

MODERN FİZİKTE ÖĞRENCİLERİN VE ÖĞRETMEN ADAYLARININ ALGILAMA VE MANTIK YÜRÜTME BİÇİMLERİ ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA

Kemal YÜRÜMEZOĞLU

Laboratoire des Sciences de l'Education et de la Communication, Faculté de la Psychologie et
des Sciences de l'Education, Université Louis Pasteur, 7, rue de l'Université, 67000,
Strasbourg, France.

Özet

Bu çalışma fen alanlarında (fizik ve kimya) öğrenim gören öğretmen adaylarının, modern bilimlerin temel kavramları (enerji, madde, atom, ışık...) karşısında algılama ve mantık yürütme biçimlerini incelemek amacıyla yapılmıştır. Buradaki temel sorgulama geleceğin öğretmenlerinin bilimsel edinimleri ile yaşadığımız dünyayı nasıl algıladıkları ve tasarladıklarıdır. Çalışmada özellikle *mikro-makro* dünya, *bilinen-bilinmeyen* ve son olarak *algı - kavram* arası olası ilişkiler incelenmiştir. Araştırma Fransa ve Türkiye'de öğretmen adaylarının görüş ve düşünceleri ile şekillenmiş, ilköğretim, lise ve üniversite birinci sınıf öğrencilerin katkılarıyla tamamlanmıştır. Çalışmada veri toplama aracı olarak geniş katılımlı anketler ve görüşmeler kullanılmıştır. Araştırma sonucunda öğrenciler ve öğretmen adaylarının günümüz fen bilimlerinin temel kavramları çerçevesinde kullandıkları mantık yürütme ve algılama biçimlerinin, bilimsel bilginin yapılanması sırasında gelişen düşünce ve algılama biçimiyle uyumlu olmadığı belirlenmiştir. Bu uyumsuzluk bilimsel bilginin bireyde yapılanmasında ve ediniminde birtakım zorluklar ve engeller ortaya koymaktadır. Algısal ve bilişsel etkinlikleri yapılandırma ve bütünleştirme, öğrenmenin merkezinde olan bireyde eş zamanlı olarak varolan iki farklı mantık yürütme ve bilgi (bilimsel ve bilimsel olmayan) biçimi arasındaki olası uzaklığı azaltacaktır.

Anahtar kelimeler: didaktik, modern fizik, mantık yürütme, kavram, algı, bilişsel araçlar

Abstract

The thesis analyses students' and future science teachers' modes of reasoning and perception of some key concepts in modern science (energy, matter, atoms, light...) Is this knowledge useful for building a vision of the real world for themselves and for their pupils? To examine the following questions, the relationship between the macroscopic world and the microscopic one, the known and the unknown one, and the possible passage from sensory to conceptual representations in particular, a sample of students-teachers in France and Turkey has been surveyed. The results of additional questionnaires and interviews of secondary school pupils and first-year university students have been included. The results show that the modes of reasoning and perception used by the students/teachers about the concepts of modern science were not compatible with the types of thought developed during the construction of the scientific knowledge. This incompatibility impeded or prevented the acquisition and construction of scientific knowledge. This makeshift assembly of both systems may help to bridge the gap between the two modes of reasoning and knowledge (scientific et non-scientific) which coexist in the intellectual structure of individuals.

Key words: didactic, modern physics, reasoning, concept, perception, cognitive tools

I. Giriş ve araştırma soruları

İçinde bulunduğumuz dünyayı daha iyi algılamak, birtakım fiziksel ve zihinsel aktivitelerin daha anlaşılır kılınması ile mümkündür. Bu daha iyi algılama ve anlaşılır kılma problemi çoğunlukla olağan algılama sınırlarımız dışında gerçekleşmektedir. Bu bizim araştırma sorunsalımızın odak noktasıdır. Görünür kılmak, algılanılır kılmak ya da daha belirgin biçimde anlaşılır kılmak hem zihinsel düzeyde hem de algısal düzeyde

deneysel bir süreç gerektirmektedir. Algı araçlarımızı nasıl daha iyi kullanırız, algılardan gelen verileri nasıl daha iyi işleyebiliriz ve bunları anlaşılır kılabılıriz ki bilinen ile bilinmeyen arasında etkileşim ile şekillenen bilgi üretilebilsin. Bu soruyu cevaplamak için birtakım deneyimlerden ve sorgulamalardan geçen zihinsel aktivite süreçlerini daha iyi tanımalıyız. Çalışmamızın hedefi de bu yöndedir.

Algılanan ile tasarlanan arasında bir ilişki gerçekleştirmek, bizi bireylerin zihinsel işlevleri üzerine bir araştırmaya doğru sürüklemiştir. Dolayısıyla çalışma konumuz öğrenciler ve öğretmen adaylarının algılama ve mantık yürütme biçimleri üzerinde yoğunlaşmıştır. Buradaki söz konusu öğrenci grubu geleceğin öğretmen adaylarıdır. Bu adaylar iki farklı kültürden (Fransa ve Türkiye) ve değişik seviyelerde seçilmiştir. Amacımız, herhangi bir zamanda günlük hayatımızda ya da yaptığımız bilimsel aktiviteler içerisinde temellenmiş kavramlar yumağı karşısında bireylerin mantık yürütme biçimlerini didaktik¹ bir perspektifte analiz etmektir. Ele aldığımız kavramlar kuantum, enerji, atom, molekül, ışık, nano dünya gibi güncel bilimin ve güncel yaşamın kavramlarıdır. Bütün bunlar bizi olayların gözlenebilirliği, nesnelerin ve onların özelliklerinin algılanabilirliği ve soyutlaştırma süreci arasındaki ilişkileri belirlemeye götürmektedir. Bu ilişkileri belirlemek, kavramsal ve algısal süreçler paralelinde gerçekleştirilen aktiviteleri daha çok anlamlandırır.

Bugünün eğitim araştırmacılarının ortak görüşü şudur ki: Güncel bilimlerde gerçekleştirilen çalışmalar ve onların sonuçları okul programlarında yeterince yer almamaktadır. Bu problem *transpozisyon*² didaktik olarak bilinir. Araştırmacılara göre [9,10,18], kuantum fiziği 100 yıldır var olmasına rağmen, fizik eğitiminde müfredat konuları hala klasik fizik üzerine temellendirilmektedir. Klasik fiziğin paradigmaları kuantum fiziğinin öğrenilmesinde engel oluşturmaktadır [19]. Çünkü öğretim programlarında yer alan konuların birçoğu klasik fiziğin kavramsal çerçevesi üzerinde şekillendirilmektedir. Problemin iki tür çözümü öngörülmektedir. Birincisi; bilginin etkin bir transpozisyonu, ikincisi; bilgiyle, onu oluşturan düşünce çerçevesinin birlikte ele alınmasıdır.

2. Teorik çerçeve

Araştırmanın teorik çerçevesi dört bölümden kurulmuştur. Bunlar sırasıyla, modern fizik, zihinsel aktiviteler, zihinsel aktivitelerin dinamizmi ve son olarak bilişsel didaktik.

2.1. Modern fizik

Araştırmacılar için fiziğin iki görünüşü vardır. Bunlar teorik modele ihtiyaç duyan deneysel bir bilim ya da deneysel olaylar üzerine kurulu teorik bir bilimdir [16,21]. Bu çalışma ise fiziğin hem deneysel hem de teorik çerçevesinde fiziği ayakta tutan kavramlar üzerine kurulmuştur. Burada söz konusu kavramlar modern fiziğin

¹ Fransız kültüründe bilimsel bilginin tanımı, aktarımı ve edinimi süreçlerini üzerinde temellenen bir öğretim felsefesi.

² Bilimsel bilginin özünü bozmadan, referans bilgiden okul programlarına, öğreticilere ve öğrencilere geçişiminde yürütülen sistemli ve metotlu aktivitelerin bütünüdür. Didaktiğin bir alt çalışma alanıdır.

temel kavramları ya da özellikle fiziksel bilimlerin kavramlarıdır. Kavramlar zihinsel aktivitelerin dinamik araçlarıdır ve algısal çerçeveden deneyler ile şekillenmiş kodlanmış bilgiler içerirler. Bu yüzden, deneylerden geçerek madde ile kontak, gözlem yolu ile bir olay içinde bir nesnenin bir özelliğini detekte etmek ve son olarak bu süreçleri anlamlı kılan zihinsel aktiviteler fen bilimlerinin yapılanmasını için vazgeçilmez aşamalarıdır. Bu nedenle çalışmanın bir bölümü bilimde gözlem paradigmaları [14,22] üzerine kurgulanmıştır.

2.2. Zihinsel aktiviteler

Bu bölüm zihinsel aktiviteler ve zihinsel yapılanma ile ilgilidir. Acaba bir obje yada bir fenomen bizim zihinsel süreçlerimizde nasıl yapılanıyor ve tasarlanıyor (representer)? Nasıl objelerin gözlenebilir ve ölçülebilir özellikleri (kaliteleri) zihnimize ulaşıyor? Nasıl bu datalar bizim zihnimiz tarafından çözümleniyor? Bu sorulara cevap bulmak için acaba neler yapmalıyız? Ya da daha belirgin bir şekilde zihinsel etkinlikleri nasıl organize edelim ki bilgi kişide anlamlı ve işlevsel bir yapıya sahip olsun.

2.3. Zihinsel aktivitelerin dinamizmi

Biliyoruz ki evrenin sonsuz oluşumunun dinamiği etki ve etkileşim ile oluşuyor, bunlar: nesnelere, ara parçacıklar ve etkileşimlerdir. Ara parçacıklar ve etkileşim bu dinamiğin temelini oluşturmaktadır. Evrendeki bütün nesnelere arasındaki etkileşimler dört temel etkileşim³ üzerine kurulmuştur. Her bir etkileşimin temel bir ara parçacığı vardır bunlar; foton, gluon, boson ve graviton'dur. Bu parçacıkların transferi sayesinde, evrenin dinamik yapısı sürekliliğini her zaman korumaktadır. Bu benzeşimden yararlanarak zihinsel süreçlerin dinamiği için üç ara parçacığın varlığını öneriyorum. Bunlar kavramlar, zihinsel imajlar (images mentales) ve dilsel bütünlerdir⁴(entités langagiers). Bu bilişsel araçlar zihinsel süreçler boyunca aynı zamanda üretici (anlamlar bütününü gerçekleştirilme kapasitesi), çoğalabilen (yeni ara parçacıklar oluşturabilme kapasitesi) ve kendi kendine geliştirebilen (dönüşebilme kapasitesi) bir yapıya sahiptir. Bunlarda zihinsel aktivitelerin temel elemanları gibi bireyde bilginin oluşumunda çok önemli bir role sahiptir.

Dış dünyadan algı ile başlayan kavramsallaştırma süreci her zaman istenilen şartlarda ve beklendiği gibi gerçekleşmez. Bu demektir ki bilişsel ve algısal süreçte bir fonksiyon bozukluğu vardır. Başka bir deyişle dinamizm eksikliği söz konusudur. Bu işlevsel ve yapısal bozukluk farklı didaktikçiler tarafından birbirinden farklı isimlerle araştırmalarda yer almıştır: obstacles, erreurs, misconceptions, alternative frameworks [5,6,11], *raisonnement spontané* [28,29]. Burada önemli olan bilginin formasyonunda dinamizm eksikliğinin sebebini aramaktır. Didaktisyenler yukarıdaki fonksiyon bozukluklarının sebeplerini bulmak için daha çok kavramlar üzerine yoğunlaşmışlardır. Burada kavramlar en önemli sebepleri oluşturmakla birlikte tek sebep değildir.

³ Elektromanyetik, kuvvetli, zayıf ve gravitasyonel etkileşimler

2.4. Bilişsel didaktik (didactique cognitive)

Bir yandan günlük ve bilimsel deneyimlerimizden gelen verilerin, diğer yandan araçlardan (mediateur) gelen yarı yapılanmış bilgiler (okul kitapları, medya ve öğretici bilgileri), bireylerde anlam üretiminde ve yapılanmasında rol alan tüm bilişsel ve biliş-ötesi bilgilerin ve aktivitelerin bütünüdür. Bunu didaktiğin zihinsel aktiviteler ile anlamlandırılması olarak da tanımlayabiliriz. Didaktik ise; tanımlı bir disiplin alanında bilginin tanımlanması transmisyonu ve edinimi [7] olarak tanımlanmıştır. Bu araştırmada bireyde iki tip tasarımlama (representasyon) tanımlanmıştır, zihinsel ve davranışsal tasarımlama. Birincisi yaptığımız deneyimlerimiz sırasında ortaya çıkan bilişsel representasyon, diğeri ise bilişsel aktivitelerin kullanımı sırasında ortaya çıkan davranışsal representasyon. Biri daima diğeri tamamlayıcı olarak düşünülmüştür. Sonuç olarak nesne ile özne arasında ilişkilendirme ne kadar yüksek ise bilgi o kadar anlamlı ve kavramların ve olguların soyutluk derecesi o kadar azalmış olacaktır.

3. Metodoloji

Bu çalışmada veri toplama aracı açık uçlu sorulardan oluşan anketler ve görüşmeler kullanılmıştır. Anket sorularında üç tür test bulunmaktadır, birincisi enerji üzerine ortaokuldan liseye kadar öğrenciler (Türkiye **N: 176** ve Fransa **N:143**), diğeri modern fizik üzerine birinci sınıftan 5. sınıfa kadar Eğitim fakültesi Fizik ve Kimya öğrencileri (**N:104**) ve son olarak Fransa'da (**N:221**) birinci sınıftan 6. Sınıfa kadar fiziksel bilimler (fizik kimya beraber) formasyonundaki öğrencileri kapsamaktadır. Görüşmeler ise sadece üniversite öğrencilerinden anketlere katılan öğrenciler arasından yapılmıştır, Fransa'da (**N:14**) ve Türkiye'de (**N: 15**) olmak üzere. Sonuç olarak toplam bu çalışma için **673** kişi sorgulanmıştır.

Kuantum Fiziğin' deki zorluklar ve bu alandaki uygulamaların günlük aktiviterdeki yerinin artışı, araştırmaların bu yönde yoğunlaşmasına sebep olmuştur. Bizim çalışmamız da bu eğilimdeki bir araştırmaların içerisinde yer almaktadır. Çalışmanın amacı hem olağan günlük aktivitelerimizi gözlemde hemde öğretim faaliyetlerinde karşılan zorluklara ışık tutmaktadır. Burada şunun altını çizmek gerekir ki anketler için sorular hazırlamak çalışmanın sorunsalının çözümlenmesine ışık tutmaktadır. Anket içinde her bir soru bilimsel, felsefi ve epistemolojik temelli orijinal sorgulamalar içermektedir.

4. Bulgular ve Öneriler

4.1. Teorik çerçeveden gelen bulgular

Modern fiziğin kavramları bizi iki yönlü çalışmaya itmiştir. Biri bilginin üretimi üzerine fenomenolojik, epistemolojik ve felsefi anlamda, diğeri farklı zihinsel yapılanmalara sahip bireyler üzerinde bilginin oluşumu yapılanması ve uygulaması üzerine. Bu iki yolda önemli olan birinin diğeri üzerine yansımalarıdır. Zira bilginin iletimi ve sürekliliği ancak bu iki faktörün birlikte ele alınması ile mümkün olabilmektedir.

⁴ Bunlarda “*bilişsel araçlar*”ın bir parçasıdır (Cognitives tools, Petri 1998)

Birinci yol bilim tarihi, didaktik ve felsefi yaklaşımda teorik bir zemin üzerinde, ikinci yol ise daha çok uygulama destekli pragmatik bir zeminde yapılanmıştır. Uygulama sürecinde daha çok öğrencilerin ve öğretmen adaylarının mantık yürütme ve algılama becerisi ile ilgilenmiştir. Bu uygulamada geniş spektrumlu bir veri elde edebilmek için mümkün olduğunca öğrencilerin değişik durumlar karşısındaki değişik düşüncülerine (reflexion) yer verilmiştir. Burada amaç onların mantık yürütme biçimleri hakkında anlamlı ve geniş spektrumlu veri elde edebilmektir.

Araştırmamızın hipotezinde, bireyde bilişsel ve davranışsal aşamada gerçekleşen düşünüm ve deneyim biçimleri farklı derecelerde soyut aşamalar içerir. Öğrencilerin representasyonlarından elde ettiğimiz farklı bilgi ve düşüncüler bize onların bilgilerinin içeriğini daha iyi analiz etme imkânı vermektedir. Özellikle kavramlar bilginin yapılanmasında, organizasyonunda ve bireyin bilişsel süreçlerinin işleyişinde önemli bir role sahiptirler, öz yapıları ise tamamen entelektüel bir süreç gerektirdiğinden ancak bilişsel soyutlama (abstraction cognitive) aşamasından geçtikten sonra anlamlı hale gelirler.

Fiziksel kavramların çoğu ilişkiseldir [17,27, 32] ve çok yüksek soyutluk derecesine sahiptir. Kavramların üzerinde doğru tanımlamalar ve işlem yapmak için onların felsefi temellerine inmek onların formasyonları hakkında önemli bilgiler verecektir. Şu da unutulmamalıdır ki bütün kavramlar soyuttur fakat onların soyutluk dereceleri bireylerin bilişsel süreçlerinde birbirinden farklıdır. Algıdan kavramsala olan süreçte kavramın soyutluğunun ölçüsü soyutlama sürecinin uzunluğuna bağlıdır, yani bu süreç ne kadar uzun ve belirsiz ise soyutluk o derece yüksektir.

Çalışmamızda algıdan kavramsala olan süreç üç tür deneyim ile tanımlanmıştır. Bunlar duyuumsal-algısal ve bilişsel deneyim süreçleridir.

Duyuumsal - algısal deneyim (*expérience sensorielle et perceptive*): Bu süreç duyu organları ve bunlara yardımcı olan algı araçlarının kontrolü altındadır. Bu süreçte çevreden uyarıcılara gelen istemli ve istemsiz veriler, sinyaller ve birçok farklı dalgalar yorumuz olarak işlenmek üzere bir üst işlemsel basamağa geçer.

Bilişsel deneyim (*expérience cognitive*) : Bu süreç bilişsel süreçlerimizin kontrolü altındadır. Bu aşama algılarımızdan anlam yapılanmasının başladığı aşamadır. Anlam- algılama (sens-perception) ilişkisi bilişsel çatışmalarla gerçekleşir. Bu bilişsel çatışma daha çok bireyin içinde bulunduğu sosyal çevre ile yüksek derecede ilintilidir ve ondan sürekli olarak etkilenir. Son araştırmalarda bu ilişki daha çok sosyo-bilişsel çatışma olarak yer almıştır. Bu bakış bireyin çok boyutluluğunu ortaya koymakta ve onun algılama sürecinde ne kadar önemli olduğunu ortaya koymaktadır.

Aşağıda bizim teorik düşüncülerimizden ortaya çıkan birkaç önemli sonuç sıralanacaktır [34]. Daha sonra bu sonuçlar araştırmanın pragmatik çerçevesinde gelişen sonuçlarla birleştirilecektir.

- Kavramlar teorik bir oluşumdur, ancak teorileri ve bu teorilerin bileşenlerini oluşturmada yer alan olgular ile ilintilidir [3,15];
- Bilimsel bilgiler ilişkiseldir;
- Bilimsel bilginin yapılanması epistemolojik ve felsefi bir formasyon gerektirir;
- Bir objenin bir özelliğinin algılanabilirliği onun zihinsel süreçlere soyutlama derecesinin ölçüsüdür,
- Algısal ve bilişsel çerçevede gerçekleşen deneyimlerimizin anlamlı ve karşılıklı ilişkilendirilmesi bilginin anlamlı yapılanmasında zorunlu bir süreçtir. Başka bir ifade ile duyular ile aklın eş zamanlı işlerliği zorunludur. İlköğretimde bilim eğitimi projesi: de “*la main a la pâte*” a “*la tête a la pâte*” [13].
- Bilimsel bir kavram ait olduğu çevre içinde yeni anlamını alır, ya disiplinin ya da bireyin zihinsel yapısının fonksiyonu olarak.

4.2. Uygulama çerçevesinden gelen bulgular

Türkiye’de ve Fransa’da yapılan anketler çerçevesinde elde edilen bulgular bireylerin zihinsel süreçlerinde bilgilerin az çok farklı bir düşünme sistemi içinde yapılandığını göstermektedir. Bunun paralelinde farklı algılama, mantık yürütme ve argümantasyon biçimleri ile karşılaşmıştır. Fakat bütün aşamalar içinde gerçekleştirilen aktivitelerin çok da sistematik bir düzen içinde işlemediği görülmüştür, özellikle argümantasyon aşamasında önemli güçlükler ile karşılaşmıştır. Çoğu durumda bilgi kötü ilişkilendirilmiş ve kendi özünden uzak bir görünüme bürünmüştür. Üstelik ne bireyin zihinsel yapısı ne de kendi özü ile uyumludur. Daha kesin bir ifade ile kapalı bilgi paketleri halinde organize olmamış bütünlerdir. Öğrencilere bir soru sorduğumuzda soruyu bu bilgi paketi ile cevaplamakta fakat nasıl ilişkilendireceğini bilememektedir. Bu fonksiyon bozuklukları zihinsel organizasyon ve üst düzeyde zihinsel bilgilerdeki yetersizlik ile açıklanabilir. Bunlar olguları, olgular içinde yer alan objeleri ve bunların ölçülebilir ve algılanabilir özelliklerinin farkında olma biçimi, algısal ve bilişsel deneyimlerin kontrolü, metodoloji olarak sıralanabilir.

Enerji kavramı ([2]: “*energy is universal property of matter*”); [1,25,26,31] ve onun geniş içerikli yapısı yardımıyla şunu gördük ki bu içerik hem okul hem okul dışı birçok kaynaktan beslenmektedir. Enerji kavramının içeriği yalnızca bilimsel içerikli bir kavram değildir, içeriğin bileşenleri bilimsel ve bilimsel olmayan olarak bireyde eş zamanlı olarak mevcuttur [30].

Bireylerden sorular karşısında beklenen cevap, ona anketler sırasında yönelttiğimiz sorular ve bunların bireyin zihinsel süreçlerinde meydana getirdiği aktiviteler ile doğru orantılıdır. Bu yüzden bireylerde farklı eğilimleri ve yapılanmaları gözlemlemek için farklı soru ve sorgulamalara başvurulmuştur. Çalışmanın başlangıcında bir hipotez olarak sunulmuştur fakat araştırma içinde bir taraftan doğrulanmış diğer taraftan araştırmanın devamında diğer soruların yapılanmasında geniş ve değişik açılımlar sağlamıştır. Sonuç olarak bireyde bilginin yapılanma sürecinde kavramsal değişim [4,12,20,24,33]den çok kavramsal içerikteki bir değişimden söz etmenin daha doğru bir tanımlama olacağı görülmüştür. Bireylerden tek

bir aktivite istediğimizde onlarda bir kavramsal değişim olup olmadığına karar veremeyiz. Bununla birlikte örnekleme bulunan birey sayısını, sorgulamanın çerçevesini, sorunun ve aktivitelerin biçimi değiştirebiliriz, bu şekilde kavramın içeriğinin oluşumunu ve bireylerin bunları yorumlama biçimlerini daha detaylı bir şekilde analiz edebiliriz.

Bir başka bulgu ise sebepli mantık yürütmenin fiziksel olayları algılamada ve çözümlemede önemli yetersizlikler gösterdiğiidir. Bunlar ilişkisel, daha geniş çerçeveli ve çeşitli mantık yürütme becerisi ile aşılabileceği öngörülmektedir. Modern fiziksel bilimlerin mantığı birçok değişken ve bu değişkenler arasındaki fonksiyonel ilişkiler üzerine kurulmuştur. Bir başka deyişle ilişkiler her zaman doğrusal mantık yürütme ile çözümlenemez. Çoğu zaman birden çok sebep vardır ve bunlar iç ve dış faktörlerin etkisi ile bizi birbirinden farklı birçok sonuca götürebilir. Gerek öğrencilerin gerekse öğretmen adaylarının bu kompleks ilişkiler yumağında bilişsel ve davranışsal bilgi ve becerilerde temel yeterliliklere sahip olmadığı görülmüştür. Bu sonuç tabii ki sadece temel bilgi ve becerilerle sınırlanmamalıdır. Daha çok bu bilgi ve becerileri organize eden üst düzey bilişsel davranışlar ve kompleks olayları yönlendiren bütün değişkenleri tam olarak farkında olmamız bu öğreticiler için doğru olduğu kadar bilgiyi üreten bilim adamları içinde bezerlikler göstermektedir. Bu kompleksite daha çok kuantum fiziğin bilgi birikimi ve mantık çözümlemesi ile aşılanacak büyüklüktedir. O halde günümüzde modern fiziksel bilimleri yorumlamak için ne yapmalıyız? Bizim bu çalışma paralelinde önerimiz bilişsel ve davranışsal bilgi birikimin çerçevesini genişletmek ve algılama ve yorumlama gücümüzü artıran mantık yürütme çeşitliliğimizi geliştirmektir. Özellikle bireylerde, değişken (variable) ve olguların gözlenebilirliği ile ölçülebilirliği ile orantılı matematiksel olabilirlikle güçlendirilmiş şartlı (conditional) bir mantıksal çözümleme becerisi geliştirilmelidir.

Öğrencilerin cevaplarının büyük bir kısmı, klasik fizik paradigmalarının etkisi altında kaldığı gözlenmiştir. Araştırma sonuçları özellikle sebepsel (causal), görsel (visual), tümevarımsal (induktif) ve makroskobik mantık çözümlemesinin baskın olduğunu göstermektedir. Bu çalışmada modern bilimlerin çerçevesini çizen “görmeksizin gözlemlemek” (observer sans voir) deyimini ile, klasik fiziksel bilimlerle modern fiziksel bilimlerin arasındaki paradigma uyumsuzluğunu açık bir şekilde ortaya koyulmuştur. Öğrencilerin cevaplarının büyük bir bölümü gözlem ile şekillenen sebepsel bir mantık üzerine kurulmuştur. Bugünün biliminde görme, yalnızca algılarımızdan birisi ama hiçbir zaman algı çerçevesinin sınırlarını belirlememektedir. Bu durum bugünün biliminde sürekli gözönünde bulundurulması gereken önemli bir yol göstericidir. Öğrencilere gözlem ile ilintili birçok soru yöneltildi, onlar birçok sorudan sonra gözlemin önemini kavramaya başladılar fakat onların bilimsel bilgi ve edinimleri onları daha üst düzey aktivitelerde yetersiz kılmaktadır. Bu bilişsel düzeydeki işlerlik eksikliği onlarda birçok bilimsel bilginin edinimi zorlaştırmakta ya da engellemektedir. Bunlar özellikle gözle görülmeyen ya da algılarımızla hissedilmeyen olgular içindeki objeler ve bu objelerin özellikleri olarak sıralanabilir. Öğrenciler ve öğretmen adayları algı sınırlarımızı genişletme aktivitelerinde hemfikirler fakat onların mantık yürütmelerinin referansı çoğu zaman göz ve görme ile ilintili, diğer duyu organlarımız

ve bunlarla ilgili yardımcı algı araçları değil. Çalışmanın sonucu; duyu organlarımız, onların tek ve birlikte aktivitelerinin önemi tanıma ve geliştirme, algı araçlarımızın sınırlarını genişletme, yardımcı teknolojik araçları tanıma ve duyu organları bağlarını geliştirmeyi öngörmektedir. Çünkü bilimsel bilginin bireyin zihinsel yapısı ile ilişkilendirilmesi ve anlamlandırılması ancak olgular içindeki objelerin özelliklerini doğru gözleme, algılama ve ölçmek ile mümkündür.

Çalışmada kullanılan anket soruları mikro ve makro dünya üzerine birçok sorgulama taşımaktadır. Öğrenciler ve öğretmen adaylarını için bu iki dünya birbirinden farklı olarak ele alınmaktadır. Bu durum onların mikro dünya ile makro dünya arasında temelde aynı olan olayları farklı olaylarmış gibi yorumlamaya itmektedir. Hatta mikro dünya ve makro dünyanın olguları birçoğu için tamamen farklı ve bu iki dünyanın sınırını göz ve görme olgusu ile sınırlıdır. Bazıları için optik araçlarla görme sınırlarımızı genişletebiliriz ve iki dünyayı birleştirebiliriz ama bazıları için bu sınır daima gözün algı sınırı ile sınırlı durumdadır. Bu durum mikroskobik dünya da gerçekleşen fiziksel olaylarda bireyi çoğu zaman doğru olmayan doğrusal (linéaire) ve benzeşimsel (analogique) bir argümantasyona itmektedir. Bu tür zihinsel işlev bilimsel bilginin ediniminde ve onun zihinsel tasarımlamasında (representation) birtakım kalıcı güçlükler oluşturmaktadır. Bu nokta fen eğitimcileri özellikle fizik, kimya ve biyoloji eğitimcileri için önem arz etmektedir. Zira maddenin birtakım özellikleri belli bir noktanın ya da ölçeğin altında kaybolma o noktadan sonra farklılıklar göstermektedir. Bu tür düşünüm (reflexion) bir ölçekten diğerine iyi bir geçiş olacak, genel olarak olağan algı sınırlarımız dışında gerçekleşen birçok olayı algılamamıza yardım edecek ve içinde bulunduğumuz dünyayı daha anlamlı kılacaktır.

5. Sonuçlar ve öneriler

Araştırma sonucu öğrencilerin ve öğretmen adaylarının fiziksel bilimlerin temel kavramları karşısında algılama ve mantık yürütme biçimlerinin, bilimsel bilginin oluşumu sırasında geliştirilen düşünce çerçevesi ile uyumlu olmadığını ortaya koymuştur. Bu uyumsuzluk bilimsel bilginin yapılanmasında ve ediniminde önemli birtakım engeller ortaya koymaktadır.

Çalışmamızın sonucu tümevarım(induction) ve sebepli bir mantık çerçevesinden tümdengelim(déduction), şartlı ve olasılıklı bir mantık çerçevesine geçişi öngörmektedir. Bu geçişin farklı deneysel etkinliklerle ve matematiksel araçlar desteklenmesi ve kavramsal bir çerçeveye oturtulması zorunludur. Bu geçiş ve bağlantı kurma bireyin bilişsel ve davranışsal süreç becerilerinde teknolojik araçları ve duyu organları arasında uyumu güçlendirecek ve birçok bilişsel ve algısal beceri geliştirecektir.

Algı sistemimiz ile düşünce sistemimiz arasında olası ilişkiler bütünü belirleme, bizi bireylerde bilimsel bilginin yapılanması ve gelişimini daha anlaşılır kılmaya yardım edecektir.

Algısal ve bilişsel etkinlikleri bütünleştirme, doğal ve yapay olgular içinde yerleşmiş objelerin özelliklerinden edinilen verileri daha anlaşılır kılmaktadır ve öğrenmenin

merkezinde olan bireyde eş zamanlı olarak varolan iki farklı mantık yürütme ve bilgi (bilimsel ve bilimsel olmayan) biçimleri arasındaki olası uzaklığı azaltacaktır.

KAYNAKLAR

- [1] Balian R. (2001). Physique fondamentale et énergétique : les multiples visages de l'énergie, conférence introductive de l'école d'été de Physique sur l'énergie, Caen –27 août 2001. <http://e2phy.in2p3.fr/2001/balian.doc>
- [2] Bunge, M., (2000), Energy: Between physics and Metaphysics, Science and Education 9:457-461, Kluwer Academic Publishers, Printed in the Netherland.
- [3] Chalmers, A., (1991). La fabrication de la science, Editions la découverte, 1991, Paris.
- [4] Chi, M. T. H., Slotta, J. D., de Leeuw, N. (1994). « From things to processes : A theory of conceptuel change for learning sciences concepts. » Learning et Instruction 4: 27-43.
- [5] Driver, R. (1981). “Pupils’ alternative frameworks in science.” European Journal of Science Education 3(1): 93-101.
- [6] Driver, R., Guesne, E. , Tiberghien, A. (1985). Children’s ideas and the learning of science. Children’s ideas in science. R. Driver, Guesne, E. , Tiberghien, A. Milton Keynes, Open University Press: 1-9.
- [7] Ecole doctorale, Savoirs scientifiques: épistémologie, histoire des sciences, didactique des sciences, Université Paris 7. (<http://www.sigu7.jussieu.fr/Diplomes/DEA/index.htm>).
- [8] Energie, un enseignement pluridisciplinaire, Rencontres pédagogies, n° :4, 1985, INRP.
- [9] Fischler, H., Lichtfeldt, M. (1992). “Modern physics and students’ conceptions.” International Journal of Science Education 14(2): 181-190.
- [10] Fischler, H., Lichtfeldt, M. (1992). Learning quantum mechanics. Research in physics learning: Theoretical issues and empirical studies. R. Duit, Goldberg, F. , Niedderer, H. . Kiel, IPN: 240-258.
- [11] Gilbert, J. K., Watts, M. (1983). “Concepts, misconceptions and alternative conceptions: Changing perspectives in Science Education.” Studies in Science Education 10: 61-98.
- [12] Harrison, A.G. & Treagust, D.F. (2001). “Conceptual change using multiple interpretive perspectives:Two case studies in secondary school chemistry” Instructional Science 29: 45–85
- [13] Jean-Marc, Levy-Leblond (2000). Impasseances, Bayard édition. Seul (2003).
- [14] Kossso Peter, Observabiliy and Observation in Physical Science, Kluwer Academic Publisher, 1989,Netherland.
- [15] Kuhn, T. S. (2000). On learning physics. Science&Education. 9 :11-19. Kluwer Academic publishers. Printed in the Nedherland.
- [16] La main à la pâte : www.inrp.fr/lamap
- [17] Lemeignan, G. et Weil-Barais, A. (1993). Construire des concepts en Physique, Paris, Hachette.

- [18] Mashhadi, A. (1996). Students' conceptions of quantum physics. Research in Science Education in Europe. G. Welford, Osborne, J. , Scott, P. London, The Falmer Press: 254-265.
- [19] Petri, J., Niedderer, H. (1998). "A Learning pathway in high-school level quantum atomic physics." International Journal of Science Education 20(8): 1075-1088.
- [20] 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.
- [21] Saltiel, E. (1994). Un enseignement concret et attractif de la physique doit-elle être avant tout expérimentale, théorique, Didaskalia -supplémentaire au n°3.
- [22] Sievers, K. H., 1999, Toward a direct realist account of observation, Science & education 8, Issue 4, pp. 387-393, Netherlands.
- [23] Solomon, J. (1992). "Getting to know about Energy". The falmer press. Taylor&Francis Group; London- Washington, D.C.
- [24] Tiberghien, A. et all. (2002). Des connaissances naïves au savoir scientifique, synthèse d'un colloque autour d'une action « école et sciences cognitives », UMR GRIC, CNRS-Université Lumière Lyon 2, version courte.
- [25] Trumper, R. (1990). « Being constructive: An alternative approach to the teaching of the energy concept - part one. » International Journal of Science Education 12(4): 343-354.
- [26] Trumper, R. (1991). « Being constructive: An alternative approach to the teaching of the energy concept - part two. » International Journal of Science Education 13(1): 1-10
- [27] Vergnaud, G. (1990). La théorie des champs conceptuels, Recherches en Didactique des Mathématiques, Vol.10,n°23, pp.133-170, La pensée sauvage, Grenoble
- [28] Viennot, L. (1979).Le raisonnement spontané en dynamique élémentaire. Paris, Herman.
- [29] Viennot, L. (1986). Raisonnement en physique, De Boeck &Larcier s.a., Paris, Bruxelles.
- [30] Vygotski, Lev. (1934). La pensée et le langage, 3^e édition de la traduction française (1998), la dispute, Paris, 1934-1937 (1^{er} édition).
- [31] Watts, M. (1983). « Some alternative views of energy. » *Physics Education* 18: 213-217.
- [32] Weil-Barais, A. (1994). « Les apprentissages en sciences physiques », in Vergnaud, G (éd.), Apprentissage et didactique, où en est-on ?, Paris, Hachette, p. 95-126.
- [33] White, R. T. (1994). "Conceptual and conceptional change." Learning and Instruction 4: 117-12
- [34] Yurumezoglu, K. (2004). Une étude sur les modes de raisonnement des étudiants en physique actuelle, Formation et développement du contenu conceptuel: du sensoriel au catégoriel et des particules aux phénomènes, These de doctorat, Université Louis Pasteur, Strasbourg.