

## FEN DERSLERİNDE ALTERNATİF KAVRAMLARIN ARAŞTIRILMASININ ÖNEMİ: KURAMSAL BİR YAKLAŞIM

Dr. Halil AYDIN\*  
Arş. Gör. Muhammet UŞAK\*\*

### ÖZET

Fen derslerinde anlamayı sağlamak geleceğin bilim toplumunu yetiştirmenin temel dinamiklerindedir. Bu makalemizde fen derslerinde öğrencilerin anlamalarını sağlamanın önündeki en önemli engellerden birisi olarak sunulan alternatif kavramların ne olduğu, neden araştırılması gerektiği altında yatan kuramsal yapının tarihi gelişimiyle birlikte sunulmuştur. Daha sonra, fen eğitimi alanında yapılan kavramsal anlama çalışmalarında, öğrencilerinin alternatif kavramlarının araştırmacılar tarafından tanımlanmasında kullanılan terminoloji üzerinde durulduktan sonra, bu kavramların ortaya çıkarılmasının fen öğretimi ve araştırmaları açısından önemi değerlendirilmiştir.

**Anahtar Sözcükler :** Kavram Yanılgısı, Fen Sınıfları, Teorik Yaklaşım

### THE IMPORTANCE OF THE INVESTIGATION OF ALTERNATIVE CONCEPTIONS IN SCIENCE CLASSES: A THEORETICAL APPROACH

### ABSTRACT

Developing understanding in science classes is one of the basic components of producing scientifically literate society of the future. In this article, the requirement of the study of alternative conceptions, which are introduced as one of the most important barriers in developing understanding in science, are described through with historical developments of their underlying theoretical details. Then, the terminology used by the researchers, who study students' conceptual understanding, for defining students' alternative ideas is discussed. Finally, the importance of eliciting students' ideas for science education and science education researches is outlined.

**Key Word :** Misconception, Science Classes, Theoretical Approach

### GİRİŞ

Bilindiği gibi, ilkokuldan eğitimin ilerleyen yıllarına kadar dünyanın bir çok ülkesinde fen öğretimi önemli bir yer tutar. İster toplu fen adı altında birleştirilmiş olsun, ister fizik, kimya, biyoloji olarak ayrı branşlar bazında olsun, okul yıllarında fen öğretiminin toplumun tüm fertlerine verilmesinin nedeni eğitimciler ve politikacılar tarafından tartışıla gelen bir konu olmuştur. Son yıllara kadar dile getirilen en önemli amaç “ekonomik ve teknolojik gelişmeyi sağlamak için geleceğin bilim adamlarını yetiştirmektir” (Leach, 1996) şeklinde özetlenebilir. Ancak son yıllarda bu amaç değişmeye başlamış ve bilimin toplumu oluşturan

---

\* Dr. Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi, Biyoloji Eğitimi Anabilim Dalı, BUCA-İZMİR

E-mail : [halil.aydin@deu.edu.tr](mailto:halil.aydin@deu.edu.tr)

\*\* Arş. Gör., Gazi Üniv. Eğitim Fakültesi, Fen Bilgisi Öğretmenliği Anabilim Dalı, BEŞEVLER – ANKARA

fertler tarafından anlaşılması, analiz ve sentezler yaparak anlamlı sonuçlar çıkarmaları ve bunları da mesleki veya kişisel hayatlarında karşılaştıkları problemlerin çözülmesinde ya da yeni durumların uygun bir şekilde yorumlanmasında kullanmaları ana amaç olarak sunulmaya başlanmıştır. Bu konuyla ilgili gelişmiş ülkelerde devlet bazında çalışmalar yürütülmeye başlanmıştır. Örneğin Amerika'da "Science for all Americans" (Tüm Amerikanlar için Bilim) adı altında "scientific literacy" nin (bilimsel okur-yazarlık) geliştirilmesi için "Project 2061" (Proje 2061) adlı bir proje geliştirilmiş (Bkz AAAS, 1989) ve İngiltere'de de benzer uygulama "Public Understanding of Science" (Bilimin toplumu oluşturan fertler tarafından anlaşılması) adı altında çalışmalar yürütülmektedir (Bkz. Royal Society, 1985; White Paper, 1993).

Geleceğin bilim adamlarını yetiştirmek her zaman için fen eğitiminin ana amacı olmak kaydıyla, kısaca "bilim toplumunu oluşturma" olarak özetleyebileceğimiz bu çalışmaların nedenlerini Thomas ve Durant (1987) üç ana başlık altında toplamıştır:

- a) Utilitarian (Faydacı) Neden: Kişilerin günlük profesyonel ya da kişisel yaşamlarında kendilerine fayda sağlama amacıyla toplumu oluşturan tüm fertlere bilimsel temel bilgiler öğretilmelidir.
- b) Demokratik Neden: Bilim ve teknolojinin yaşamımıza bu kadar girdiği günümüzde, sorumlu birer vatandaş olarak bilim adamlarının ya da devletin bilimsel ve teknolojik yaklaşımlarına karşı doğru ve etkili olarak demokratik tepkinin sağlanması için toplumun fertleri temel bilimsel bilgilerle donatılmalıdır.
- c) Kültürel Neden: Bilimin günümüz toplumlarında artık kültürel etkileşim açısından önemli olduğu gerçeğinin bilinmesinin sağlanması için temel bilimsel bilgiler öğretilmelidir.

Bunu bir örnek üzerinde anlatmak gerekirse, geleceğin biyoloji veya tıp alanında çalışacak bilim adamlarını yetiştirme amacıyla "canlı organizmaların ortaya çıkmasının ancak ortamda o canlı organizmanın spor veya tohumlarının bulunmasıyla olabileceği" gerçeği öğretilir. Bu bilim adamı ya da meslek yetiştirmede kullanılan yöntemlerle yapılırsa, toplumun geneli üzerinde etkili olmayabilir. Ancak, uygun ve toplumun geneline hitap eden yaklaşımlarla bir öğretim yöntemi düşünülürse, hastalıklardan koruma yolları ele alınarak faydacı yarar, bulaşıcı hastalıklarla (özellikle HIV, AIDS gibi) mücadelede atılacak adımlara karar verme gibi demokratik yarar, ve bu hastalıkların yaygınlığının doğuracağı sonuçlar açısından toplumun düşeceği durum gibi kültürel yarar sağlayabilir (Leach, 1996'dan uyarlanmıştır).

Yukarıdaki paragrafta belirtildiği gibi bilimsel bilgi eğer okullarda uygun yöntemlerle öğretilirse, hem geleceğin bilim adamlarını yetiştirme, hem de geleceğin bilim toplumunu oluşturma amacına hizmet edebilecektir. Bunu sağlamanın en önemli yolu da öğrencilerin okul ortamında öğretilen bilimsel bilgiyi günlük yaşamda kullanabilecekleri şekilde anlayabilmelerine bağlıdır. Okullarda okutulan bilimsel bilginin öğrenciler tarafından ezberlenmesi değil, anlaşılmasını sağlamak fen öğretmenlerine düşmekteyse de öğretmenleri yalnız

bırakmayarak onlara kullanabilecekleri materyalleri hazırlama açısından da fen eğitimi alanında çalışan araştırmacı bilim adamlarına düşmektedir.

## **GEÇTİĞİMİZ YÜZYILDA FEN ÖĞRETİMİ ÜZERİNDE ETKİLİ OLAN BAZI KURAMLAR**

Eğitim uyguladığı yöntemler ve kuramsal yaklaşımlar açısından felsefe, psikoloji ve sosyolojiden etkilenen bir bilim dalıdır. Bu makalemizin ana konusu bu perspektifleri tartışmak olmamakla beraber, geride bıraktığımız yüzyılda özellikle fen eğitimi üzerinde etkili olan bazı akım ve yaklaşımları ana hatları ile değerlendirmenin, esas konumuz olan anlama ve alternatif kavramların anlama ile sonuçlanacak etkili bir öğretim üzerindeki etkisine vurgu yapmak için yararlı olacağını düşünmekteyiz.

1920'li yıllarda eğitim alanındaki çalışmalar dönemin psikolojik akımı olan davranışçı yaklaşımın etkisindeydi (Gilbert ve Watts, 1983). Davranışçı akımın etkisinde olan psikologlar öğrenmeyle ilgili yaptıkları deneylerde öğrenmenin, uyarın-tepki bağının oluşması ve bu bağın tekrarlarla pekiştirilmesi sonucu ortaya çıktığını düşünmekteydiler. Bununla ilgili olarak, aç bırakılmış fare, kedi, güvercin gibi hayvanlar uyarana doğru tepki göstermesiyle buldukları zor durumdan kurtulmakta ve bu deneyin tekrarında hayvanın aynı durumdan kurtulması öğrenmesinin pekiştirilmesi olarak düşünülmekteydi. Uzun yıllar insanların öğrenmesi de aynı esasa göre açıklanmaktaydı (Ün Açıkgöz, 2002). Ancak bu görüş II. Dünya Savaşından sonra yavaş yavaş insanların sosyal problemlerine cevap verememesi ve insanların öğrenmelerinin hayvanlarla aynı dereceye konmasının doğurduğu alçaltıcı yaklaşımından dolayı etkisini kaybetmeye başlamıştır (Berlyne, 1960).

1970'li yıllarda eğitim üzerinde Bruner, Piaget ve Ausubel gibi bilişsel kuramcılarının etkileri görülmeye başlandı. Daha çok gelişme psikolojisi etkisi altında olan bu yaklaşıma göre, kişinin gelişme süreci ne sadece biyolojik ne de sadece çevreseldir, daha çok kişinin çevresiyle etkileşimi sonucu psikolojik yapısını yeniden yapılandırmasıyla ilgilidir, bu etkileşim sonucunda kişi yeni sunulan bilgiye ya da kavrama kendisine göre (öznel) bir anlam kazandırmaktadır (Gilbert ve Watts, 1983). Bilişsel yaklaşım ile davranışçı yaklaşım arasındaki en önemli fark, bilişsel yaklaşım daha çok anlam üzerinde özellikle de bilgiye kişisel bazda anlam kazandırma üzerinde dururken (Driver, 1989), davranışçılar öğrenmede uyarın tepki ilişkisi üzerinde yoğunlaşmakta ve öğrencinin anlayıp anlamadığı üzerinde durmamaktaydılar (Ün Açıkgöz, 2002). Zaten davranışçılara göre bilimsel gerçekler sabit ve değişmezdi, Bağcı-Kılıç, (2001)'in deyişiyle nesnel ve bu nesnel gerçekler yapılan öğretimle anlaşılırdı. Oysa bilişsel yaklaşımda bilgi öznel, her kişi kendi bilgisini kendisi yapılandırır ve bu yapılandırma sonucu ortaya çıkan bilgi, kişinin kendisine özgüdür. Bilişsel akımın öncüleri, çocukların nasıl öğrendikleri anlaşılabilirse, eğitimle ilgili birçok problemin çözüm şansının artacağına inanmaktaydılar (Novak, 1977). Bu bilişsel kuramlardan özellikle Ausubel'in "meaningful learning" (anamlı öğrenme kuramı) ve kökleri bazıları tarafından Weber'e (1949, in Driver ve ark. 1994), bazıları

tarafından da Piaget'ye (Mestre, 1994) dayandırılan "constructivism" (yapılandırmacılık ya da oluşturmancılık) kuramları son dönemde fen öğretiminde önemli bir yere sahip olmuşlardır.

Ausubel (1968) anlamlı öğrenme kuramıyla öğrencilerin okul ortamına gelmeden önce okulda öğretilen konularla ilgili bazı bilgilere sahip olduğundan ve anlamlı bir öğrenme için bu bilgilerin önemli olduğundan bahsetmiştir. Anlamlı öğrenme kuramına göre, öğrenciler okul ortamına gelmeden önce belirli bir bilişsel yapı geliştirmişlerdir. Yeni bir bilgi ya da kavram mevcut bulunan bilişsel yapıya entegre olursa büyük bir olasılıkla kabul edilirler. Eğer yeni bilgi ile eski bilgi arasındaki bağıntı kuvvetli olmazsa yeni bilginin uzun dönem belleğe aktarılma şansı azalır. Bu nedenle Ausubel (1968):

*"Öğrenmeyi etkileyen en önemli faktör, öğrencinin kendilerine ait kafalarında var olan eski bilgileridir, dolayısıyla herhangi bir öğretim-öğrenim sürecinde öğrencilerin belleklerinde var olan bu bilgilerin dikkate alınması gerekir"* (s. 6).

diyerek öğrencilerin kafalarında bulunan okul dışından edindikleri kişisel bilgilerinin öğrenmeleri üzerindeki etkisine vurgu yapmıştır.

Yapılandırmacılıkta Ausubel'in anlamlı öğrenme kuramı gibi bir öğrenme kuramıdır. Bu kurama göre, bilgi bir kişiden diğerine doğrudan aktarılamaz. Öğrenciler çevrelerinde olup biten olaylar hakkında mantıklı bir yargıya varmak için öğretim öncesinde geliştirdikleri kafalarında var olan bilgileri kullanırlar. Bu görüşte öğrenme, kişiler kendi bilgilerini kendileri aktif bir şekilde yapılandırır ve tanımlanmaktadır. Yani öğrenme aktif bir süreçtir. Ancak buradaki aktiflik zihinsel bir aktifliktir. Özellikle son dönemlerde fen eğitimi alanında kuramsal temeli yapılandırmacılık olan birçok araştırma yapılmıştır (Driver ve ark. 1994). Biz bu makalemizde yapısalcılığın detaylarına girmeyeceğiz, (Yapısalcılık konusunda detaylı bilgi için bkz. Kaptan ve Korkmaz, 2000; Bağcı-Kılıç, 2001) ancak anlamayı sağlamadaki rolleri ve alternatif kavramlar üzerinde durmaları ve bunların etkili bir öğretim için önemlerini farklı açılardan ele almalarından dolayı ana hatlarıyla bu görüşleri irdelemenin yararlı olacağına inanmaktayız. Solomon (1987) bu çalışmalarını kuramsal temelleri ve yaklaşımları açısından iki ana başlık altında toplamaktadır:

- a) Anlamın kişisel planda yapılandırılması (Bilişsel ya da kişisel yapılandırmacılar)
- b) Anlamın sosyal planda yapılandırılması (Sosyal Yapılandırmacılar)

#### **a) Anlamın Kişisel Planda Yapılandırılması**

Bu alandaki ilk gelişmeyi "kişisel yapılandırma kuramı"nın ortaya atan Kelly (1955) ile görmekteyiz. Kelly'nin kuramına göre, düşünme süreçleri bilişsel planda deneyimlere bağlı olarak gelişir ve gelişen bu yapıyı kişiler gelecekte karşılaştıkları olayların anlamlarını çıkarmada kullanılır. Dolayısıyla çocuklar önceki deneyimleriyle çevrelerindeki dünya ile ilgili sabit ve fonksiyonel yapılar geliştirmiş olarak okul ortamına geleceklerdir. Çocukların kafalarındaki bu yapılar, bilimi keşfetmelerini ve bu keşiflerini yorumlamalarını etkileyeceklerdir. Bu

görüşte çocukların fikirleri, çevrelerinde gördükleri nesne ve olayları kafalarında anlamlı bir bütüne oturtmak için kendi deneyimlerine dayalı açıklamalar olarak tanımlanmaktadır.

Piaget çocukların anlamaları üzerine yapılan çalışmalar üzerinde en etkili alan bilimcisidir. Her ne kadar kendini yaşamının ilerleyen dönemlerine kadar yapılandırmacı olarak tanımlamadıysa da (Piaget, 1970 in Driver ve ark., 1994), “çocuklar kendi bilgilerini kendileri yapılandırır ve bu bilgi yetişkinlerinkinden farklıdır, zaman içinde değişir ve gelişir” ifadesini ilk kullananlardandır (Bliss, 1995). Bu ifadesiyle Piaget yapılandırmacılığın ilk yandaşlarından biri olarak kabul edilebilir. Piaget’ye göre çocuklar, kendi bilgilerini kendi aktiviteleri sonucu yapılandırır. Yani, Piaget’ye göre bilgi, kişinin çevresiyle etkileşimi sonucu ortaya çıkan bir üründür. Piaget’in çalışmalarının çoğu küçük çocukların fikirlerini nasıl geliştirdikleri üzerine yoğunlaşmıştır. Piaget çocuklarla çalışırken aslında bilginin gelişimini incelemiştir ve ona göre bilginin gelişimi kişinin gelişimi ile (yaşı) bağlantılıdır (Bliss, 1995). Piaget çocukların çevrelerinde rastladıkları değişik olay ve olgular hakkındaki fikirlerini inceleyerek çocukların doğumdan yetişkinliğe kadar geçirdikleri zihinsel gelişimi aşamalara bölmüştür. Bu aşamalar bizim konumuzla doğrudan bağlantılı olmadığı için detaylarına girmeyeceğiz.

Piaget öğrenmenin nasıl meydana geldiğini şu şekilde anlatmaktadır: Her kişi kendine ait bir bilgi kitlesine sahiptir, ki buna Piaget “schema” (şema) adını vermiştir. Bu şema, kişinin çevresini oluşturan dünya ile etkileşimi sonucu oluşur ve gelişir. Bu gelişim bir adaptasyon süreci sonucu meydana gelir. Adaptasyon ise “assimilasyon” (özümseme) ve “accommodation” (düzenleme) sürecini gerektirir. Özümseme, yeni bilgi veya fikirlerin kişide bulunan zihinsel şemaya dereceli olarak entegrasyonu etkinliğidir. Kişi yeni bir durumla karşılaştığında, bu yeni deneyimini önceden bildikleri ile entegre etmeye çalışır. Ancak kişi yeni bir fikri pasif bir şekilde kabullenmez, bunun yerine yeni bilgiye anlam kazandırmak, mantıksal bir bütüne oturtmak için zihinsel şemasını ve fikirlerini gözden geçirir. Eğer yeni bilgi şemada bulunan eski bilgilerle çelişmiyorsa, bu bilgi kabul edilecek yani özümseme olacaktır. Piaget’ye göre kişinin zihinsel şemasında bilgiler anlam açısından bilişsel bir dengededir (equilibrium). Yeni bir bilgi kişiye sunulduğunda, bu yeni bilgi eski bilgilerle çelişiyorsa, yani bu dengede değişme meydana gelirse, özümseme ve düzenleme süreci başlar ve bu süreç sonucunda yeni bilgi olayın bütünlüğü içerisinde bir anlam kazandığında (düzenleme) eski zihinsel şema yenisiyle değiştirilerek bilişsel denge tekrar kurulmuş olur (equilibration).

Öğrencilerin kavramsal anlama çalışmaları üzerinde etkili olan diğer bir kişisel yapılandırmacı Ernest von Glasersfeld’dir. Kendisini radikal yapılandırmacı olarak tanıtan von Glasersfeld, Piaget’in çalışmalarını geliştirerek kendi yapılandırmacı kuramını ortaya koymuştur. Von Glasersfeld’e göre bilgi bilmekten ayrılmaz (Treagust ve ark. 1996). Bilgi öğrenenin bir yapılandırma ürünüdür. Diğer bir deyişle:

*“Bilgi pasif olarak alınmaz, bilen tarafından aktif bir şekilde yapılandırılır”* (von Glasersfeld, 1989, s. 182).

Bu nedenle bilginin doğrudan öğrencinin kafasına aktarılması mümkün değildir. Öğrenciler bir olay ya da olgu karşısında anlam çıkarma durumuyla karşılaştıklarında, kafalarında o olayla ilgili eskiden var olan bilgiler merkezi öneme sahiptir. Bilgi, fonksiyonel ve değişkendir, mutlak değildir. Kişinin kafasının dışındaki gerçek elbette vardır ancak kişi için önemli olan o gerçeği kendi öznel açısından değerlendirmesidir (von Glasersfeld, 1990).

### **b) Anlamın Sosyal Planda Yapılandırılması**

Bu görüşe göre, bilimsel bilgi toplumsal olarak yapılandırılır ve onaylanır (Driver ve ark. 1994). Bu akım Rus psikolog Vygotsky'nin yazdığı eserlerden etkilenmiştir (Driver, 1989). Piaget'nin aksine Vygotsky (1978) bilginin öğrenenin gelişimi ile doğal olarak gelişeceği fikrine katılmaz. Ona göre bilgi, toplumu oluşturan toplumsal kurumlar ve kültür aracılığı ile aktarılır ve bu bilgi, toplumu oluşturan fertler arası diyaloglar sonucu bir anlam kazanır.

*“Bilginin yapılandırılması ve anlama, bilimsel bilgi de dahil olmak üzere, kişiler toplumda karşılaştıkları ortak bir problem veya durum karşısında sosyal olarak konuşma veya bir aktiviteye katılmaları sonucu yapılandırılır”* (Driver ve ark. 1994, s. 7)

Bu kurama göre öğrenme, kişinin o konuda kendisinden daha bilgili olan kişinin (öğretmen, ebeveyn, v.b.) dil yoluyla bir kültür ortamına katılımının sağlanması sonucu ortaya çıkar.

Vygotsky'e göre sosyal etkileşim zihinsel gelişmede çok önemli bir rol oynar. Öğrenme, toplumsal ortak bir olaydır veya bir kültürün paylaşımıdır. Yani bilgi önce toplum içerisinde (bizim açımızdan bilim adamları) yapılandırılır ve ortak bir karara varılır (bilimsel olarak doğru kabul edilen kural ve kanunlar) ve daha sonra bu bilgi kişiye aktarılır. Ancak, kişi toplumdan aldığı bilgileri doğrudan kabullenmez, sosyal etkileşim sonucu kendisine sunulan fikirleri kendine mal eder (Wertsch, 1985). Yani buradaki süreç basit bir şekilde kavramların kişiye aktarılması şeklinde olmaz, kişi, toplumdan gelen bu bilgileri kendi deneyim ve düşünceleri ışığında gözden geçirir, deneyim ve düşüncelerini tekrar düzenler ve yapılandırır (Scott, 1996). Burada sosyal etkileşimin sağlanmasındaki rolü açısından dil çok önemli bir rol oynar.

Bazı yapılandırmacılar anlamın kişisel planda yapılandırıldığı anlayışını benimserken, diğerler bazıları anlamın sosyal planda yapılandırıldığı anlayışını benimsemişlerdir. Bunların dışında kalan diğerleri de bu iki yaklaşımın birleştirilmesi sonucu oluşan ve sadece yapılandırmacılık adını verdikleri kendi yaklaşımlarını dile getirmişlerdir. Driver yapılandırmacılık çalışmalarına kazandırdığı kendi yorumuyla bu gruba dahil edilebilecek örnek bir araştırmacı-kuramcıdır. Driver (1989)'a göre öğrenciler fen derslerine kendilerine ait bir bilgi şemasıyla gelirler. Dersten ne öğrendikleri dersin işlenişine ve bilgi şemalarına bağlıdır. Dolayısıyla, öğrenme öğrencilerin bilgi şemalarıyla derste sunulan deneyimler arasındaki etkileşim sonucu ortaya çıkar. Eğer sunulan deneyimler

öğrencilerin beklentilerine uyarsa, öğrencilerin bilgi şemalarında küçük değişimler meydana gelir. Eğer sunulan bilgi veya deneyimler yeniyse, sonuçta öğrenci bilgi şemasını değiştirebilir veya adapte edebilir. Ancak bu değişim ve adaptasyon, bilgi şemasındaki bilgilerin yeni bilgiyle test edilip değerlendirilmesine bağlıdır. Onun deyişiyle:

*“Mevcut bulunan fikirlerin yeni durumlarda test edilip kullanılma süreci, kişinin aktif bir şekilde bilgi şemasındaki bilgilerini yeni durumlarla ilişkilendirilmesini belki de şemanın yeniden organize edilmesini gerektirir. Böylelikle, fen öğrenimi sürekli bir gelişim ve öğrencinin bilgi şemasını yeniden yapılandırmasıdır”* (Driver, 1997, s. 1008).

Driver’a göre öğrenciler bilgi aktarım sistemi içerisinde birer alıcı değillerdir, daha çok kendilerine ait deneyim, eski bilgi, ilgi alanları ve amaçları olan insanlardır. Öğrenciler yeni deneyimlerini eski bildikleri doğrultusunda yorumladıklarından, sıradan bir yöntemle yapılacak olan öğretimin mutlak sonuçlarını önceden tahmin etmek mümkün değildir. Bu nedenle fen öğretiminde bu eski fikirleri ortaya çıkarmak ve ondan sonra neler yapılacağına karar vermek ve öğrencilerin beklentilerine cevap verecek öğretim yöntemleri uygulamak gerekmektedir (Driver, 1997).

### **ÖĞRENCİLERİN KAVRAMSAL ANLAMALARININ ARAŞTIRILMASI**

Yukarıda özet olarak anlatılan bilişsel kuramlar, öğrencilerin öğrenmelerine farklı baksalar da hepsinin ortak olarak kabul ettiği gerçek, öğrenciler okul dışında ister fiziksel çevreleriyle deneyimlerinden kaynaklansın ister sosyal çevreleriyle diyaloglarından kaynaklansın okullarda anlatılan fen derslerinde geçen olay ve olgularla ilgili bazı fikir ve inanışlarla okula gelirler ve bu fikirlerin bir kısmı bilimsel olarak kabul edilen gerçeklerden farklıdır. Anlamayla sonlanacak etkili bir öğretim için öğrencilerin bu fikirlerinin ortaya çıkarılması ve öğretim sırasında dikkate alınması gerekmektedir.

Çocukların bilimsel olay ve olguları anlamalarına yönelik çalışmalar, bu alandaki bilişsel kuramların gelişiminden çok öncesine dayanmaktadır. 19. yüzyılın sonlarından itibaren Hall ve Brown’un (1903) çocukların ısı, buzlanma ve ateş gibi doğal olaylar hakkındaki fikirlerini araştırması buna örnektir (in Treagust ve ark. 1996). Bu tarihten 1970’li yıllara kadar değişik çalışmalar bu alana katkıda bulunmuştur. Örneğin Piaget (1929 ve 1930) çocukların çevrelerindeki dünya ile ilgili görüşlerini araştırmış, Kuethe (1963) çocukların okulda öğretilmezden önce astronomi ve fiziksel olaylar hakkında sahip oldukları fikirleri araştırmıştır. Bunlardan Kuethe (1963) henüz bu konuda eğitim almamalarına rağmen çocukların sorulan olaylarla ilgili fikir sahibi olduklarını, ancak bu fikirlerin büyük bir çoğunluğunun bilimsel fikirlerden farklı olduğunu dile getirmiştir. 1970’li yılların başlarından itibaren özellikle yukarıda kısaca belirtilen yapılandırmacılık akımının da etkisiyle bu çalışmalar sadece çocukların fikirleri üzerinde değil aynı zamanda öğrencilerin bu düşüncelerinin nedenleri üzerinde yoğunlaşmıştır (Driver, 1989). 1970’li yılların sonları ve 1980’li yılların başlarından itibaren bu çalışmalarda büyük bir patlama yaşanmıştır. Pfundt ve Duit (1994) bu alanda

yapılan çalışmaların bibliyografyasını dört ayrı yayımla listelemişlerdir. En son yayımlarında alanda 2000'den fazla bu içerikte yayın bulunduğunu belirtmişlerdir. Bu yayımların üçte ikisi fizik alanında, beşte biri biyoloji alanında ve onda birinden biraz fazlasının da kimya alanında olduğu belirtilmiştir (Wandersee ve ark. 1994).

Bu araştırmalardan çıkarılan genel sonuç, bu çalışmaların kuramsal temeli olan yapılandırmacılığı destekler niteliktedir. Öğrenciler daha çocukluk yıllarından itibaren yaşadıkları çevrelerinde meydana gelen doğal olaylar hakkında, ister toplumsal planda olsun ister kişisel planda olsun, bir takım açıklamalar, inanışlar ve beklentiler geliştirirler (Charmichael, 1990, Treagust ve ark. 1996). Okul ortamına geldiklerinde bu fikirlerle fen derslerine girerler. Bu fikirler, fen öğretiminin dersinde öğrencilerinin geliştirmelerini beklediği fikirlerden farklıdır (Driver, 1983). Bu fikirlere öğretim öncesi kazanılan kavramlar anlamında "pre-conceptions" (ön ya da önceki fikirler) denir. Yine araştırmalar göstermiştir ki, bu fikirler okul ortamında sürdürülen öğretim ve öğrenim sürecini etkiler ve bazen öğretim sonrasında değişmeden kalır (Nusbaum ve Novick, 1982, Driver, 1986, Novak, 1988).

### **KAVRAMSAL ANLAMA ALANINDA KULLANILAN TERMİNOLOJİK KARMAŞA**

Öğrencilerin kavramsal anlamaları ile yapılan çalışmaların yoğunluğu son 20-25 yıl içerisinde gerçekleşmiş olduğundan dolayı bu alan yeni bir alan sayılabilir (Wandersee ve ark. 1994). Bu nedenle araştırmacılar öğrencilerin okul ortamına getirdikleri bilimsel gerçeklerden farklı olan fikirlerini tanımlamak için birçok yeni terim kullanmışlardır. Örneğin alternative conceptions - alternatif kavramlar (Gilbert ve Swift, 1985), misconceptions - kavram yanlışları (Fisher, 1983), children's science - çocukların bilimi (Osborne ve ark. 1986), intuitive believes - sezgisel inanışlar (McKloskey, 1983), naive believes - nahif inanışlar (Caramazza ve ark. 1980), erroneous ideas - hatalı fikirler (Fisher, 1983), pre-conceptions- ön ya da önceki kavramlar (Hashweh, 1988), multiple private versions of science - bilimin kişisel versiyonları (McClelland, 1984), underlying sources of error - hataya neden olan kaynaklar (Fisher ve Lipson, 1986), personal models of reality - gerçeğin kişisel modelleri (Champagne ve ark. 1985), spontaneous reasoning - spontane nedenleme (Viennot, 1979), persistent pitfalls - inatçı güçlük (Meyer, 1987), ve diğerleri gibi.

Yukarıda bir kısım örnekleri sunulan ve öğrencilerin kafalarında var olan kavramları tanımlamak için araştırmacılar bu terimleri değişik mantıklarla kullanmışlardır ve kullanma mantıkları açısından değerlendirildiklerinde birbirleriyle tutarlı olmadıkları gözlenmiştir (Abimbola, 1988). Örneğin öğrencilerin sınıf ortamına getirdikleri bilimsel olarak doğru kabul edilen gerçeklerden farklı fikirlerini tanımlarken bazı araştırmacılar bunların "yanlış" olduğunu belirtip "misconceptions - kavram yanlışlığı" terimini (Novick ve Menis, 1976; Nusbaum, 1979) kullanırlarken, bazı araştırmacılar aynı mantıkla "yanlış anlama" (misunderstanding) (Brumby, 1979), bazıları "hatalı fikirler" (Champagne ve ark. 1980) ve diğer bazıları da "hatalar" (Gowin, 1983) terimlerini



kullanmışlardır. Öte yandan “misconceptions” terimini kullanan Sanders (1993)’e göre üç tip kavram yanlışlığı vardır:

*“Günlük yaşam deneyimleri sonucu ortaya çıkan veya bilimsel anlamdan uzak günlük dilden kaynaklanan nahif kavram yanlışlıkları, okul ortamında öğrencinin bilgiyi yanlış yapılandırması sonucu ortaya çıkan hatalar ve yanlış bir bilginin öğretilmesi sonucu öğrenilen hatalı fikirler”* (s.920)

olmak üzere. Görüldüğü gibi kullanılan terimler zaman zaman anlam olarak birbirlerinden çok farklı olmakla birlikte, bazen aynı şekilde, bazen de aynı mana ile farklı şekillerde tanımlanmaktadır. Deneysel bilimin babası olarak kabul edilen Francis Bacon (Wandersee, 1987) 1620 yılında yayınladığı “Novum Organum” adlı eserinde “hasta ve uygun olmayan terminoloji seçimi anlamayı engeller” (Mackay, 1977, s.13) diyerek terminoloji seçiminin önemini vurgulamıştır.

Bu nedenle bazı araştırmacılar terminolojiyi mantıklı nedenlere dayanarak yanlış, hata, yanlışlık gibi tanımlamalardan uzaklaştırmanın gerekliliğinden bahsederek, bu çalışmaların altında yatan kuramsal temel olan yapılandırmacılığa daha uygun olan “alternatif fikir ya da kavramlar” terimlerini kullanmayı önermişlerdir (Abimbola, 1988; Gilbert ve Swift, 1985). Bu görüşe katılan diğerleri de öğrencilerin kavramsal anlamaları üzerine yapılan çalışmaları “Alternative Conception Movement – Alternatif Kavram Hareketi” olarak tanımlamışlardır. (Bkz. Wandersee ve ark. 1994). Alternatif kavram teriminin neden daha uygun bir terim olduğunu anlatırken Abimbola (1988) ve Gilbert ve Swift (1985) şu nedenleri sıralamaktadır:

- a) Bu fikirler öğrencilerin kendi fiziksel ve sosyal çevreleriyle diyalogları sonucu ortaya çıkmışlardır ve öğrenciler açısından mantıklı birer açıklamaya sahiptirler. Diğer bir deyişle, bilimsel olarak doğru olmasa da sahibinin zihinsel şemasında anlamlı bir bütün içerisinde yerini almaktadır.
- b) Bu fikirlere yanlış, yanlışlık veya hata demek, bu bilginin sahibinin düşünce yapısına saygılı olmamanın bir göstergesidir. Bilimsel fikre alternatif olarak algılanması ise hem fikir sahibine saygıyı gösterir, hem de ileri de bilimsel fikre dönüşmesi için bir yol açılmış olur.
- c) Hatalar genelde basittir ve fazla uğraşmadan düzeltilebilirler. Oysa alternatif fikirler, öğrencinin mantık yapısına oturan kişinin kendisine göre sahiplendiği gerçeklerdir ve normal bir öğretim ile değişime karşı dirençlidirler.

Diğer bazı araştırmacılar da alternatif kavram fikrini savunan araştırmacılar gibi öğrencilerin geliştirdikleri bu bilgilerin yanlış gözlem veya yanlış nedenlemeden ortaya çıktığı fikrine karşı çıkmışlar, öğrencilerin fikirlerinin kendi bilişsel yapılarıyla uyduğundan, gözlemledikleri olay veya olguları açıklarken kişinin kendisine göre belirli bir mantık ve anlam taşıdığı fikrinden hareketle, öğrencilerin bu fikirlerinin yanlış veya yanlışlık olarak algılanmaması gerektiğini belirtmişlerdir. Bu araştırmacılara göre, bu fikirler olsa olsa bilimsel bilgiye alternatif bir yapı oluşturur, bu nedenle de “alternative framework” – alternatif bilgi çatısı terimi bu fikirleri daha iyi tanımlar (Driver ve Easley, 1978; Engel

Clough ve ark. 1987). Zaman içerisinde bu terim de çok kabul görmemiş ve bu terimi kullananlar da daha sonraki çalışmalarında “alternatif kavram ve alternatif fikir” terimlerini kullanmışlardır (Bkz. Driver, 1997). Alternatif çatı teriminden vazgeçilmesinin en önemli nedeni çatı bir grup fikri altında barındırır. Oysa öğrencilerin fikirlerini her zaman bir grup altında toplamak mümkün olmayabilir. Öğrenci fikirlerini tek tek ortaya atarken, araştırmacı yapay olarak onları bir çatı altında toplar. Bu da bu tip çalışmalar da öğrencilerin sundukları fikirlerin altında yatan nedenleri araştıran biri için yanlış yönlendirmelere neden olabilir. Bu nedenle öğrencilerin sınıf ortamına getirdikleri, bilimsel bilgilerle çelişen fikirlerini “öğrencilerin alternatif kavramları veya alternatif fikirleri” olarak tanımlamak daha doğru olacaktır (Abimbola, 1988).

### **KAVRAMSAL ANLAMA ÇALIŞMALARININ SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ**

Bağcı-Kılıç (2001)'in da vurguladığı gibi, yapılandırmacı akım ve onun etkisiyle ortaya çıkan aktif öğrenme yöntemi yaygın hale gelmezden önce bilimsel bilgi nesnel olarak kabul ediliyordu. Nesnel bilimsel bilginin öğrencilere aktarılmasının öğrenme için yeterli olduğu ve derste anlatılanların sorulduğunda tekrar edilmesinin öğrenme olduğu kabul ediliyordu. Bu öğretim yöntemine Lanier ve Little (1986) geleneksel yöntem veya aktarma yöntemi adını verirken, Mestre (1994) didaktik yöntem adını vermiştir. Bu görüşte, yapılandırmacılığın tersine, öğrenciler bilgiyi pasif bir şekilde alan kişiler olarak görülmektedir. Öğretmen merkezli bir sınıfta, öğretmenin uzman bilgisinin işlenen ders ile öğrencilere aktarılması bu görüşün esasını oluşturur (Lanier ve Little, 1986). Bu aktarım sırasında dersin sunumunun kalitesi öğrencilerin anlamasında önemli rol oynar (Mester, 1994). Yani bu görüşte öğrenciler, yeni bilgilerin içlerine doldurulduğu boş kaplar olarak görülmekte (Gilbert ve ark. 1982), öğrencilerin öğrenmeleriyle ilgili zihinsel aktiviteleri dikkate alınmamaktadır.

Yapılandırmacılık ve onun uzantısı olan aktif öğrenme akımları bu kadar yaygınlaştıktan sonra, eğitim politikalarında bu akımların etkilerinin görüldüğü Amerika ve İngiltere gibi ülkelerde bile, geleneksel yöntem hala etkisini göstermektedir. Anlamayı sağlamadaki yetersizliğine rağmen geleneksel aktarma yönteminin hala etkisini devam ettirmesinin nedenleri şu şekilde özetlenebilir:

- a) Öğretmenler, öğrencilikleri sırasında öğretmenlerinden hangi öğretim yöntemlerini gördülerse, kendi meslek yaşamlarında da aynı yöntemleri kullanırlar (Mestre, 1994). Bu açıklamayı destekler özellikle Gedis (1993)'in yaptığı bir araştırmada, öğretmenliğe yeni başlamış bir grup öğretmen, en iyi öğretim yöntemini çıkıp konuyu öğrenciler aktarmak şeklinde tanımlamışlardır.
- b) Bilimsel gelişmelerde son dönemde meydana gelen patlama sonucu, öğrencilere temel konuların detaylı bir şekilde anlatılmasının yerine, bilimsel bilgilerin büyük bir çoğunluğunu aktarılması esasına dayanan aşırı yüklü müfredat programları öğretmenleri büyük bir baskı altına almıştır. Programı yetiştirme telaşına düşen öğretmenlere önemli

bilimsel kavramların anlaşılmasını sağlayacak çaba göstermesi için çok az bir zaman kalmıştır (Mestre, 1994).

Bunların sonucu olarak ta dünyanın birçok ülkesinde öğrencilerin çoğuna bilimsel kavramlar anlamalarına fırsat vermeyecek öğretim yöntemleriyle aktarılmakta (Driver, ve Bell, 1986), bu da öğrencilerin pasif olmalarına ve konuları ezberlemelerine ve dolayısıyla da anlamadıkları bu bilimsel konuları günlük hayatlarında kullanamamalarına neden olmaktadır.

Yapılandırmacılık kuramı esas alınarak yapılan çalışmaların etkileri dünyanın değişik ülkelerinde ve son dönemde az da olsa ülkemizde görülmeye başlanmıştır. Daha önce de bahsedildiği gibi yapılandırmacılık bir öğrenme kuramıdır. Bu kuram doğrudan anlamayla sonuçlanacak öğretim yöntemleri vermez. Hatta bazılarında göre öğrenme, öğrenenin bilişsel şemasıyla bağlantılı olduğu için öğretimin kesin sonuçlarını tahmin etmek mümkün değildir (Driver, 1997). Ancak öğretimin nasıl yapılandırılması ve düzenlenmesi gerektiğine yönelik bazı öneriler sunar (Yapılandırmacılığın sunduğu öğretimin düzenlenmesi ile ilgili detaylı bilgi için bkz. Bağcı Kılıç, 2001). Bu konuyla ilgili olarak Posner ve ark. (1982), yapılandırmacılık kuramlarında dile getirilen öğrencilerin kafalarında bulunan kavramları eski kavramlar, öğretmen tarafından sunulan bilimsel kavramları da yeni kavramlar olarak tanımlamış ve anlamının sağlanabilmesi için eski kavramların yeni kavramlara dönüştürülmesi gerektiğinden bahsetmişlerdir. Bu dönüşüm modeline de “Conceptual Change Model – Kavram Değişim Modeli” adını vermişlerdir. Bu kavram değişim modeli esas alınarak birçok fen eğitimcisi esasta aynı uygulamada farklı öğretim modelleri sunmuşlardır. Bu çok derin ve ayrı bir makale konusu olduğundan burada detaylarına girilmeyecektir.

Sonuç olarak, bilgi toplumunun yetiştirilebilmesi için öğretimin anlamlı bir öğrenmeyle sonuçlanması özellikle fen dersleri açısından çok önemlidir. Öğrenme de, öğrencilerin okul ortamına getirdikleri fikirlerine bağlı olduğuna göre, bu fikirlerin ortaya çıkarılması, bilimsel olarak doğru kabul edilen kurallardan farklı olanlarının tespit edilmesi ve ondan sonra bunların bilimsel fikirlere dönüştürülmesine yönelik bir öğretimin düzenlenmesi gerekmektedir. Ancak bu fikirlerin yanlış, yanılı veya hata olarak algılanması yapılan çalışmaların doğası gereği doğru değildir. Bu nedenle öğrencilerin kavramsal anlamaları üzerinde yapılacak çalışmalar;

- öğretmenler için öğrencilerinin alternatif fikirlerini bilimsel fikirlere dönüştürmelerinde yardımcı olacak ve dolayısıyla da anlamalarını sağlayacak öğretim dizayn etmede,
- araştırmacılar için öğrencilerin anlamaları üzerinde yapacakları yeni araştırmalarda kullanılmak üzere alt yapı oluşturmada,
- ders kitabı yazarları için anlamayı sağlayacak kaynak olarak üzerinde özellikle durulması gereken noktaların tespit edilmesinde,
- müfredat programcıları için hazırlayacakları programlarda öğrencilerin anlamalarını kolaylaştıracak bağlantıların yapılmasında,

- öğretmen eğitimcileri için yetiştirecekleri öğretmenlerin mesleğe atıldıklarında öğrencilerinin anlamalarını sağlamada karşılaşılabilecekleri zorlukları ve bunlarla nasıl başa çıkacaklarını göstermelerinde kullanılmak üzere çok değerli bilgiler sunacaktır.

#### KAYNAKLAR

- AAAS (1989).“**Science for all Americans**”, Washington, DC, AAAS.
- Ausubel, D. (1968).“**The Psychology of Meaningful Verbal Learning**”. New York: Grane and Stratton.
- Abimbola, I.O. (1988) “*The Problem of Terminology in the Study of Student Conceptions in Science*”. **Science Education**, 72, 175-184.
- Bağlı-Kılıç, G. (2001) “*Oluşturmacı Fen Öğretimi*”. **Kuram Ve Uygulamada Eğitim Bilimleri Dergisi**, 1, 1-18
- Berlyne, D.E. (1960) “**Conflict, Arousal and Curiosity**”. New York: Mcgraw Hill.
- Bliss, J. (1995) “*Piaget and after: the Case of Learning Science*”. **Studies in Science Education**, 25, 139-172.
- Brumby, M. (1979) “*Problems in Learning the Concept of Natural Selection*”. **Journal of Biological Education**, 13, 119-122.
- Caramazza, A., McCloskey, M., and Green, B. (1980). “urvilinear Motion in the Absence of External Forces: Naive Beliefs About the Motion of Objects” **Science**, 210, 1139-1141.
- Carmichael, P., Watts, M., Driver, R., Holding, B., Philips, I., and Twigger, D. (1990) “*Research on students’ conceptions on science: A bibliography*”. Leeds, Eng: Children’s Learning in Science Research Group, University of Leeds.
- Champagne, A., Klopfer, L., and Anderson, J.H. (1980) “*Factors Influencing the Learning of Classical Mechanics*”. **American Journal of Physics**, 48, 1074-1079.
- Champagne, A., Gunstone, R., and Klopfer, L. (1985) “*Effecting Changes in Cognitive Structures among Physics Students*”. In L.H.T. West., and A.L. Pines (Eds.), *Cognitive Structure and Conceptual Change* (pp. 163-187). New York: Academic Press.
- Driver, R. (1983) “**The Pupil as Scientist**”t. London: Milton Keynes.
- Driver, R. (1986) “*Pupils’ Alternative Frameworks in Science*”: InBrown, J., Cooper, A., Horton, T., Toates, F., and Zeldin, D. (Eds.) *Exploring the Curriculum: Science in Schools*. Milton Keynes & Philadelphia: Open University Press.
- Driver, R. (1989) “Students’ Conceptions and learning of Science”. **International Journal of Science Education**, 11, 481-490.
- Driver, R. (1997). “*The Application of Science Education Theories: A Reply to Stephen P. Norris and Tone Kvernbekk*”. **Journal of Research in Science Teaching**, 34 (10), 1007-1018.
- Driver, R. and Easley, J. (1978). “*Pupils and Paradigms: A Review of the literature related to concept development in adolescent science students*”. **Studies in Science Education**, 5, 61-84.
- Driver, R., Guesne, E., and Tiberghien, A. (1985). “**Children’s Ideas in Science**”. Milton Keynes: Open University Press.
- Driver, R. and Bell, B. (1986) “*Students’ Thinking and the Learning of Science: A Constructivist View*”. **School Science Review**, 67(240), 443-456.
- Driver, R., Asoko, H., Leach, J. Mortimer, E., and Scott, P. (1994) “*Constructing Scientific Knowledge*”, **Educational Researcher**, 23 (7), 5-12.

- Driver, R., Leach J., Millar, R., and Scot, P. (1996). **“Young People’s Images of Science”**. Buckingham & Philadelphia: Open University Press.
- Engel Clough, E., Driver, R., and Wood-Robinson, C. (1987) *“How do Children’s Scientific Ideas Change Over Time?”* **School Science Review**, 69, 255-267.
- Fisher, K. (1983) *“Amino Acids and Translation: A Misconception in Biology”*. In H. Helm & J. Novak (Eds.) *Proceedings of the international seminar on misconceptions in science and mathematics* (pp. 407-419). Ithaca, NY: Department of Education, Cornell University.
- Fisher, K. and Lipson, J. (1986) *“Twenty Questions About Student Errors”*. **Journal of Research in Science Teaching**, 23, 783-803.
- Geddis, A.N. (1993) *“Transforming Subject Matter Knowledge: the role of pedagogical content knowledge in learning to reflect on teaching”*. **International Journal of Science Education**, 15 (6), 673-683.
- Gilbert, J., Osborne, R., and Fensham, P. (1982) *“Children’s Science and its Consequences for Teaching”*. **Science Education**, 66, 623-633.
- Gilbert, J. and Swift, D. (1985) *“Towards a Lakatosian Analysis of the Piagetian and Alternative Conceptions Research Programs”*. **Science Education**, 69, 681-696.
- Gilbert, J.K. ve Watts, D.M. (1983) *“Concepts, Misconceptions and Alternative Conceptions: Changing Perspectives in Science Education”*. **Studeis in Science Education**, 10: 61-98.
- Gowin, D.B. (1983) *“Misconceptions, Metaphors, and Conceptual Change: Once more with Feeling”*. In H. Helm & J.D. Novak (Eds.), *Proceedings of the International Seminar on Misconceptions in Science and Mathematics* (pp.39-41). Ithaca, NY: Dep. Of Ed. Cornell Univ.
- Hashweh, M. (1988) *“Descriptive Studies of Students’ Conceptions in Science”*. **Journal of Research in Science Teaching**, 25, 121-134.
- Kaptan, F. ve Korkmaz, H., (2000) *“Yapısalcılık (Constructivism) Kuramı ve Fen Öğretimi”*, **Çağdaş Eğitim**, 265: 22–27.
- Kelly, G.A. (1955). *“The Psychology of Personal Constructs*. New York: W.W. Norton & Compony.
- Kueth (1963). *“Science Concepts: A Study of “Sophisticated Errors”*. **Science Education**, 47: 361-364.
- Lanier, J. and Little, J.W. (1986) *“Research on Teacher Education”*. In Wittrock, M. (Ed.) **Handbook of Research on Teaching**. New York: Macmillan.
- Leach, J. (1996) *“Students’ Understanding of the Nature of Science”*. In: G. Welford, J. Osborne, P. Scott (Eds.): *Research in Science Education in Europe: Current Issues and Themes*. London: Falmer Press.
- Mackay, A. (1977) **“The Harvest of a Quiet Eye: A Selection of Scientific Quotations”**. New York: Crane, Russak.
- McClelland, J. (1984) *“Alternative Frameworks: Interpretation of Evidence”*. **European Journal of Science Education**, 6, 1-6.
- McKloskey, M. (1983) **“Naive Theories of Motion”**. In D. Gentner & A Stevens (Eds.), *Mental Models* (pp. 299-324). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Mestre, J.P. (1994) *“Cognitive aspects of Learning and Teaching Science”*. In S.J. Fitzsimmons & L.C. Kerplelman (Eds.) *Teacher Enhancement for Elementary and Secondary Science and Mathematics: Status, Issues, and Problems*. Washington D.C.: National Science Foundation.
- Meyer, E. (1987) *“Thermodynamics of Mixing Ideal Gases: A Persistent Pitfall”*. **Journal of Chemical Education**, 64, 676.

- Novak, J.D.(1977) **“A Theory of Education”**. Ithaca, NY: Cornell Univ. Press.
- Novak, J.D. (1988) “Learning Science and the Science of Learning”. **Studies in Science Education**, 15, 77-101.
- Novick, S. and Menis, J. (1976) “A study of Student Perceptions of the Mole Concept”. **Journal of Chemical Education**, 53, 720-722.
- Nusbaum, J. (1979) *“Children’s Conception of the Earth as a Cosmic Body: A cross age study”*. **Science Education**, 63, 83-93.
- Nussbaum, J. and S. Novick (1982) “Alternative frameworks, conceptual conflict and accommodation: toward a principled teaching strategy”. **Instructional Science**, 11, 183-200.
- Osborne, R.J., Bell, B.F., and Gilbert, J.K. (1986) *“Science Teaching and Children’s Views of the World”*. In J. Brown, A.Cooper, F. Toates, and D. Zeldin, (Eds.), *Exploring the Curriculum; Science in Schools* (pp. 317-332). Milton Keynes & Philadelphia: Open Univ. Press
- Pfundt, H. and Duit, R. (1994). *“Bibliography: Students’ alternative frameworks and science education”* (4th. Edition), Kiel, Germany: Institute for Science Education at the University of Kiel.
- Piaget, J. (1929) **“The Child’s Conception of the World”**. New York: Harcourt Brace.
- Piaget, J. (1930) **“The Child’s Conception of Physical Causality”**. London: Kegan Paul.
- Posner, G.J., Strike, K.A., Hewson, P.W., Gertzog, W.A. (1982) *“Accommodation of a Scientific Conception: Toward a Theory of Conceptual Change”*. **Science Education**, 66 (2): 211-227.
- Royal Society (1985) *“The Public Understanding of Science”*, London: The Royal Society.
- Sanders, M. (1993) *“Erroneous Ideas About Respiration: The teacher factor”*. **Journal of Research in Science Teaching**, 30: 919-934.
- Scott, P. (1996) *“Social Interactions and Personal Meaning Making in Secondary Science Classrooms”*. In Welford, G., Osborne, J, and Scott, P. (Eds) *Research in Science Education in Europe: Current Issues and Themes*. London: Falmer Press.
- Solomon, J. (1987) *“Social Influences on the Construction of Pupils’ Understanding of Science”*. **Studies in Science Education**, 14, 63-82.
- Thomas, G. and Durant, J. (1987) *“Why Should we Promote the Public Understanding of Science”*, **Oxford: Department of External Studies**, s.1-14.
- Treagust, D.F., Duit, R., and Fraser, B.J. (1996) *“Overview: Research on Students’ Pre-instructional Conceptions - The Driving Force for Improving Teaching and Learning in Science and Mathematics”*. In D.F., Treagust, R. Duit, and B.J. Fraser (Eds), *Improving Teaching and Learning in Science and Mathematics*, NY & London: Teachers College Press.
- Ün Açıkgöz, K. (2002) **“Aktif Öğrenme”**, İzmir: Eğitim Dünyası Yayınları.
- Viennot, L. (1979) *“Spontaneous Reasoning in Elementary Dynamics”*. **European Journal of Science Education**, 1, 205-221.
- von Glasersfeld (1989) “Cognition, Construction of Knowledge and Teaching”. **Synthese**, 80 (1), 121-140.
- von Glasersfeld (1990) *“An Exposition on Constructivism: Why some Like it Radical”*. In R. Davis, C. Maher, and N. Noddings (Eds.), *Constructivist Views on the Teaching and Learning of Mathematics. Journal of Research in Mathematics Education Monograph Number 4*, 19-29.
- Vygotsky, L.S. (1978). **“Mind in society: The development of higher psychological processes”**. Cambridge. M.A.: Harvard University Press.

- Wandersee, J.H. (1987) "*Francis Bacon: Mastermind of Experimental Science*". **Journal of College Science Teaching**, 17(2): 120-123.
- Wandersee, J.H., Mintzes, J.J., and Novak, J.D. (1994) "*Research on Alternative Conceptions in Science*". In Gabel, D.L. **Handbook of Research on Science Teaching and Learning**. New York: MacMillan Pub. Com.
- Wertsch, J.V. (1985). „**Culture, Communication and Cognition: Vygotskian Perspectives**". Cambridge: Cambridge University Press.
- White Paper (1993) "**Realising our Potential: A Strategy for Science**", Engineering and Technology, London: HMSO.