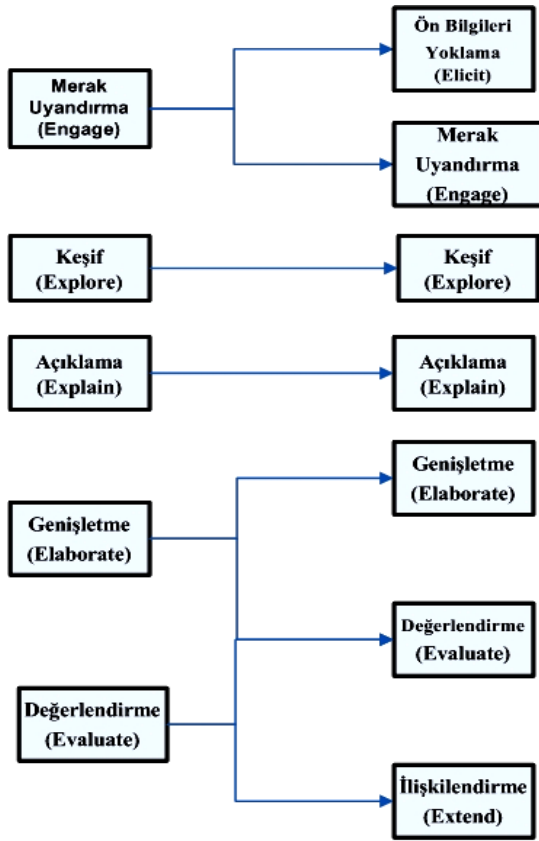
Değerlendirme (Evaluate) en son aşamadır. Öğretmen, bu aşamada öğrencilerin öğrendiklerini daha resmi olarak değerlendirebilir. En önemli şey, öğrencilerin geribildirim almak zorunda olduğu gerçeğidir. Resmi olmayan değerlendirme daha dersin başından itibaren yapılabilir; ama her zaman öğretmen ancak genişletme fazının bitmesinden sonra resmi bir değerlendirme yapabilir. Her aşamada tabii ki teknik bir eğitimsel durum için öğretmenler öğrencinin öğrendiği şeyleri değerlendirmek zorundadır. Bu fazda öğretmenler testler verebilir, performans değerlendirmesi için etkinlikler verebilir, her öğrencinin anlama seviyesini ancak böyle değerlendirebilir. Ayrıca öğrenciler için de kendi yeteneklerini kullanmak, öğrendikleri kavramları kullanmak ve kendi anlama seviyelerini göstermek için bir olanak sunulmuş olur. Bu model için söylenecek en önemli nokta, her zaman öğrencilere kendilerini göstermeleri ve bilimi öğrenebilmeleri için yeterli olanığın sağlanmasıdır. Bu faz, öğrencilerin kendi anlama seviyelerini değerlendirmeleri açısından önemlidir; öğrenciler kendi yeteneklerini ve anlama seviyelerini görürler. Ayrıca öğretmenler için de öğrencilerin gelişimini değerlendirmek, eğitimsel amaçlarını sağlayıp sağlamadığını görmeleri açısından önemlidir.

Öğrenme halkasının uygulandığı, araştırıldığı ve rafine edildiği yıllar içerisinde bazı uygulayıcılar bu üç aşamalı halkayı bir önceki bölümde ifade edildiği üzere beş faza dönüştürmüşlerdir. Son yıllarda da bu revizyon devam etmiş ve Bybee (2003), Eisenkraft (2003) tarafından geliştirilerek 7E olarak tekrar yorumlanmıştır. Her iki araştırmacı temelde aynı düşünceler çerçevesinde birleşmiş, fakat bazı aşamaları özellikle vurgulamış ve yorumlamıştır.

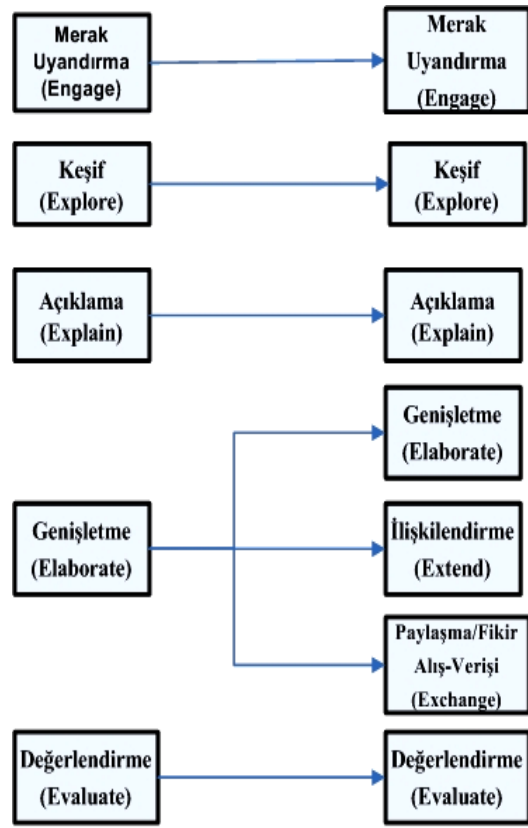
Şekil 2.1.'den de görüleceği üzere Eisenkraft; yapılandırmacı kuramın olmazsa olmazlarından olan "Öğrencilerin Zihinleri Tabula Rasa (Boş Sayfa) Değildir" postülasını dikkate alarak "Ön Bilgileri Yoklama" aşamasını E'lere dahil etmiştir. Buna neden olarak da öğretmenlerin öğrencilerin ön bilgilerini dikkate almaksızın konuya ilgilerini çekebileceklerini ve öğrenme ortamına girmelerini sağlayabileceklerini, bu nedenle bu önemli süreci göz ardı edebileceklerini vurgulamıştır. Bu aşama ile öğretmenler öğrencilerdeki yaygın fikirleri belirlemek için çeşitli uygulamalara yer verebilir. Öğrenilecek yeni kavramla ilgili öğrencinin ne bildiği tanı (diagnostik) testleriyle, kavramsal değişim metinleriyle, bilim tarihinden örnek tartışmalarla ya da beyin fırtınası vb. etkinlikleriyle ortaya çıkarılabilir. Aynı zamanda öğrenci bu aşamada "Bu konu hakkında neler biliyorum? Bu niçin/nasıl oldu? Bu konu hakkında neler öğrenebilirim? Gerçekten bu konuyla ilgili ne/neler bulabilirim?" sorularını da sorar. Öğretmen öğrencinin ön bilgilerden yola çıkarak öğrenme etkinliklerini yeniden yapılandırır.

Ayrıca Eisenkraft, "bilginin transferini" içeren genişletme aşamasına destek olacak şekilde eklediği "İlişkilendirme-Uzatma" aşaması ile edinilen yeni kavramların farklı disiplinlere uygulanmasını ve yeni kavram hakkında çeşitli problemlerin çözülmesi gerektiğini vurgulamıştır. Bu aşamada öğretmen zaman elverdiği sürece sınırsız sayıda örnek verebilir ve tartışma yapabilir. Eisenkraft bu aşamaya değerlendirmeden sonra yer verirken, aynı zamanda değerlendirmeden önce ve değerlendirme içerisinde de yer verilebileceğini ifade eder (Eisenkraft, 2003). Eğer öğrenilen yeni kavram bir sonraki ders, ünite ya da konudaki kavramla ilişkili ise bu aşama değerlendirme aşamasında ya da değerlendirmeden sonra verilebilir.

Bybee (1997)'nin 5E yaklaşımı temel alınarak geliştirilen öğrenme hakkında ise (Şekil 2.2.), "Ön Bilgileri Yoklama" aşamasını ayrı bir aşama olarak vurgulamayıp, "Merak Uyandırma" aşamasının içerisinde ifade ederken, "İlişkilendirme-Uzatma" aşamasını da değerlendirme aşamasından önce ifade etmiştir. Ayrıca Eisenkraft'tan farklı olarak "Fikir Alışverişi/Paylaşma" aşamasını ekleyerek bir anlamda sosyal yapılandırmacı kuramın ilkelerini dikkate almıştır (MMS, 2003).



Şekil 2.1. 5E' den 7E'ye Geçiş (Eisenkraft, 2003)



Şekil 2.2. 5E' den 7E'ye Geçiş (MMS, 2003)

Yapılan bu araştırmalar etkili bir şekilde öğretmeyi düşünen herhangi bir fen öğretmenin, öğrenme halkası görüşünü keşfedeceğini söylemektedir. Bu derlemenin son kısmında ise, yukarıdaki tartışma ve cevapların ışığında 7E modeline dayalı bir etkinlik örneği verilmiştir. Bu etkinlik öğrencilerin temel mekanik konularındaki kavramsal başarıları ve bilimsel süreç becerilerinin gelişimine 7E öğrenme modelinin anlamlı bir katkıda bulunduğunu gösteren etkinlik örneklerinden biridir. Etkinliğin her bir aşaması bu konuda uzmanlardan ve öğretmenlerden görüşler alınarak şekillendirilmiştir (Kanlı, 2007; Kanlı ve Yağbasan, 2007).

Merak Uyandırma ve Ön Bilgileri Yoklama

Bu a•ama 3 kısımdan oluşur: *Ne Bilmediğini Bil, Düşünmeye Odaklan, Bak ve Görmeye Çalış...*

Etkinliğin giriş kısmı, literatürde yer alan öğrencilerde bir dengesizlik yaratan kavram yanlışlarını içeren bir odak sorusu ya da yanlış içerir ve kısaca etkinliğin sonucunu ifade etmeden kısa bir giriş yapılır.

"Ne Bilmediğini Bil" başlığı altında öğrencilerin var olan ön bilgilerinin ölçmeyi hedefleyen ve kavram yanlışlarını ortaya çıkarmaya yönelik bir a•amadır. Etkinliğin/deneye başlamadan önce öğrenciler bu sorulara verdikleri cevapları kaydeder. Yeri geldiğinde sınıf içi tartışmalar sağlanarak fikirler öğrenciler arasında açıkça savunulur. Savunulan her fikir kaydedilir.

Etkinlik Örneği

Ağır Cisimler, Hafif Cisimlerden Daha Hızlı Düşer mi?

Yoksa; Hafif Cisimler, Ağır Cisimlerden Daha Hızlı Düşer mi?

Dünya yüzeyine yakın bir noktadan bırakılan bütün cisimlerin dünyaya doğru düşmesi her zaman gördüğümüz ve alışageldiğimiz bir olaydır. Bu deneyde her zaman gözlemediğimiz bu olayın başında sıradan bir olay olmadığını farkına varacağız. Bu gizemli durumu test etmek istemez misiniz?

A-Hazırlık Zamanı:

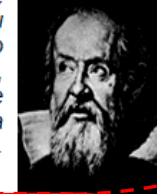
Ne Bilmediğini Bil:



- 1- Aynı yükseklikten bırakılan m ve 2m kütleli cisimlerden hangisi yere daha çabuk varır?
- 2- Aynı yükseklikten bırakılan m ve 2m kütleli cisimlerden hangisinin ivmesi daha büyüktür?
- 3-Galileo'nun Pisa Kulesinden bıraktığı cisimler yere doğru düşerken ivmeleri artar mı, yoksa azalır mı?
- 4- Bir top yukarı doğru fırlatılmaktadır. Top havada iken, a) İvmesi artar mı, azalır mı veya sabit midir? b) Hızına ne olur? Açıklayınız.



Havada serbest bırakılan cisimlerin yere düşmeleri her devirde bilim adamlarının ilgisini çekmiş ve araştırma konusu olmuştur. Bu konuda 18. yüzyılda sistemli çalışmalar yapan ilk fizikçinin Galileo Galilei olduğu söylenir. Galileo daha önceki bilim adamları, Aristo'nun ifade ettiği gibi "ağır olan cisimlerin yere daha çabuk ve daha hızlı düştüğünü" düşünüyordular. Galileo eğik olan Pisa Kulesi'nin tepesine çıkarak bu durumu test etmeye karar verdi. Acaba kim haklıydı: Aristo'nu, Galileo'nu?



Düşünmeye Odaklan:



Eğer siz Galileo'nun yerinde olsaydınız, yüzyıllar boyunca kabul gören "ağır olan cisimlerin yere daha çabuk ve daha hızlı düştüğünü" yargıyı test etmek için nasıl bir deney tasarlardınız?

Hazırlık a•amasının bölümlerinden biri de deneyle ilgili olarak fizik tarihinden bilim insanlarının tartışmaları, birçok deneme ile sınıadıkları ilke ve prensiplerin, olayların veya ikilemlerin hikâyelerle anlatıldığı a•amadır. Bu a•ama, öğrencilerde var olan ön bilgileri ile kavramsal bir çelişki yaratmayı hedeflemektedir.

Etkinliğin başlamadan önce öğrenciler bir önceki bölümde yaratılan çelişki durumu çözmek için bir deney tasarlamaya çalışırlar. İlk başta öğrenciler, kendi düşündükleri malzemeler ile araştırmayı planlar ve kaydeder. Daha sonra dersin sorumlusu tarafından verilen malzemeler ile kurguladıkları deneyi yapmaya çalışırlar.

Keif A•aması'nda bilimsel ara•tırmanın do•ası gere•ince bir takım becerileri kullanmaları gereken ö•renciler öncelikle tasarladıkları deneyle ilgili olarak ba•ımlı, ba•ımsız ve kontrol edilen de•i•kenleri belirler. De•i•kenler belirlendikten sonra ö•renci test edece•i hipotez cümlesini ya da cümlelerini olu•turur. Ö•renciler bu hipotez cümlelerini bilimsel gerçeklikte do•ru kurmak zorunda de•ildir ve dersin sorumlusu yanlı• kurulan hipotezleri düzeltmemelidir. (Örne•in, *yerçekimi ivmesi kütle arttıkça artar.*) Deneyin sonucunda zaten kurulan hipotez ret ya da kabul edilecektir.

Artık ö•renciler kendilerine verilen deney malzemeleri ile olanaklar ölçüsünde deneyi yapmaya ba•layabilir. Hipotez cümlesini kurup deneyi yapmaya ba•lama, bazen uzun bir süreç olabilir. Dersin sorumlusu bu süreçte do•ru cevabı içermeyen ama ö•rencileri yönlendirebilecek soru ve cümlelerle devreye girmelidir.'

B-Euroka Zamanı (Keşif Zamanı):

Tasarladığımız deney ile ilgili aşağıdaki adımları takip ediniz.

1. ADIM: Değişkenleri Belirle

Sizce bu deneydeki değişkenler neler olabilir?

Bağımsız Değişken:		
Bağımlı Değişken:		
Kontrol Edilen Değişken:		

2. ADIM: Hipotez Cümleleri Kur

Bu deneyde kurabileceğimiz hipotez/hipotezler nedir?

Hipotez-1:		
Hipotez-2:		
Hipotez-3:		



Laboratuvar sorumlusu tarafından size verilen **arabalar, çeşitli kütleler, telem şeridi, zaman kaydedici, güç kaynağı, cetvel** kullanarak gerekli düzeneği öncelikle siz kurmaya çalışın. Bu konuda grup arkadaşınızla beraber tartışın. Geçen deneyde telem şeridini ve zaman kaydediciyi nasıl kullanacağınız hakkındaki deneyimleriniz hatırlayınız.

4. ADIM: Tahminlerde bulun

Eğer hipotezlerin doğrusuysa ne gibi tahminlerde bulunabilirsiniz?



5. ADIM: Verileri Kaydet

Telem şeridinden elde ettiğiniz konum değerlerini tabloya aktarınız. Gerekli matematiksel hesaplamaları da yaparak araştırmanız için gerekli değerleri tabloya aktarınız.



Bu kısımda ö•renciler, etkinli•i yaparken gözlemleri hakkında do•ru ya da yanlı• tahminlerde bulunabilir. Örne•in; *1 kg kütleli cisim, 500 g'lık cisimden daha önce yere dü•er,* gibi... Daha sonra elde ettikleri verileri tablo, çizelge vb. •ekillerde kaydetmeleri istenir. Ö•renciler yine ba•langıçta rastgele tuttıkları kayıtların deneyin ilerleyen safhalarında düzensizli•e yol açtı•ını gözlemleyebilir; düzenli ve amaca uygun tablolar olu•urmaya ba•layabilir. Tablo olu•urma kuralları çerçevesinde ba•ımlı-ba•ımsız de•i•kenlerin hangi sütunlara yazılacağı•ını küçük yönlendirmelerle ve tartı•malarla ö•renciler kendileri ke•fetmelilerdir.

Açıklama A•aması'nın ilk a•aması, gerekti•inde arkada•larıyla, gerekti•inde dersin sorumlusu ile tartı•arak en ba•ta kurdukları hipotezi kabul veya reddetmek için birtakım i•lemler yapar. Ö•rencilerden elde ettikleri verilerden yola çıkarak genel bir yargıya varmaları için grafik çizmeleri istenebilir. Ö•rencilere hangi grafi•i çizecekleri kesinlikle belirtilmez, belirledikleri ba•ımlı, ba•ımsız de•i•kenlerden, kurdukları hipotezlerden ve olu•turdukları tablolardan yola çıkarak yorum yapmaları beklenir. Bu a•amaya geçi•te çe•itli sorular sorularak ö•rencilere, grafik çizme ve bu tür modellerin olu•turulmasının önemi hissettirilir. Örne•in, “*Bu deneyde 500 g, 750 g, 1 kg gibi kütleler dı•ında acaba 789 g ya da 5,2 kg kütlelerin dü•ü• süreleri istenseydi ne yapardınız? Ya da cisimlerin yere dü•me sürelerinin farklı olup olmadı•ını ispatlamak için sayısız deneme mi yapmak zorundasınız?*” •eklinde sorular yöneltilebilir.

C-Açıklama Zamanı:

6. ADIM:Grafik Çiz

Araştırmacı hipotezlerinden yola çıkarak deneyiyle ilgili yeni tahminlerde bulunmak ve matematiksel bağıntıları keşfetmek için grafik çizmeyi amaçlamaktadır. Siz araştırmacının yerinde olsaydınız tabloda bulduğumuz değerleri grafiğe nasıl aktarırdınız?



Grafik-1:

Grafik-1'i yorumlayarak, matematiksel bağıntıyı bulunuz:

Yukarıdaki grafikten yararlanarak hipotezlerinizi test edebileceğiniz değerler bulabilir misiniz?

Hesaplamalar

Bu a•amanın ikinci kısmı ise, ö•rencilerden, (gerekliyse) çe•itli hesaplamalar yapılmasının istendi•i kısımdır. Örne•in, çizdikleri Hız-Zaman grafiklerinden ivmeyi bulmaları gerekiyorsa, yine arkada• ya da dersin sorumlusu ile yapılan tartı•malarla kendi yorumlarını katarak ivmeyi hesaplamaları beklenir.

Açıklama a•amasının son kısmı artık genel bir yargıya varılan kısımdır. Ö•rencilere “Hazırlık A•aması”nda verdikleri cevaplar ve/veya kurdukları hipotez cümleleri hatırlatılarak bu a•amayı sonlandırmaları beklenir. Hipotezlerini kabul veya reddettikleri, varsa sahip oldukları kavram yanlışlarını kendilerinin gidermeye çalış•tı•ı kısmıdır.

7. ADIM: Sonuç Çıkar	
Geçen haftaki deneyden ve bu hafta yaptığımız denemelerden yola çıkarak sizce hangi sonuçlara varabilirsiniz?	
Sonuç 1:	
Sonuç 2:	
Sonuç 3:	

D- Farklı Durumlara Uygulama Zamanı:

Bir kitabı ve bir sayfa kağıdı havada aynı yükseklikten yan yana serbest bıraktığımızda kitabın kağıttan daha hızlı düştüğünü görmemize rağmen kağıdı kitabın üzerine koyarak aynı gözlemi yaptığımızda ikisini birlikte düştüğünü görürüz. Bu durumun sebebi sizce ne olabilir?



E- İlişkilendirme Zamanı:

Paraşütçüler kendilerini gökyüzünün kollarına bıraktıklarında kollarını resimdeki gibi açarlar. Sizce neden böyle yaparlar? Bu olayı basit bir deneyle açıklayabilir misiniz?



Geni•letme A•aması’nda ise, yaptıkları etkinlik/deney dı•ında yine küçük bir deney ya da dü•ünce deneyleri ile farklı bir olaya ula•tı•ları yargıları test ettikleri durumdur. Örne•in yandaki soruda, “Bir kitap ve bir sayfa kâ•ıdı havada aynı yükseklikten ayrı ayrı bırakıp, daha sonra da kâ•ıdı kitabın üzerine koyup serbest dü•meye bıraktı•ımızda ne olur?” gibi... Ö•rencilerden özellikle cevaplarını, edindikleri delil ve kanıtlara dayanarak vermeleri istenir.

•li•kilendirme A•aması’nda ö•rencilerden edindikleri bilgi ve becerilerini transferi için mevcut kavramları günlük ya•amdan di•er alanlarla ve/veya di•er kavram/konularla ili•kilendirmelerinin istendi•i a•amadır.

Tartışma ve Sonuç

Öğrenme Halkası'nın değişik aşamalarının fen ve diğer disiplinlerdeki öğrencilerin bilgi, beceri ve tutumları üzerindeki etkiliği ile ilgili birçok araştırma yapılmıştır. Abraham ve Renner (1986), lise kimya derslerinde öğrenme halkasının öğretimdeki başarısını etkileyen faktörleri incelemiş ve bu modeli geleneksel yöntemle karşılaştırmıştır. Çalışmanın sonucunda, keşif aşamasının girişten sonra ve genişletmeden önce gelmesi halinde diğer dizilimlere ve geleneksel metoda göre başarıda daha etkin rol oynadığı tespit edilmiştir. Lavoie (1999), tahmin-tartışma temelli öğrenme halkası yaklaşımını lise biyoloji öğrencileri üzerinde genetik, ekosistem ve doğal seleksiyon konuları için uygulamış ve öğrencilerin mantıksal düşünme ve bilimsel süreç becerilerini, fen kavramlarını kullanmada geleneksel metoda göre daha anlamlı derecede bir ilişki tespit etmiştir. Bevevino, Dengel ve Adams (1999), sosyal konulara öğrenme halkasının aşamalarını uygulamış ve tarih derslerinin öğretmen-öğrenci açısından heyecan verici ve son derece etkili geçtiğini vurgulamıştır. Çepni ve arkadaşları (2001), 7E modeline göre, fen bilgisi öğretiminde fizik, kimya, biyoloji konularını kapsayan örnek materyaller geliştirmiştir. Evans (2004), 5E modeline göre geliştirdiği laboratuvar aktiviteleri sonucunda, öğrencilerin ünite işlenirken derse aktif olarak katıldıklarını, sorumluluk üstlendiklerini ve zevk aldıklarını tespit etmiştir. Tweedy (2004) ise, "Osmoz ve Difüzyon" konularında üniversite öğrencilerinin temel kavramları anlamaları üzerine, geleneksel laboratuvar yaklaşımı ile öğrenme halkası temelli laboratuvar yaklaşımını karşılaştırdığı tez çalışmasında, iki grup arasında anlamlı bir fark bulamamış ve hâlâ birtakım kavram yanlışlarına sahip olduklarını tespit etmişlerdir. Ebrahim (2004), "İlköğretim Öğrencilerinin Fen Başarılarına ve Tutumlarına Araştırmaya Dayalı Öğrenme Halkası ve Geleneksel Öğretim Yönteminin Etkileri" konulu çalışmasında, 4E modeli merkezli araştırmaya dayalı öğrenme halkasının öğrencilerin akademik başarılarına ve tutumlarına etkisini ölçmüş, çalışmanın sonucunda hem başarıda hem de tutumda anlamlı bir fark tespit etmiştir. Balcı (2005), 8. Sınıf fotosentez ve bitkilerde solunum konularındaki kavram yanlışlarının düzeltilmesi konulu çalışmasında, 5E öğrenme modeline dayalı öğretim yöntemi ve kavramsal değişim metinlerine dayalı öğretim yönteminin öğrencilerdeki kavram yanlışlarını gidermede etkili olduğunu tespit etmiştir. Ateş ve Polat (2005), "Elektrik Devreleri Konusundaki Kavram Yanlışlarının Giderilmesinde Öğrenme Evreleri Metodunun Etkinliği" konulu çalışmalarında, öğrencilerin bölgesel düşünme, sabit akım kaynağı modeli ve paylaşılan akım modeli gibi konularda kavram yanlışlarına sahip olduğu gözlenmiş ve öğrenme evreleri metodunun güç kaynağının sabit akım kaynağı olarak algılanması konusunda kavram yanlışlarını gidermede geleneksel metoda göre daha etkili olduğu, bölgesel düşünme ve paylaşılan akım modeli ile ilgili kavram yanlışlarını gidermede her iki metodun etkisiz kaldığı tespit edilmiştir. Ateş (2005), bir başka çalışmasında, "Doğru Akım Devreleri" konusunda geleneksel metodla öğrenme halkası yöntemini karşılaştırmış, öğrencilerin ön bilgileri kontrol altına alındığında, öğrenme halkası metodunun daha etkili olduğunu tespit etmiştir. Yatay ve eğik atış konularında 5E modeline göre hazırlanan çalışma yapraklarının öğrencilerin akademik başarılarında anlamlı derecede etkili olduğu gözlenmiştir (Ergin, Kanlı ve Tan, 2007). Bu alanda yapılan çalışmalar, birçok yönüyle soyut ve öğrenme-öğretme ortamında çeşitli eleştirilere uğrayan yapılandırmacı kuramın somut olarak uygulanabilmesi açısından oldukça önemlidir. Bu derleme çalışmasının ve verilen örnek etkinliğin de bundan sonra yapılacak çalışmalara ışık tutacağı düşünülmektedir.

Kaynakça

- Abraham, M. R. ve ark., (1986). The Sequence of Learning Cycle Activities in High School Chemistry. *Journal of Research in Science Teaching*, 23(2): 121-143.
- Alan, C. (2000). Constructivism: Science Education's Grand Unifying Theory. *The Clearing House* 74(1): 9-12.
- Ateş, S. (2005). The Effectiveness Of The Learning Cycle Method On Teaching DC Circuits To Prospective Female And Male Science Teachers. *Research in Science and Technological Education*. 23,(2), 213-227.
- Ates, S. ve Polat, M. (2005). Elektrik Devreleri Konusundaki Kavram Yanılgılarının Giderilmesinde Öğrenme Evreleri Metodunun Giderilmesi. *Hacettepe Eğitim Fakültesi Dergisi* 28: 39-47.
- Baker, D. R. ve Piburn, M. D. (1996). *What Is Constructivism? Constructing Science in Middle and Secondary School Classrooms*. Allyn & Bacon. USA.
- Balcı, S. (2005). "8. Sınıf Öğrencilerinin Fotosentez ve Bitkilerde Solunum Kavramlarını Öğreniminin 5E Öğrenme Modeli ve Kavramsal Değişim Metinleri Kullanılarak Geliştirilmesi". Eğitim Bilimleri Enstitüsü. Ankara, ODTU. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi)
- Bevevino, M. M., Dengel, J., Adams, K. (1999). Constructivist Theory in the Classroom: Internalizing Concepts through Inquiry Learning. *The Clearing House* (May/June): 275-278
- Boddy, N., Watson, K. ve Aubusson, P. (2003). A Trial of the Five Es: A Referant Model for Constructivist Teaching and Learning *Research in Science Education*, 33: 27-42.
- Brooks, J. G. & Brooks, M. G. (2001). *In Research of Understanding: The Case for Constructivist Classrooms*. New Jersey, Merrill Prentice Hall.
- Bybee, R. W. (1997). *Achieving Scientific Literacy: From Purposes to Practices*. Portsmouth. UK: Heinemann.
- Bybee, R. W. (2003). Why The Seven E's, <http://www.miamisci.org/ph/lpintro7e.html>. Erişim Tarihi: 16.06.2007.
- Çepni, S., San, H. M., Gökdere, M., Küçük, M. (2001). Fen Bilgisi Öğretiminde Zihinde Yapılanma Kuramına Uygun 7E Modeline Göre Örnek Etkinlik Geliştirme. *Yeni Bin Yılım Başında Türkiye'de Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu*, Maltepe Üniversitesi, İstanbul.
- Driver, R. ve ark. (1994). *Making Science of Secondary Science*. Routledge, London.
- Driver, R. & Bell, B. (1986). Students Thinking and the Learning of Science. A Constructivist View. *School Science Review*. 67, 443-456.
- Ebrahim, A. (2004). "The Effects of Traditional Learning and a Learning Cycle Inquiry Learning Strategy on Students' Science Achievement and Attitudes Toward Elementary Science". The Faculty of College of Education. USA, Ohio University (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi) UMI Number:3129129
- Eisenkraft, A. (2003). Expanding the 5E Model. *The Science Teacher*. September: 56-59
- Ergin, İ., Kanlı, U. ve Tan, M. (2007) Fizik Eğitiminde 5E Modeli'nin Öğrencilerin Akademik Başarısına Etkisinin İncelenmesi, *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, c:27(2), 191-209
- Evans, C. (2004). Learning with Inquiring Minds. *The Science Teacher*. January., 27-30
- Glaserfeld, E. V. (1998). *Cognition, Construction of Knowledge and Teaching-Constructivism in Science Education-A Philosophical Examination*. Netherlands, Kluwer Academic Publishers: 11-30.
- Gürdilek, R. (2000). Sicimlerle Yeni Evrenler. *Bilim Teknik Dergisi*. 387(2): 30-38.
- Kanlı, U. (2007) "7E Modeli Merkezli Laboratuvar ile Doğrulama Laboratuvar Yaklaşımlarının Öğrencilerin Bilimsel Süreç Becerilerinin Gelişimine ve Kavramsal Başarılarına Etkisinin Karşılaştırılması" Yayımlanmamış Doktora Tezi, Gazi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Kanlı, U. ve Yağbasan, R. (2007) "The Effects of A Laboratory Based On The 7E Learning Cycle Model With Verification Laboratory Approach On Students' Development of Science Process Skills And Conceptual Achievement" *European Science Education Research Association (ESERA)*, 21-25 August, Sweden Malmö

- Krajcik, J. S., Czerniak, C. M. ve Berger, C. F. (2003). *Teaching Science in Elementary and Middle School Classrooms: A Project Based Approach*. New York, USA, Mc Graw Hill.
- Lavoie, D. R. (1999). Effects of Emphasizing Hypothetico-Predictive Reasoning within the Science Learning Cycle on High School Student's Process Skills and Conceptual Understanding in Biology. *Journal of Research in Science Teaching* 36(10): 1127-1147.
- Lawson, A. E. (1995). *The Learning Cycle. Science Teaching and The Development of Thinking*. S. Horne, International Thomson Publishing. 164: 132-175.
- Lawson, A. E. (2001). Using the Learning Cycle to Teach Biology Concepts and Reasoning Patterns. *Journal of Biological Education* 35(4): 165-169.
- Marek, E. A. and A. M. L. Cavallo (1997). *The Learning Cycle-Elementary School Science and Beyond. The Learning Cycle-Elementary School Science and Beyond*. L. Peake and V. Merecki. U.S.A, Heinemann Portsmouth, NH.
- Martin, D. J. (1997). *Elementary Science Methods: A Constructivist Approach, Includes National Science Education Standards*. Delmar Publishers. USA.
- Matthews, M. R. (1994). *Science Teaching The Role of History and Philosophy of Science*. Newyork, USA, Routledge.
- Matthews, M. R. (1998). *Constructivism in Science Education-A Philosophical Examination*. Netherlands, Kluwer Academic Publishers.
- MMS (2003). Miami Museum of Science. Why The Seven E's, <http://www.miamisci.org/ph/lpintro7e.html>. Erişim Tarihi: 16.06.2007.
- Özmen, H. (2004). Fen Öğretiminde Öğrenme Teorileri ve Teknoloji Destekli Yapılandırma (Constructivist) Öğrenme. *The Turkish Online Journal of Educational Technology - TOJET* 3(1): 14.
- Phillips, D. C. (2000). *Constructivism in Education-Opinions and Second Opinions on Controversial Issues*. University of Chicago Press. USA.
- Renner, J. W., Abraham, M. R., et al. (1988). The Necessity of Each Phase of The Learning Cycle in Teaching High School Physics. *Journal of Research in Science Teaching* 25: 39-58.
- Rule, A. C. (2002). Learning Theory and National Standards Applied to Teaching Clay Science. *Teaching Clay Science*. Aurora, CO, The Clay Mineral Society: 1-20.
- Solomon, J. (1994). The Rise and Fallof Constructivism. *Studies in Science Education* 23: 1-19.
- Taubes, G. (1987). Simdi Her şey Sicimlere Bağlı. *Bilim Teknik Dergisi* 233(4): 18-22.
- Tobin, K. (1991). *Constructivist Perspectives on Research in Science Education*. paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Lake Geneva, WI.
- Trowbridge, L. W., R. W. Bybee, et al. (2000). *Models for Effective Science Teaching. Teaching Secondary School Science*. B. J. P. New Jersey, USA, Prentice Hall: 232-251.
- Wilder, M. ve Shuttleworth, P. (2004). Cell Inquiry Cycle Lesson: A 5E Learning Cycle Lesson. *Science Activities* 41(1): 25-31.
- Tweedy, M. E. (2004). "Measuring Students' Understanding of Osmosis and Diffusion When Taught with a Traditional Laboratory Instructional Style Versus Instruction Based on the Learning Cycle. Department of Biological Science". USA, California State University, Fullerton (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi).