

Kimyadaki Laboratuvar Aktivitesi Kontrolünün Kimyacı Görüşleri ile İncelenmesi

A Review of Controlling the Laboratory Activity in Chemistry according to Chemists' Views

Zeki BAYRAM*

Claudine LARCHER**

Hacettepe Üniversitesi

Ecole Normale Supérieure de Cachan

Öz

Kontrol kavramı, bütün sonlandırılmış aktivitelerde merkezi öneme sahiptir. Aktivitenin kontrol eksikliği, aktivitenin düzenlenmesi işlevini sağlama kapasitesinin bozulmasına neden olmaktadır. Bu çalışmanın temel amacı, kimya eğitimindeki "olası kontrol öğreniminin" tespit edilebilmesine yardımcı olabilecek göstergelerin ortaya çıkartılmasıdır. Nitel araştırma yöntemiyle gerçekleştirilen bu çalışmanın örneklemini, laboratuvar çalışmalarında tecrübeli oldukları bilinen ve meslektaşlarının tavsiyesiyle seçilen 7 araştırmacı kimyacı oluşturmuştur. Araştırmanın verileri, bu kimyacılarla yapılan yarı yapılandırılmış görüşmeler yoluyla sağlanmış ve analiz edilmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen bulgular beş başlık altında toplanmıştır: Aktivitenin kontrolünün özellikleri, kontrol esnasında kimyacıların karşılaştıkları üç farklı durum, laboratuvar aktiviteleri esnasında kontrol edilen deney elemanları, aktivitenin kontrolü için kullanılan bilişsel kaynaklar ve kontrol öğretimi ile ilgili tespitler. Elde edilen bu bulgular, hem kimya eğitimindeki kontrol öğretiminin yerinin tespit edilebilmesine, hem de yeni kimya öğretim programlarının geliştirilmesine katkı sağlayabilir.

Anahtar Sözcükler: Kimya laboratuvarı, aktivite, aksiyon, kontrol, özkontrol, bilgi tipleri.

Abstract

The concept of control is central in all completed activities. The lack of the control activity may cause the deterioration of the activity regulation. The main purpose of the current study is searching out the indications that may help identifying "possible control learning" in chemistry education. The participants of this study are 7 chemists from 5 different universities in France who were all recommended by their colleagues as "experienced researchers" in different areas of chemistry. The data were collected by using semi-structured interviews related to the concept of control in chemistry. Results have been categorized under the following five different categories: the characteristics of activity control, three different cases that participants experienced during the results of activity control, the controlled components in experiments, cognitive resources used for activity control, and views related to control learning. The findings of this study may contribute both to determine the place of control learning in chemistry education and develop new chemistry education programs.

Keywords: Chemistry laboratory, activity, action, control, self-control, knowledge types

Summary

Purpose

The concept of control is a central concept in all completed activities. The lack of the control

* Dr. Zeki Bayram, Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, İlköğretim Bölümü, Beytepe, Ankara, zbayram@hacettepe.edu.tr

** Prof. Dr. Claudine Larcher, Ecole Normale Supérieure de Cachan, Paris, France, clarcher@fondation-lamap.org

activity may cause the deterioration of the activity regulation. The main purpose of the current study is identifying the possible indications of the existence of control teaching in chemistry lab. Therefore, the following questions are addressed in this study.

(i) What is the meaning of control for chemists? (ii) What do chemists control in lab activities? (iii) What kinds of tools do chemists have for control in chemistry lab?

Method

The participants of this study are 7 chemists from 5 different universities in France. All of the participants were recommended by their colleagues as “experienced researchers” in different areas in chemistry. Each participant was interviewed through semi-structured questions to make clear explanations of the concept of control. The participants were asked to give deep descriptions of an activity that they used in their professional experience. After the interviews, the data were transcribed and categorized based on the research questions.

Results

Results have been categorized under the following five different categories: the characteristics of activity control, three different cases that participants experienced during the results of activity control, the controlled components in experiments, cognitive resources used for activity control, and views related to control learning. Based on the first category, control is a “routine” and part of their professional knowledge. In the second category, the participants experienced the following three subcategories during the results of an activity control: reproduction, extension, and exploration. In the third category, the researchers categorized the controlled components in experiments into the following five categories based on participants’ responses: results, chemicals, glass, apparatus, and conditions of experiments. Based on the fourth category, the cognitive resources used for activity control divided into four different types of knowledge (theoretical information, practical knowledge, experience, knowledge and technical information) and three different types of practice (technical practices, organizational practices, social practices) were determined. Finally, it is found that systematic activity control learning is necessary. The results revealed that in some cases even students have adequate resources for activity control they fail to use these resources. On the other hand, students sometimes neither have resources nor experience for activity control. Most of the participants concluded that even pre-service teachers do not have adequate resources for activity control.

Discussion and Conclusion

Control is integrated into practice. It is a behavior that exists in every phase of an activity. Control provides regulation of activity so it needs to be integrated to students’ activities. It focuses on the common elements of any manipulation or specific manipulation in chemistry.

There are many elements that need to be controlled during experimental activities in chemistry. The result of an experiment is the first thing that comes to chemists’ mind when they hear the term *activity control*. The results reveal that evaluation of the experiment results is systematic and instrumented. Based on the results, chemists are first examining the repeatability of experimental result of activity control. Repeatability is the basic criterion before any attempt for interpretation or validation.

All chemists said that they examine chemical reactants and cleaning glass tools during activity control. Especially coherence of substances is one of the basic elements of control in chemistry. Using wrong or spoilt substance may cause the chemical process to fail. Using clean tools is also very important.

Chemists use various type of knowledge for activity control. They know the sensitive points for control. It might be useful to search for level of knowledge for activity control of students who take place in an experimental activity. In addition, chemists need to provide some practices for activity control. Control learning might be provided by integrating these practices into experimental applications in schools. This study concludes that if cognitive resources are not sufficient it might

cause some lack of control. However, the lack of control may not only be due to sufficiency of cognitive resources. Some chemists stated that personal approach, desire, or need may be necessary for control. Moreover, cognitive load, tiredness, or satisfaction may cause lack of control.

In this study, attention is drawn to activity control and its learning. This study may help to formalize the elements that could be used to manage a progressive learning of activity control and fundamental aspects of the activity control within chemistry. It is crucial to identify students' resources related to activity control in chemistry, because these resources may help students to compare the information with teaching tools. In addition, the results may be used in developing new teaching and learning programs.

Giriş

Bu çalışmanın çıkış noktasını, öğretmenler odasında sık karşılaşılan bir tespit oluşturmuştur. Öğretmenlere göre öğrenciler deneyler esnasında yaptıklarını yeterince kontrol etmemektedirler. Öğrencilerin elde ettikleri sonuçları kontrol etmeleri veya en azından elde edilen sonuçlar karşısında eleştirel bir bakış açısına sahip olmaları, okullarda yapılan görüşmelerde, öğretmenlerin hemen hemen tamamının öğrencilerinden bekledikleri bir davranıştır (Bayram, 2001).

Literatürdeki çalışmalara bakıldığında, özellikle aktivite esnasında elde edilen "sonuçların" kontrolü ile ilgili çalışmalar göze çarpmaktadır. Matematik eğitimi alanında Coppé (1993), grup çalışmalarındaki lise 2. sınıf fen kolu öğrencilerindeki kontrol süreçleri üzerine bir doktora tezi çalışması yapmıştır. Coppé "kontrol" kavramını, öncelikle kısmi veya final bir sonucun elde edilmesi; elde edilen bu sonucun geçerliliğinin sorgulanması ve sonuç üzerindeki belirsizliği en aza indirmek amacıyla ortaya konulan her türlü argümanlar ve yapılan her türlü aksiyonlar olarak tanımlamaktadır. Felsefi açıdan Granger (1992) ise kontrolün tanımını yaparken üç temel unsurun altını çizmektedir: Birincisi "karşılaştırma" fikri; diğeri bir olgunun, yani gözlemlenebilir bir gerçekliğin varlığı ve sonucusu ise öncelikli (a priori) bir referansın varlığıdır. Bu çalışmaların ortak özelliği ise, yapılan bu kontrollerin genellikle aktivitede bir sonuç elde edildikten sonra, bu sonucun sorgulanmasına dayanan kontroller olmasıdır. Margolinas (1993) ise, "kontrol etmek" anlamına gelen "vérifier" ve "contrôler" kavramları arasında bir ayrım yapmaktadır: "Vérifier", aktivite esnasında sadece elde edilen sonucun (ürünün) elde edilip edilmediğinin kontrol edilmesidir. "Contrôler" ise aktivitenin tüm aşamalarında sonuçlar da dahil "her şeyin" yolunda gittiğinin kontrol edilmesi anlamına gelmektedir. Bu çalışmadaki kontrol kavramı ise "contrôler" anlamında kullanılmaktadır ve sadece aktivitede elde edilen sonuçların kontrolü değil, kimyadaki aktivitenin her aşamasında yapılan (oto)kontrolleri kapsamaktadır.

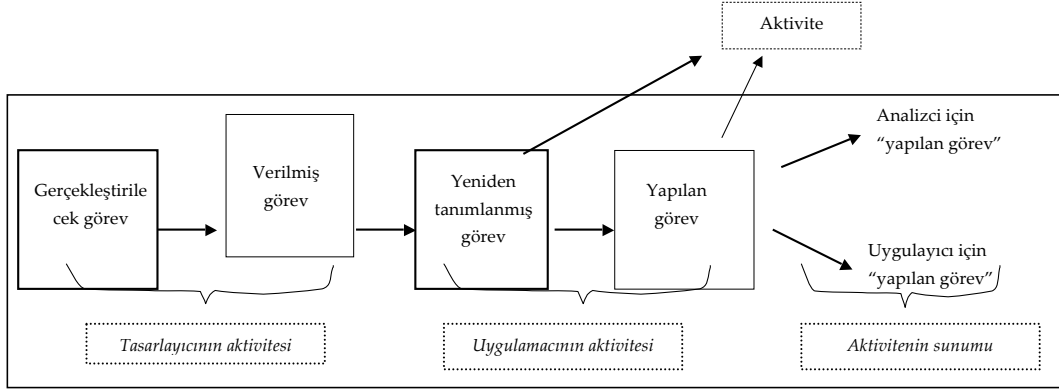
Aktivite Modelleri

İnsan aktivitesi teorileri ilk olarak 1920'li yıllarda Sovyet psikoloji okullarında ele alınmıştır. Bu teoriler, insan aktivitesinin özelliklerinden olan aksiyonun; niyet, anlam ve güdüleme değişkenlerini bütünleştirmeye çalışmıştır. Psikoloji ve ergonomi gibi farklı alanlardaki bazı yazarlar farklı aktivite modelleri önermektedirler (Galpérin, 1966; Leontiev, 1975; Leplat, 1997; Savoyant, 1996).

Burada Leplat'a ait olan modele kısaca değinilecektir. Ergonomi bakış açısından Leplat (2000), önerdiği modelde "aktivite" ile "görev" kavramları arasında bir ayrım yapmaktadır. Yazara göre görev, hem aktivitenin ürünü, hem de kaynağıdır. Görevin ilk ve en sık kullanılan tanımı ise Şekil 1'de gösterilen "verilmiş görev" dir. Bu görev, yerine getirilmesini isteyen kişi, yani organizatör veya tasarımcı tarafından kararlaştırılan yönerge, talimat veya prosedürleri içerir. Aktiviteyi gerçekleştiren kişi, kendisine verilmiş görev üzerinde kafa yorarak bu görevi kendi bilgileri çerçevesinde "yeniden tanımlanmış görev" haline getirir. Kendine göre yeniden tanımladığı bu görevi ise sahip olduğu bilişsel ve duygusal kaynakları harekete geçirmek suretiyle "yapılan

¹ Fransızcadaki "tâche" kavramı (İngilizce "task"), Türkçeye "görev" olarak çevrilmiştir.

görev” haline, yani “aktivite” haline getirir ve böylece aktivite gerçekleştirilmiş olur. Sonuç olarak Leplat aktiviteyi, aktivitenin “dış şartlarını” oluşturan “verilmiş görev” ile yapan kişinin bilişsel kaynakları (bilgiler, vs.) ve duygusal kaynaklarının (güdüleme, istek, arzu vs.), yani aktivitenin “iç şartlarının” bir birleşimi olarak tanımlamaktadır.



Şekil 1. Leplat (1997)'a Göre Görevler

Aktivitedeki Kontrol

Kontrol olgusu, bilişsel psikolojide altı çizilen en önemli etkinliklerden biridir. Nguyen-Xuan ve arkadaşlarına (1990) göre *kontrol*, bir “görevin” gidişatının üç aşamasında ortaya çıkmaktadır: Bunlar; görevlerin belirlenmesi, aktivitenin planlanması ve görevin icrasının kontrolü aşamalarıdır. Görevin icrasının kontrolü ise birçok bileşen ihtiva etmektedir. Bunlar; yapılışının kontrolü, aksiyon sonuçlarının değerlendirilmesi ve aksiyonların kararının alınmasına temel olan nedenlerin (durumun temsiline) sorgulanmasıdır. Görevin aşamaları olarak yapılan bu ayrımlar; planlama hatası, aksiyonun sonuçlarının kontrolü eksikliği, yorumların sorgulanması eksikliği gibi kontrol yetersizliklerinin analizini sağlarlar. Ayrıca bu yazarlara göre, aktivitedeki kontrol eksiklikleri, görevin gerçekleştirilmesi şartlarının birbirine uyumunu hedefleyen aktivitenin “düzenlenmesi” (regülasyonu) işlevini sağlama kapasitesine zarar vermektedir. Ravenstein (1999) ise “düzenlemeyi”, aktivitenin “otokontrol prosedürlerinin” bir bütünü olarak tanımlamaktadır.

Diğer taraftan Richard (1995), aktivitenin kontrolünün öneminin altını çizmekte ve kontrol, ister bilişsel, ister el becerileri seviyesinde olsun, bütün tamamlanmış aktivitelerde merkezi unsur olduğunu vurgulamaktadır. Richard’a göre zihinsel aktivitelerin altı büyük işlevi bulunmaktadır. Bu altı büyük işlevden sonuncusu ise “aktivitenin düzenlenmesi ve kontrolü” işlevidir. Yazara göre kontrol işlevi, belirtilen zihinsel aktivitenin diğer beş işlevinin (sürekli bilişsel yapıların korunumu, geçici bilişsel yapıların inşası, görev için aksiyon kararının alınması, çıkarımlar yapılması ve bilgilerin inşası işlevlerinin) ayrılmaz bir parçasıdır. Aktivitede yapılan bu kontroller aktivitenin düzenlenmesini, yani görevin gerçekleştirilme şartlarının birbirine uyumunu sağlar ve böylece aktivitede bir bütünlük sağlanmış olur. Okullarda öğrenciler tarafından gerçekleştirilen eğitim amaçlı aktivitelerde, örneğin kimya eğitimindeki deneysel aktivitelerde, öğrenciler tarafından yeterli kontrollerin yapılmaması bu bütünlüğün bozulması riskini doğurabilir. Öyleyse kontrol, öğrenci aktivitelerine entegre edilmesi gereken bir davranıştır.

Diğer yandan “öz düzenleyici öğrenme” (self-regulated learning) yaklaşımına göre, öğrenenin kendi öğrenmesi için amaçlarını belirlediği, bu amaçların rehberliğinde bilişini, güdülenmesini ve davranışını izlediği, düzenlediği ve kontrol etmeye çalıştığı etkin ve yapılandırmacı bir süreç söz konusudur (Pintrich, 2005; Schunk, 2005; Yetkin Özdemir, 2011). Krouse ve Krouse (1981)’e göre öğrencilerin yeterli başarıyı gösterememesinin temel nedeni öz kontrol stratejilerini etkili kullanmamaları ve öz düzenleme becerilerinin olmamasıdır

(Akt.: Ruban ve Reis, 2006). Shunk ve Ertmer (2005) ise, seçim ve kontrolün olmadığı yerde öz düzenlemenin olamayacağını belirtmektedirler. Öz düzenleme alanında yapılan çalışmalar ile eğitimciler, öğrencilerin; akademik öğrenme becerileri ve öz kontrol bilgisinin gelişmesini, böylece öğrenmenin kolaylaşmasını, öğrenmeye daha motive olmalarını hedeflemektedir (Martin, 2004). Bu nedenle eğitimin her kademesinde öğrencilerin öz düzenleyici öğrenme becerilerinin gelişiminin desteklenmesi önemlidir. Ruban ve Reis (2006) ise, öz düzenleme becerisini geliştiren bireylerin akademik ve mesleki alanda başarılı olma olasılığının yüksek olduğunu belirtmektedirler. Turan ve Demirel (2010) çalışmalarında, tıp fakültesi öğrencilerinin akademik başarı düzeyleri ile öz düzenleyici öğrenme beceri düzeyleri arasında yüksek başarılı öğrenciler lehine fark belirlemişlerdir. Mevcut çalışmanın konusu olan aktivitenin kontrolü esnasında ise kişinin, aktivite boyunca meydana gelen ve kendisinin gerçekleştirdiği her türlü bilişsel veya fiziksel eylemi kontrol etmesi, denetlemesi veya izlemesi söz konusudur. Dolayısıyla aktivitenin kontrolünün öğretimi ise, öz düzenleyici öğrenme becerileriyle tutarlıdır ve aktivitenin kontrolü davranışı, öz düzenleme becerilerinden bir tanesi olarak da kabul edilebilir.

Öte yandan son yıllarda eğitimde gittikçe önemi artan “üst düzey bilişsel beceriler” (higher order cognitive skills) kavramı ve bu becerilerin gelişimini amaçlayan eğitim araştırmalarına da rastlanmaktadır (Renaud, 2002; Danili ve Reid, 2004; Aydın ve Yılmaz, 2010). Zoller’e (1993, 1995, 1997, 2000a) göre üst düzey bilişsel beceriler olarak kastedilen özellikler; soru sorma, eleştirel ve sistemli düşünme, problem çözme, analiz etme, değerlendirme, yeni bilgiler sentezleme ve karar verme yeteneklerini içermektedir (Akt: Aydın & Yılmaz, 2010). Bu açıdan bakıldığında kimyadaki deneysel aktivitelerin kontrolü davranışının da aynı anda “üst düzey bilişsel beceriler” ile bir paralellik gösterdiği söylenebilir.

Aktivitedeki Bilgiler ve Pratikler

Aktivitelerde, aktivitenin bilişsel boyutunu (iç şartları) meydana getirebilecek birçok bilgi türünün harekete geçirilmesi söz konusudur. Değişik alanlardaki araştırmacılar bilgi tiplerini farklı şekillerde sınıflandırmışlardır. Malglai ve (1990) teori ve pratik arasındaki ikili sınıflama ölçütüne dayanarak bilgileri dört kategoriye ayırmaktadır: Teorik, süreçsel, pratik ve yapma-bilgileri. Ona göre, “*teorik bilgiler*”; kanunlar ve aksiyomlaştırılmış kavramlar ve kavramsal şekilde ifade edilebilenlerdir. “*Süreçsel bilgiler*” ise düşüncenin formel operasyonları üzerine olan rasyonel bilgilerdir. “*Pratik bilgiler*”, kendi etkililiği için aksiyon içerisinde inşa edilen, süreçlere bağımlı olan pragmatik bilgilerdir. “*Yapma-bilgileri*” ise denemeye başlanan öğretim safhalarından, alışkanlıkların (içselleştirilmiş süreçlerin) oluşumu safhalarına ve oradan uzmanlığa kadar çeşitlilik göstermektedirler.

Le Boterf (1994) ise Malglai ve’in çalışmalarına dayanarak “*bilgileri*”; teorik bilgiler ve süreçsel bilgiler olarak ikiye, “*yapma-bilgilerini*” ise süreçsel yapma-bilgileri, deneysel yapma-bilgileri, sosyal yapma-bilgileri olarak üç alt kategoriye ayırmaktadır. Hofstadter’e (1985) göre ise süreçsel yapma-bilgileri, açık (explicite) bir şekle sahip olmayan ve içe bakış yöntemiyle erişilebilir olmayan bilgi türleridir (Akt. Le Boterf, 1994). Bunlar nasıl yapıldığını bilmeksizin kullanılırlar. Burada gidişatın otomatikleşmesi söz konusudur.

Barbier (1996) ise ilk etapta bilgileri teorik bilgiler ve aksiyon bilgiler olarak sınıflandırmaktadır. Ona göre, “*teorik bilgiler*” disiplinler bilgilere benzemektedirler. “*Aksiyon bilgileri*” ise uygulamadaki bilgilerdir. Teorik bilgiler, yeni aksiyon bilgilerinin ortaya çıkmasında rol oynar ve aksiyon bilgileri de yeni teorik bilgilerin oluşumuna katkı sağlarlar. Böylece bu bilgi türleri birbirlerini beslerler. Yazar “bilgi” kelimesinin anlam belirsizliğinin de altını çizmektedir: Bilgiler bazen “ifade edilendir”, “önergeler” dir (énoncés), bazen de kişinin kendisiyle bütünleşmiş “özdeş bileşenidir” (composant identitaire). Bilgi terimi, bazen örneğin teknik prosedür gibi, iletilir ve aktarılabilir, “kişilerin dış gerçekliğini” adlandırmak için kullanılır; bazen de tam tersi olarak, örneğin bir yapma-bilgisi gibi “kişilerden ayırt edilemez bir gerçekliği” adlandırmak için kullanılır. Yazar, bir yandan “*nesnelleştirilmiş bilgi*”, (korunabilir, iletilir, kendine mal edilebilir olan kültür, kurallar, değerler); diğer yandan ise “*hapsedilmiş bilgiler*”, (kişisel veya ortak

bir etkenden ayrılamaz olan yetenekler, bilgiler, beceriler, profesyonellik) ayrımı yapmaktadır. Sonuçta yazar bilgi türlerini iki kategoriye ayırmaktadır: “bilgiler” ve “yapma-bilgileri”. Yapma-bilgileri ise, geleneksel olarak pratik becerilere, saklı bilgilere, tecrübe bilgilerine, informal bilgilere, aksiyon içerisinde ve aksiyon aracılığıyla kazanılmış yetkinliğe benzemektedirler.

Aynı şartlarda bulunmasalar da kimyacıların aktiviteleri okullardaki deneysel aktivitelerle karşılaştırılabilir (Bayram, 2010). Kimya eğitimindeki deneysel aktivitelerin yapılış amaçları ise çok çeşitlidir: kavram öğretimi, deneysel süreçler, temel teknikler, olaylar ve olgulara aşına olmak gibi. Birçok çalışmada, deneylerin farklı amaçları belirtilmiştir (Hofstein & Lunetta, 1982; Hofstein & Mamlok-Naaman, 2007; Lunetta, et al., 2007). Bazı çalışmalarda ise, kimyaya özgü ölçülebilir hedefler detaylandırılmıştır (Dumon, 1988). Tiberghien ve arkadaşları (2001) çalışmalarında, yedi Avrupa ülkesinde lise ve üniversite düzeyindeki fen eğitiminde kullanılan laboratuvar aktivitelerindeki benzerlikleri ve farklılıkları ortaya koymuşlardır. Larcher & Goffard (2003) ise tüm bu çalışmaların bir dökümünü yapmışlardır. Bu çalışmalarda deneysel aktivitelerin kontrolü ve aktivitenin kontrol öğretimi üzerine yapılmış araştırmalara rastlanmamıştır. Bu açıdan mevcut çalışmanın bu alanda yapılacak araştırmalara faydalı ve işlenebilir bilgiler sağlayacağı düşünülmektedir.

Araştırma Soruları

Bu çalışmadaki amaç, kimyacıların kontrole ilişkin pratikleri ile öğrencilere okullarda öğretilmesi öngörülenler arasında karşılaştırma yapılabilmesini sağlayacak kavramsal bir çerçevenin oluşturulmasıdır. Kimya eğitimindeki “olası kontrol öğretiminin” tespitinin sağlanmasına yardımcı olabilecek göstergelerin veya elemanların ortaya konulması hedeflenmiş ve bu doğrultuda aşağıdaki sorulara yanıt aranmıştır:

- (i) Kimyada kontrol nedir? Kimyacılar için kontrol neyi ifade etmektedir?
- (ii) Kimyadaki laboratuvar aktivitelerinde kimyacılar nelerin kontrolünü yapmaktadır?
- (iii) Kimyacıların aktivitenin kontrolü için sahip oldukları araçlar nelerdir?

Yöntem

Örneklem

Nitel araştırma yöntemiyle gerçekleştirilen bu çalışmanın örneklemini, Fransa’daki beş farklı üniversitede kimyanın farklı alanlarında (organik, anorganik, analitik, fizikokimya, biyokimya) araştırmalar yapan 7 kimyacı oluşturmuştur. Bu kimyacıardan beşi kimya alanında araştırma yapmalarının yanı sıra, aynı anda liseler için kimya öğretmeni yetiştiren programlarda da formatör olarak görev yapmaktadır. “Uzman” (expert) olarak adlandırılacak bu kimyacılar, laboratuvardaki tecrübelerinden dolayı meslektaşlarının önerisiyle seçilmişlerdir. Bu uzmanlar kimyada aktivitenin kontrolünün neye karşılık gelebileceğini en iyi ifade edebilecek kişiler olarak tavsiye edilmişlerdir. Toplamda 6 tane mülakat yapılmıştır. Mülakatlardan birisi katılımcıların istekleri üzerine aynı anda iki kişiyle yapılmıştır.

Veri Toplama Aracı

Veri toplama aracı olarak yarı yapılandırılmış mülakat tekniği kullanılmıştır (Vermesch, 1994). Katılımcılardan özellikle deneylerde yaşadıkları “somut örnekleri” vermeleri ve bu örnekler hakkında görüş bildirmeleri istenmiştir. Mülakatlardan önce pilot çalışma olarak bir adet mülakat yapılmış ve pilot çalışma sonunda elde edilen bilgiler ışığında asıl çalışmanın mülakatlarına geçilmiştir. Mülakata başlamadan önce çalışmanın amacının tam olarak anlaşılabilmesi için katılımcılara gerekli açıklamalar yapılmıştır. Her bir mülakat yaklaşık 1-1,5 saat sürmüştür ve konuşmalar dijital ortamda kayıt altına alınmıştır. Katılımcıların konu ile ilgili düşüncelerini eksiksiz olarak ortaya koyabilmek için ses kayıtları yazıya dökülmüştür.

Verilerin Analizi

Mülakatların analizleri için içerik analiz yöntemi kullanılmıştır (Bardin, 1991). Yazılı hale dönüştürülen konuşmalar bu çalışmanın iki araştırmacısı tarafından birbirinden bağımsız olarak kodlandırılmıştır. Kodlamalar karşılaştırılmış, büyük oranda birbiriyle tutarlılık gösterdiği tespit edilmiştir. Farklı olan kodlamalar ise müzakere edilmiştir.

Kodlamalar üç ana kategori altında gruplandırılmıştır: (i) Kontrol esnasında kimyacıların içinde buldukları “durumlar”, (ii) deneyde kontrol edilen elemanlar ve (iii) kontrol için kullanılan bilişsel kaynaklar. Elde edilen bu üç ana kategori ve kodlar Tablo 1’de gösterilmektedir.

Tablo 1.

Verilerin Analizinde Kullanılan Ana Kategoriler ve Kodlar

(i) Kontrol ESNASINDA İÇİNDE BULUNULAN DURUMLAR	(ii) Deneyde Kontrol Edilen Elemanlar	(iii) Kontrol İçin Kullanılan Bilişsel Kaynaklar
Rep Tekrarlama	Sonuçlar	Sthéo Teorik bilgiler
Ext Yayılma	R1 Tutarlılık	Spra Pratik bilgiler
Exp Keşfetme	R2 Tekrarlanabilirlik	Sexp Tecrübe bilgileri
	Kimyasal maddeler	Stech Teknik bilgiler
	Cam malzemeler	Ptech Teknik pratikler
	Aletler ve cihazlar	Psocio Sosyal pratikler
	Deney şartları	Porg Organizasyonel pratikler

Ayrıca, Tablo 2’de görüldüğü gibi, yukarıdaki üç ana kategoriden ikincisi olan “deneyde kontrol edilen elemanlar” ana kategorisine ait alt kategoriler elde edilmiştir.

Bulgular bölümünde, E1, E2, ... E6 şeklinde kodlanan mülakatlardaki katılımcıların ifadelerinden gerekli görüldüğünde doğrudan alıntılar yapılmıştır. Fransızca olan bu alıntılar Türkçeye çevrilmiştir. Mülakatlardaki ifadeler konuşma sırasına göre numaralandırılmıştır. Konuşmalar genellikle çok uzun olduğundan dolayı her konuşma kendi içerisinde daha anlamlı alt birimlere bölünmüş ve bu birimler de ayrıca numaralandırılmıştır. Alıntılardaki E1 (78, 1-3) gösterimi; ilk mülakattaki 78. konuşmanın 1-3 numaralı alt birimlerindeki ifadeler olduğunu göstermektedir.

Tablo 2.

Deneyde Kontrol Edilen Elemanlar Ana Kategorisinin Alt Kategorileri ve Kodları

Kimyasal Maddeler (S)	Cam Malzemeler (V)	Aletler ve Cihazlar (I)	Deney Şartları (C)
S1 Tutarlılık	V1 Tutarlılık	I1 Tutarlılık	C1 Sıcaklık
S2 Safılık	V2 Temizlik	I2 Fiziki durum (Bozuk, vs.)	C2 Basınç
S3 Reaktiflik	V3 Fiziki durum	I3 Doğru kullanım	C3 Tepkime zamanı
S4 Çözünürlük	V4 Doğru kullanım	I4 Deneye uygunluk	C4 Nem
S5 Miktar	V5 Deneye uygunluk	I5 Deney düzeneğine montajı	C5 Hava
S6 Kararlılık	V6 Deney düzeneğine montaj	I6 Ölçüm değerinin tahmini	C6 Atmosfer
S7 Derişim			C7 pH (asitlik)
			C9 Özen
			C10 Diğerleri

Bulgular

Mülakatların analizlerinde elde edilen bulgular beş başlık altında toplanmıştır. Bunlar; (i) aktivitenin kontrolünün özellikleri, (ii) kontrol esnasında kimyacıların içinde buldukları üç farklı durum, (iii) deneyde kontrol edilen elemanlar, (iv) kontrol için kullanılan bilişsel kaynaklar ve (v) kontrol öğretimi ile ilgili tespitler şeklindedir.

(i) Aktivitenin Kontrolünün Özellikleri

Mülakat teklifi yapılan kimyacıların tümü ilk etapta aktivitenin kontrolü ile neyin kastedildiğini anlayamadıklarını, tam olarak neyin öğrenilmek istendiğinin biraz daha ayrıntılı olarak açıklanmasını istediler. Konunun netleştirilmesinden sonra kendilerini daha iyi ifade etme fırsatı buldular.

Kimyacıların ifadelerine göre “kontrol”, yapılması alışkanlık haline gelmiş bir iştir ve onların mesleki bilgilerinin bir parçasıdır.

E1 (78, 1-3): *“Bana öyle geliyor ki bu bir rutin, alışkanlık, kişinin ayrılmaz bir parçasıdır, ifade edilemez.”*

Ayrıca kontrol kavramı diğer açıklamalarına göre kimyacıların kendisiyle bütünleşmiş ve kendisinden ayrılmaz “özdeş bir bileşeni” olarak tanımlanmaktadır. E1 (80, 1-2): *“Bu öyle bir şey ki kişinin veya araştırmacının kafasında entegre olmuştur.”*

E1 (81, 1-6): *“Bu sanki bisiklet kullanmayı öğrenmek gibi bir şey, belirli bir süre kullanamıyorsunuz, tekrar biniyorsunuz, otomatiklik oluşuyor... pedal çevireceksiniz... işte bu, otomatiklik yani öğrenilen şey ve sonra farkına bile varmıyorsunuz... artık nasıl yapıldığını biliyorsunuz.”*

DeneySEL süreçlerde, kimyacılar kontrollerini üç farklı zamanda yapmaktadırlar: Önleyici kontroller, aktivitedeki kontroller ve final kontroller.

- Önleyici kontroller: Aşağıdaki örnekte de görüldüğü gibi, bu tür kontroller deneye başlamadan önce ve deneyin sorunsuz yürümesi amacıyla yapılmaktadır. E1 (27, 1-5): *“Her şeyin yolunda gitmesi için her şeyden önce kendi adımıza gerekenleri yapıyoruz... temiz malzeme alıyoruz, saf ürünler kullanıyoruz, üç yıldır bankoda güneş altında bekleyen çözeltiler kullanmıyoruz... deney yaparken özenli olmaya çalışıyoruz.”*

- Aktivite esnasındaki kontroller: Deneyin gidişatı esnasında bazen bu tür kontrollere ihtiyaç duyulmaktadır. Deney esnasında sistematik olarak yapılanları da mevcuttur. E1 (87, 3-6): *“Her on dakikada bir yapacağımız kontrollerimiz oluyor, çünkü kinetik kontrolleri var, acaba üründe bir değişiklik var mı ve sürekli aynı ürünü elde ediyor muyuz veya bunları örneğin gaz kromatografisiyle kontrol edeceğiz.”*

- Final kontroller: Bu tür kontroller “aktivitenin kontrolü” denildiğinde kimyacıların akıllarına ilk gelen ve özellikle sonuçların analiz edilmesine dayanan kontrollerdir. E1 (6, 1-2): *“Evet, deneyin yürüdüğünden kesin emin olamıyoruz, organik kimyada sıklıkla yürümediği oluyor.”*

E6 (10, 1-2): *“İlk şey... aranan ürünü elde edemediğimizdir.”* E6 (12, 1-4): *“Deney yürümediğinde, eğer beklenen ürün değilse, bu yeni ürünün ne olduğuna bakılır, analiz edilir.”*

(ii) Kontrol Esnasında Kimyacıların İçinde Buldukları Durumlar

Kimyacıların söylemlerinin büyük bir kısmını, deneyler sırasındaki “elde edilen sonuç” ile ilgili ifadeleri oluşturmaktadır. Bunlar; ne aktivitenin planlamasıyla, ne aktivitedeki aksiyonlarla, ne de aletlerin veya montajın etkililiğiyle ilgili kontrollerdir. Bunlar, elde edilen sonuç veya ürün üzerine yapılan kontrollerdir. Yerine göre bu kontroller, elde edilenler ile beklentiler arasındaki “tutarlılık” düzeyinde veya “kabul edilebilirlik” düzeyinde olabilir.

Bazı kimyacılar (özellikle E1'deki), farklı tipteki durumların ayırımını yapmaktadırlar. Diğerleri ise bu ayırımı direkt olarak ifade etme ihtiyacı duymasalar da bu durumlardan birisi içerisinde yer alabilecek bir uygulamaya sahiplerdir. Aktivitenin sorunsuz gidişatının kontrolü

için kimyacıların içinde buldukları bu üç farklı durum; tekrarlama, yayılma ve keşfetme olarak adlandırılmıştır.

▪ Tekrarlama (reproduction): Bu durum içerisinde bulunan kimyaçılar, hangi sonucu elde edeceklerini bildiklerini ifade etmektedirler. Bunlar, operasyon sonunda elde edilecek sonuçların bilindiği, daha önce defalarca yapılmış türden deneylerdir. E1 (8, 1-7): *"Bu, yaptığımız deneyin tipine bağlıdır. Diyelim ki rutin bir deney olduğunda, referanslarımız var. Çünkü her zaman elde ettiğimiz sonucu elde edemiyoruz; örneğin bir pH ayarlaması (standardizasyonu) yaptığımızda, pH metreyi böyle bir çözeltiye daldırdığımızda, hangi sonucu elde edeceğimizi çok iyi biliyoruz."*

▪ Yayılma (extension): Bu, beklenen sonucun tam olarak bilinmediği, ancak öngörülen limitler içerisinde kalınan durumdur. Bu durumda bulunan kimyaçılar, nelerin makul olup olmadığını tespit edebilmelerini sağlayacak kuramsal kaynaklara sahip olduklarını ifade etmektedirler. E1 (8,14-19): *"Bazen ise şöyle, diyelim ki ortalama orijinal deneyler yapıyoruz, bu demektir ki örneğin şeyi test edeceğiz... örnek olarak net anlaşılması için benim çalışmamda olmayan bir örnek vereceğim... örneğin florü test edeceğiz, halbuki klor üzerine her şey biliniyor, biz biliyoruz ki flor ve klor birbirlerine çok uzak değil, eğer çok çok farklı sonuçlar elde edersek, kendimizi sorgulamaya başlayacağız, daha önce hiç yapılmadığı anlamında bunlar orijinal deneyler olsa bile."*

Bu öngörülen limitler ise daha sonra sorgulanmaktadır.

▪ Keşfetme (exploration): Bu durumlar ise, kimyacının yeni bir ürün ortaya koymaya çalıştığı durumlardır. Bu durumda bulunan kimyaçılar, istediklerini veya beklediklerini elde edemediklerinde, çok daha farklı tepki vermektedirler. E1 (8, 11-13): *"...ve sonra orijinal deneyler yaptığımızda, yani çok çok çok orijinal olsun, ne elde etmemiz gerektiğini bilemeyiz, öyleyse deneyin yürüyüp yürümediğini de bilemeyiz."*

E2 (8, 77-80): *"İlk deney genelde yürümez. İlk seferinde yürüdüğü çok nadirdir. Çünkü yeni bir materyali hazırlamaya başladığımızda, o konuda hiçbir şey bilmiyoruz. Çünkü o yeni bir madde." veya "ah, bu ilginç, takip etmekte olduğum yol pek de önemli değil, ben yeni bir yol açıyorum."*

Kimyacıların ifadelerinden, bu üç farklı durumda kullandıkları kontrol araçlarında da farklılıklar olabileceği görülmektedir.

(iii) Deneyde Kontrol Edilen Elemanlar

Kimyada, deneysel aktiviteler esnasında kontrol edilecek elemanlar oldukça fazladır ve bazen de beklenmeyen sonucun sebeplerini tespit etmek oldukça zordur. Deney esnasında kimyacıların kontrol ettikleri elemanlar beş başlık altında kategorize edilmiştir (Tablo 1): 1- Sonuçlar, 2- Kimyasal maddeler, 3- Cam malzemeler, 4- Aletler ve cihazlar, 5- Deney şartları. Bu beş kategorinin her birisi de kendi içerisinde daha alt kategorilere ayrılmıştır.

• Sonuçların kontrolü: Kimyaçılar, aktivitenin kontrolü için elde edilen deneysel sonucun özellikle *"tekrarlanabilirliğini"* sorguladıklarını ifade etmektedirler. Aktivitede bir başarısızlığın tespiti durumunda, kendilerine sormaktadırlar: Acaba anlamlı bir sonuç mu elde ettik, yoksa insan kaynaklı tesadüfi bir olgu muydu? E1 (45, 1-3): *"Acaba bu sonuç tekrarlanabilir bir sonuç mu? ... eğer sonuç tekrarlanabilirse ve ben bundan eminsem, üzerinde düşünmeye başlayabilirim."* E1 (8, 9): *"Şimdi, eğer bu sonucu elde edemiyorsak, öyleyse bir yerlerde bir problem var."*

"Gerçeklik" (Buscaglia et al, 1983) ve "tutarlılık" (Serrero, 1987) kriterleri ise, ancak tekrarlanabilirliğin sorgulanmasından sonra devreye girmektedir.

• Kimyasal maddelerin kontrolü: Kimyacıların tümü aktivite esnasında kullanılan "kimyasal reaktifleri" sorguladıklarını söylemektedirler. Mülakatlarda kimyasal reaktiflere ilişkin olarak yedi alt kategori tespit edildi: tutarlılık, saflık, kararlılık, reaktiflik, çözünürlük, derişim ve miktar.

Maddelerin "tutarlılığı", kimyadaki kontrolün temel elemanlarından birisidir. Acaba doğru maddeyi mi alıp kullandık? E2 (40, 26-28): *"Biraz önce bir manganez oksitten bahsettim, fakat birçok manganez oksit var. Öyleyse herhangi birisini alacağız. Mn iki O üç mü, Mn iki O dört mü bilmek lazım, ne bileyim işte böyle."* Özellikle kimyasal maddelerin etiketlerinin kontrolüne dikkat çekilmektedir.

E2 (40, 23-25): *“Etiketlere güvenmemek gereklidir, iyi kontrol etmeli ki acaba bu bizim madde mi?”* Kimyacılar bunun daha önce de başlarına geldiğini ifade etmektedirler. Bazen ise kimyasal madde üreticisinin değiştiğini ve bu durumun deneyde bazı sorunların oluşmasına neden olduğunu belirtmektedirler. Markanın değişmesi, kimyasal madde içerisindeki safsızlıkların değişmesi demektir. Çok az bir safsızlığın olması bile kimyasal prosesin bozulmasına neden olabilmektedir.

Kimyasal maddelerin kararlılığının kontrolünün de gerekliliğinden bahsetmektedirler: E1 (10, 3-5): *“Ne bileyim, madde zaman içerisinde bozunabiliyor, ben mesela biyolojik tampon çözeltimde bakteri üreyebiliyor, bu reaktifi bozuyor, birden deney yürümeyebiliyor.”*

Öte yandan, katılımcılar mülakatlarda kimyasal maddelerin reaktifliği, çözünürlüğü ve miktarlarının da kontrolünü yaptıklarını ifade etmektedirler.

- Cam malzemelerin kontrolü: Kimyacılar sıklıkla deneyde kullanılan cam malzemelerin ve diğer araç gereçlerin “temizliğini” sorguladıklarını belirtmektedirler. E5 (18, 2-3): *“Organik kimya yaptığımızda, organik çözücüler içerisinde, örneğin kuru olmayan yıkanmış malzemeden kullanmamakta fayda var. Buna karşın sulu çözeltide kimya yaptığımızda, eğer yıkananlar mükemmel derecede kuru değilse, bunun nadiren önemi vardır.”*

Kimyacılar, deneye uygun cam malzemenin seçiminin kontrolünü ve deney düzeneğine düzgün montajının kontrolünü de sistematik olarak yaptıklarını belirtmektedir. Ayrıca kimyacılar, cam malzemelerin temizliğinin yolun başındaki öğrenciler tarafından çok az sorgulandığını da altını çizmektedirler.

- Aletler ve cihazların kontrolü: Kimyacılar tarafından sorgulanan elemanlardan bir tanesi de deneyde kullanılan “aletler ve cihazlardır”. Kimyacılar özellikle alet ve cihazların “arızalı” olup olmadıklarını sorgulamaktadırlar. Deney düzeneği montajının düzgün bir şekilde yapılıp yapılmadığını da sistematik olarak kontrol ettiklerini belirtmektedirler. E1 (89, 1-5): *“Cihazı doğru bağlayıp bağlamadığımı kontrol ederim, acaba elektrik prizine taktım mı, akım var mı, musluk açık mı, devre tamam mı, vs.”*

Katılımcılar özellikle deneylerdeki “hassas noktaları” bildiklerini ve bunları önceden kontrol ettiklerini söylemektedirler. E1 (68, 4-6): *“Elektrotlarda sıklıkla hava kabarcıkları olur. Yani hassas noktalar var, biliriz ki öncelikle buralar kontrol edilmelidir.”*

Fakat görünür olmayan arızaları gidermek için de kendilerince önlemler almaktadırlar. E2 (14, 16-20): *“Bu termik işlemlerde olabilir. Örneğin fırını yüksek sıcaklıklarda ısıttık, 1000 derece vs. Fırın üzerinde 1000 derece yazmaktadır. Sıcaklık miktarı bir termostat yardımıyla ayarlanır. Eğer yıllar içerisinde termostat bozulduysa, fırında 1000 derece değeri gözükmüyor. Fakat eğer başka bir şey ile kontrol edilmiyorsa, aslında sıcaklık doğru değildir.”*

- Deneysel şartlarının kontrolü: Mülakatlarda, şartların kontrolleri için kullanılan enstrümanlar belirtilmesine de sıcaklık, basınç, atmosfer, pH gibi deneysel şartlarının kontrolleri genellikle ölçüm araçlarıyla yapılmaktadır. E1 (106, 4-5): *“Diğer bütün kontroller gibi otomatik olarak yapılır, yani doğru sıcaklığa sahibiz gibi.”* Veya E2 (8, 41-46): *“Çünkü deneysel şartlar uygun değil. Sıcaklık uygun değil, deney yaptığımız atmosfer, ürün artışı iyi değil. Neden deneyin yürümediğini analiz ediyoruz.”*

(iv) Kontrol İçin Kullanılan Bilişsel Kaynaklar

Bilgi tipleri üzerine yapılan literatürdeki çalışmalarda iki unsur öne çıkmaktadır. Bunlardan birincisi bilginin “ifade edilebilir, aktarılabilir” olması ve diğeri ise “aksiyon veya uygulama içerisinde” olmasıdır. Bu çalışmada ise, kimyacıların aktivite kontrollerini yapabilmeleri için sahip oldukları araçlar (bilişsel kaynaklar), “bilgiler” ve “pratikler” olarak sınıflandırılmıştır (bkz. Tablo 1: “Bilişsel kaynaklar”). Kimyacıların ifadelerinde dört farklı bilgi tipi (teorik bilgiler, pratik bilgiler, tecrübe bilgileri, teknik bilgiler) ve üç farklı pratik tipi (teknik pratikler, organizasyonel pratikler, sosyal pratikler) tespit edilmiştir.

Bilgiler (... -i biliyorum)

- Teorik bilgiler: Olgular, akıl yürütmek ve değerlendirmek için kullanılan teoriler,

ayrıca sözle ifade edilebilen, sözle aktarılabilen bilgilerdir. Bu tür bilgiler genellikle “yayıma” durumunda devreye girmektedir ve makul olanı veya kabul edilebilir olanın sınırlandırılmasını sağlamaktadır. E1 (35, 2-3): “Acaba değer doğru mu, makul görünüyor mu?”

Bunlar tekrarlanabilirlik kriterinin sağlanmasından sonra harekete geçirilirler. E1 (45, 1-3): “Acaba bu tekrarlanabilir mi... acaba bir model kurabilir miyim.”

• Pratik bilgiler: Sözle ifade edilebilen, fakat sadece pratik içinde yer alan ve anlam kazanan bilgilerdir. Bunlar her üç durumda da işe yararlar, fakat özellikle “tekrarlama” durumunda ortaya çıkarlar. E1 (8, 1-3): “Bu, deney türüne bağlıdır. Diyelim ki rutin bir deney olduğunda, referanslarımız var, yani biliriz ki bir şeyler ters gidiyor.”

Bunlar, bir deney föyünü uygulayabilmek için bilinmesi gerekenleri de içermektedirler.

(E5, 58/1-2) “İnce kolon kromatografisi, size söyledim, dikkatli ve temiz bir şekilde yapılmalıdır. İzleri iyi bir şekilde koymak gerekiyor, kenardan ne çok uzakta, ne de çok yakında.”

• Tecrübe bilgileri: Sözle ifade edilemeyen, ancak gösterilmesi gerekenler, kişisel bir uygulamadan doğanlar ve karşılaşılan özel bir deneyimin parçası olanlar ve bir uzmanlık oluşturan bilgilerdir. Kimyacılar göre “bunlar zamanla kazanılır”, “bunlar kişinin parçasıdır, ifade edilemez”, “bunlar yıllar içerisinde kazanılan bilgilerdir”. Bunlar otomatikleşmiş ve içselleşmiş bilgilerdir. Aksaklık durumundaki veya beklenen sonuç ile elde edilen sonuç arasında sapmanın olduğu durumlardaki final kontrollerinde işe yaramaktadırlar.

(E2, 26/3-5): “... alakası bile yok, bu sadece mavi renkli bir pastil veya aynı renkten bir şey ve hareket ediyor, sadece bakarak anlayabiliyorsunuz.”

(E3, 18/9-12): “Örneğin NMR’da (...) sürekli şu pozisyonda bir pik bulacağız. Bu, şeyden ileri gelebilir, yanda bir radyo var ve radyo dalgaları bizim dalgalarla girişim yapıyor olabilir.”

(E4, 16/9-10): “... burada bir sıvı vardı ve kabın üzerinde yüzen beyaz bir madde vardı. Bu kesinlikle bir sabuna benzemiyordu.”

• Teknik bilgiler: Aletlere, cihazlara ve bunların en iyi şekilde kullanımına ilişkin olan bilgilerdir. Örneğin; cihazların doğru kullanımı için alınan tedbirler buna örnektir:

E2 (28, 58-60): “İdeal olanı aslında termo-terazi kullanmaktır, bizde bir tane var, güzel, ancak olmaz, bu alet barbar karbon monoksit ve dioksit karışımı ortamında işe yaramıyor”.

Pratikler (... -i yapıyorum)

Kimyacılar aktivitenin kontrolü esnasında, bilgilerini kullanmalarının yanı sıra birtakım uygulamalar da gerçekleştirmektedirler. “Bir şeyi yapma yöntemi, biçimi veya uygulaması” (Türk Dil Kurumu, 2011) olarak da tanımlanabilen pratikler ise şu şekilde kategorize edilmiştir:

• Teknik pratikler: Alet ve cihaz kullanımına ilişkin uygulamalardır ve “... -i kullanıyoruz” türü ifadeleri içermektedirler. Organik kimyadaki kimyacıların tümü, aşağıdaki örnekte görüldüğü gibi deneydeki değişimi kontrol etmek için kullandıkları “tanınma” yöntemlerinden ve bunların aletlerinden bahsetmektedirler. Örneğin;

E1 (58, 1-3): “Organik kimyada, bir yerlerde sürekli karbon ve hidrojenlere sahipsin, sürekli bir NMR spektrumun olacak. Temelde sürekli bunlara sahipsin, belki de beklenen ürünü elde edemeyeceksin”,

E6 (16, 1-2): “Kızılötesi, NMR, kütle spektrometresi, temel analizler... bunların hepsi ürünün yapısını tanımamıza yardımcı olur.”

• Organizasyonel pratikler: Deney defteri kullanımı veya ortamın temiz tutulması gibi uygulamalardır. Deney defterleri, kaydedilen bazı noktaların kontrol edilmesinde önemli rol oynamaktadırlar.

E5 (62, 6): “Bazen öğrencilerin bankodaki temiz, kirli her şeyi karıştırdıklarını görüyoruz.”

E6 (20, 7): “Öyleyse bazı şeyleri öğreteceğiz. Onlara öncelikle deneylerde oldukça metodik ve temiz çalışmalarını söylüyoruz.”

E1 (27, 5-6): “Deney yaparken son derece özenli olmaya gayret ediyoruz, her şeyi şu küçük defterimize yazıyoruz”, (29, 1-2): “Evet, bir hata olup olmadığını bilmek için... bazen defteri okurken görüyorum ki 100 g tarttım yazıyor, halbuki 10 g tarttım, işte hata bulundu.”

• Sosyal pratikler: Kimyacılar, kendi yöntemlerinin de kişisel olmadığından bahsetmektedirler ve bunlar kontrol sürecinin parçası olan sosyal uygulamalardır. Örneğin, aktiviteyi başkalarıyla veya meslektaşlarıyla “tartışmak” gibi. E5 (28, 4-6): “...ve sonra bunun nereden geldiğini bilmek gerekiyordu. Bundan sonra meslektaşlarımı gördüm, farklı safsızlıklar olabileceğinin bilgisini aldım.”

Sonuçta, uygulamaların geçerliliğine bilimsel topluluk karar vermektedir (Latour & Woolgar, 1986).

E3 (22, 37-40): “Sonuçta şuna varıyoruz ki kimyacılar hemen hemen aynı fikirde mutabık kalıyorlar, bütün bunlar aslında bizim hipotezler ileri sürmemizi sağlayan bir tür mutabakattır... bilimsel toplumun tümü, yani bu durumda kimya, şu yoldan geçilmeli diyebilmesi için mutabakata varmalıdır.”

(v) Kontrol Öğretimi ile İlgili Tespitler

Mülakat yapılan kimyacıların hepsi üniversitelerde ders vermelerinin yanı sıra genç araştırmacılar da yetiştirmektedirler. Ayrıca bu yedi kimyacının beşi ise Fransa’da kimya öğretmeni yetiştirme alanında tecrübe sahibi kişilerdir. Dolayısıyla kimyacıların tümü, bir öğretmen olarak da sorgulanmış ve aktivitenin kontrolü anlamında öğrencilerinden beklentileri sorulmuştur.

Kimyacılar göre, okulda yapılan deneylerin çoğu “tekrarlama” durumunda bulunan deneylerdir:

E5 (44, 13-18): “Öğrencilerimizle yaptığımız deneyler sıklıkla klasik deneylerdir, yani onların yürüdüklarini biliyoruz ... yani bunlar beklenen sonuçları vermektedirler ... eğer tabii ki bunlar uygun şartlarda yapılıyorsa ...” Buna rağmen E1 (134, 1) hatırlatıyor ki: “Onların [öğrencilerin] yaptıkları, kendileri için çok yeni.”

Öyleyse, « ... öğrenciler, bizim saçma veya tuhaf bulduğumuz bir sonuç elde ediyorlar, fakat onlar, iç referansları olmadığından, bunu tuhaf bulmuyorlar, bu onların elde ettiği sonuç yani...» (E1, 132/4-6).

Mülakatlarda kimyacıların, kontrol zamanları üzerine çok az fikir beyan ettikleri görülmektedir:

E5 (4/4-5): “Veya onlar bazen görünürde tutarsız veya absürt olan sonuçlar elde ediyorlar ve çoğu zaman bunun üzerinde yorum yapmıyorlar” E5 (4/6-7): “... öğrenciler olması gereken zamanlarda kontroller yapmıyorlar ...” E1 (123/4-5): “Onların yaptıkları veya yapacakları şeyler üzerine yeterince kafa yormadıklarını düşünüyorum ... mesela küçük şeyleri elimine edilebilir.”

Bazı durumlarda öğrenciler yeterli kaynaklara sahipler ve bunlarla kontrollerini yapabilmektedirler. E1 (127/1-5): “Onlar önceden sonucu bildiklerinde, örneğin bir pH ölçümü yaptıklarında, sıfır ile on dört arasında bir şeyler beklemektedirler, eğer pH-metre 120 gösteriyorsa hemen şunu diyebiliyorlar: ‘Hayır, yolunda gitmeyen bir şeyler var.’ Belki onlar doğru kontrolleri yapmayı başaramayacaklar ... fakat bu oldukça iyi entegre olmuş bir yaklaşık değerdir.”

Fakat bu mevcut kaynakları öğrenciler her zaman etkili kullanamamaktadır: E4 (12/82-84): “Değerlendirmeye gelince, onlar kullandıkları cihazların verileri üzerinden güzel bir kararsızlık hesabı yaptılar, halbuki tam bir domuz gibi çalıştılar. Cihazlar ayarlı bile değildi.”

Veya epistemolojik anlamda öğrencilerde bu bilgiler oturmamıştır: E4 (14/34-35): “Tepkime mekanizmaları! Onlar için bu bir gerçek ve deneyi bunlar belirler. Onlar deneyin bunlar olduğunu düşünüyorlar.”

Bazı durumlarda ise öğrenciler kontrollerini yapacak yeterli teorik kaynaklara sahip değillerdir. Örneğin; kimyasal maddenin tutarlılığının ilk kontrolü ile ilgili: E4 (18/7-11): «Sözün kısası, onlar bana parafin yağımı aldıklarını söylediler. Bu bir hidrokarbür! Görünürde yağlı bir şey. Bunun yağlı bir görüntüsü var, fakat diğer yağların işlevini sağlamaz. Dahası parafin araç yağı kadar yağlı da değil” şeklinde görüş bildirilmiştir.

Saflık kontrolü ile ilgili olarak da: (E6, 75/6-7) «Öğrencilerin çoğunluğu cam malzemelerdeki kirliliğin sonuçlarını bozacağına farkında bile değiller» düşüncesi ifade edilmiştir.

Bazen öğrenciler yeterli teorik kaynaklara sahip olmalarına rağmen bu kaynakları kullanamamaktadırlar: (E4, 12/69-70) "... herhangi bir elektrodu herhangi bir potansiyometre ile kullanmaya hemen hazırlar, uygun olanını seçmiyorlar! ..."

(E4, 8/11-12) "... bir öğretmen adayına önünde renkli bir çözelti olduğunu, veya bunun titrasyonu için bu renk olması gerektiğini söylettiremedim"

(E5, 6/1-3) "Deneylerin yorumlanması anlamında, yorumlarıyla bildikleri şeyler arasındaki tutarlılık mesela ... fakat onlar bu tür şeylere başvurmayı akıl edemiyorlar ..."

Bazen ise öğrenciler pratik kaynaklara sahip değiller. Örneğin; maddelerin saflığı üzerine; (E6, 20/12-15) "... Saf olsun veya olmasın ... yani maddeyi iyi destile etti ve maddenin rengi sarı, halbuki rensiz olması gerekiyordu ... bu saf değil, aynı şekilde devam eder ... " şeklinde görüş bildirilmiştir.

DeneySEL düzenek üzerine; (E5, 22/32) "... eğer sabitlenmiş değilse soğutucu ısıtıcı balona sabitlenmelidir. "

(E1, 114/11-17) "...elektrotlarda baloncuklar olmadığını kontrol etmiyorlar, sonra geliyorlar 'Anlamıyorum, yürümüyor' diyorlar; gidip bakıyoruz, eğiliyoruz, kocaman bir baloncuk var, elektrik teması yok, dolayısıyla yürümüyor ... veya geliyorlar, 'Bu soğutmuyor, anlamıyorum' diyorlar; onlara soğutucunun suyunu açmadım ki diyeceksin ... yani bu tür küçük teknik kontrolleri yapmıyorlar ... bu herkesin başına gelebilir" düşüncesine yer verilmiştir.

Bazıları ise pratikler içerisinde öğrenileceklerdir: (E1, 121/1-2) "Onlar bunun şu hataya sebep olabileceğini, şunu elde edeceğimizi, istediğimizi, beklediğimizi bilemezler ... halbuki biz, bu sorunu daha önce yaşadık, yani nereden ileri geldiğini biliyoruz."

(E4, 30/2-6) "Başarısızlık da çok yararlıdır! Ancak onları analiz etmek koşuluyla, canlı ve ilgili bir katılım ile yapılmış olanları görmek için. Belki de yapılması gerekenlerin hepsini yaptığımızı tespit edeceğiz. "

Öğrenciler yapılandırılmış tecrübe bilgilerine yeterince sahip değillerdir: (E1, 19/1-4) "Çünkü onlar sık sık deneyler yapmıyorlar, arkadaşlarıyla çok az konuşuyorlar, ne elde etmeleriyle ilgili çok az fikirlere sahipler ... kafalarında yaklaşık değerlerle ilgili çok az fikirleri var örneğin."

Sahip olunan kaynakların ve alışkanlıkların haricinde, bazı kimyacılar "kişisel ilginin" ve "isteğin" de önemini vurgulamaktadırlar. E6 (38, 1-4): "Kontrolden önce, diyebilirim ki öncelikle tutkulu olmak gereklidir, eğer sürekli olarak yaptığımızı düşünmezsek, boş verin her şeyi. Eğer laboratuvarı terk ediyorsak, bu akşam televizyonda seyredeceğimiz filmi düşünüyorsak, en iyisi mesleği değiştirmektir."

Tartışma ve Öneriler

Bu çalışmanın amacı, kimyacıların kontrole ilişkin pratikleri ile öğrencilere okullarda öğretilmesi öngörülenler arasında karşılaştırma yapılabilmesini sağlayacak kavramsal bir çerçevenin oluşturulmasıdır. Diğer bir ifadeyle, kimya eğitimindeki "olası kontrol öğretiminin" tespit edilebilmesine yardımcı olabilecek göstergelerin veya elemanların ortaya çıkartılması hedeflenmiştir. Bu hedefe varabilmek için öncelikle kontrolün ne olduğunu ortaya koyma ihtiyacı duyulmuştur. Kimyacıların ifadelerinden de anlaşıldığı gibi kontrol (veya otokontrol); pratik içerisine entegre olmuş, bütünleşmiş ve yapılması alışkanlık haline gelmiş bir davranıştır. Yani kontrol, aktiviteden bağımsız bir davranış veya aksiyon değil, görevin ve aktivitenin her safhasında var olan bir davranıştır. "Önleyici kontroller", bir sonucun elde edilmesi sonrasındaki "final kontroller" ve aktivite esnasında yapılan "sürekli kontroller" gibi farklı zamanlarda yapılan bu kontroller aktivitenin düzenlenmesini, yani görevin gerçekleştirilme şartlarının birbirine uyumunu sağlar ve böylece aktivitede bir bütünlük sağlanmış olur. Okullarda öğrenciler tarafından gerçekleştirilen eğitim amaçlı aktivitelerde, örneğin kimya eğitimindeki deneysel aktivitelerde, öğrenciler tarafından yeterli kontrollerin yapılmaması, bu bütünlüğün bozulması riskini doğurabilir. Öyleyse kontrol, öğrenci aktivitelerine entegre edilerek kontrol davranışı öğrenciye kazandırılmalıdır.

Kimyada, deneysel aktiviteler esnasında kontrol edilecek elemanlar oldukça fazladır. Kontroller, hem kimyadaki tüm deneylerin ortak elemanları üzerine yapılır, hem de kimyacının uzmanı olduğu belirli bir deney türüne özgü olarak yapılmaktadır. Aktivitenin kontrolü denildiği zaman kimyacıların ilk aklına gelen, deneylerde elde edilen “sonuçlar” olmaktadır. Deneylerde elde edilen sonuçların değerlendirilmesi sistemli ve araç-gereç gerektiren bir süreçtir. Kimyacılar, aktivitenin kontrolü için elde edilen deneysel sonucun öncelikle “tekrarlanabilirliğini” sorgulamaktadırlar. Tekrarlanabilirlik, yorumlama ve geçerliliştirme girişiminden önce, temel bir kriterdir. Okullardaki deneysel aktivitelerde elde edilen sonucun tekrarlanabilirliği ne kadar sorgulanmaktadır?

Deneylerde elde edilen sonuçların değerlendirilmesi üç farklı durum içerisinde gerçekleşmektedir: Tekrarlama, yayılma ve keşfetme durumları. İçinde bulunulan duruma göre kullanılan kontrol araçları da farklılık göstermektedir. Kimyacılar göre, okulda yapılan deneylerin çoğu “tekrarlama” durumunda bulunan ve beklenen sonuçları veren klasik deneylerdir. Ancak bu deneyler, “öğretmen açısından” tekrarlama durumunda bulunan deneylerdir. Bu deneyler öğrenciler için yeni deneylerdir. Yani bu deneyler öğrenciler açısından genellikle “yayılma” veya “keşfetme” durumlarındaki deneylerdir. Tekrarlama durumundaki bu deneylerde tuhaf bir sonuç elde edildiğinde bunun öğretmen için bir anlamı vardır. Çünkü öğretmen için beklenen, bilinen bir sonuç vardır. Yayılma veya keşfetme durumunda bulunan bir öğrenci için, beklenen bir sonuç olmadığından dolayı, bilimsel anlamda doğru olmayan bir sonuç *öğrenci için* tuhaf bir sonuç değildir.

Kimyacıların tümü aktivite esnasında kullanılan “kimyasal reaktifleri” sorguladıklarını söylemektedirler. Özellikle maddelerin “tutarlılığı”, kimyadaki kontrolün temel elemanlarından birisidir. Yanlış veya bozuk kimyasal maddenin kullanılması kimyasal prosesin bozulmasına neden olabilmektedir. Diğer yandan kimyacılar sıklıkla deneyde kullanılan cam malzemelerin “temizliğini” sorguladıklarını belirtmektedirler. Temiz cam malzeme kullanılmaması da beklenen kimyasal işlemlerin gerçekleşmemesine yol açabilmektedir. Temizlik kontrolü oldukça önemlidir. Okullarda cam malzemelerin temizliğinin kontrolüne ve temiz kullanımına yönelik pratiklerin geliştirilmesi önerilebilir. Ayrıca, alet ve cihazların arızalı olup olmadığı ve deney düzeneği montajının düzgün bir şekilde yapıp yapılmadığı da kimyacılar tarafından sistematik olarak sorgulanmaktadır.

Diğer yandan kimyacıların aktivitenin kontrolü için pek çok bilgi tiplerini harekete geçirdikleri görülmektedir. Kimyacılar kontrol için teorik, pratik ve teknik bilgilere sahip oldukları gibi, özellikle kritik noktaların bilinmesini ve uzmanlık gerektiren tecrübe bilgilerine de sahiptirler. Kimyacılar kontrol için “hassas noktaları” bilmektedirler. Bu tecrübe bilgilerini, karşılaştıkları özel deneyimlerin sonucunda elde etmektedirler. Aktivitenin kontrolü için gerekli olan bu farklı bilgi tiplerinin deneysel aktivite içerisinde bulunan öğrencilerde ne derece mevcut olduğu araştırılabilir. Deneysel bir aktivite gerçekleştiren bir öğrenci, aktivitesini kontrol edebilmesini sağlayacak yeterli bilgiye sahip midir? Yeterli olmayan bilgiler o öğrenciye hangi şekilde verilmektedir? Deney föyleri aracılığıyla mı, yoksa öğretmenin sözlü ifadeleriyle mi verilmektedir? Ortaya konan bu farklı bilgi tipleri kullanılarak okullarda öğrencilere sağlanan kontrol araçlarının tespit edilebilmesini sağlayacak bir analiz çizelgesi hazırlanabilir. Örneğin, ders kitaplarında öğrencilere sunulan ve “verilen görev” olarak da adlandırılabilen deney föyleri analiz edilerek öğrenciye sağlanan kontrol araçları tespit edilebilir.

Ayrıca kimyacılar aktivitelerinin kontrolü için çeşitli pratikler (teknik, organizasyonel ve sosyal) ortaya koymaktadırlar. Bu pratiklerin okullardaki deneysel uygulamalara entegre edilmesiyle, kısmen de olsa kontrol öğretiminin sağlanacağı söylenebilir. Ayrıca bu pratiklerin okullardaki deneysel uygulamalarda ne derece mevcut olduğu da araştırılabilir.

Diğer yandan kimyacıların sahip oldukları bilişsel kaynaklarının (bilgiler ve pratikler) yeterli olmaması, kontrol eksikliğine yol açabilir. Ancak kontrol eksikliği, sadece bilişsel kaynakların eksikliğinden de ileri gelmemektedir. Bazı kimyacılar, duyuşsal kaynak olarak da adlandırılabilen ve aktivitenin iç şartları ile tutarlı olan “kişisel ilgi”, “istek” veya bir “ihtiyacın”

da kontrol için gerekli olduğunu belirtmektedirler. Ayrıca bilişsel yüklenme, yorgunluk veya doygunluk da kontrol eksikliğinin sebepleri arasında gösterilebilir (Leplat, 2000).

Öte yandan kimyacıların tümü, bir öğretmen olarak da sorgulanmış ve aktivitenin kontrolü anlamında okullardaki tespitleri sorulmuştu. Mülakatlarda, kimyacıların kontrol zamanları üzerine çok az fikir beyan ettikleri görülmektedir. Kimyacılar, bazı durumlarda kontrol için öğrencilerin yeterli kaynaklara sahip olduklarını ve bunlarla kontrollerini yapabildiklerini, ancak bu mevcut kaynakların her zaman etkili kullanılmadığını, epistemolojik anlamda bu bilgilerin oturmamış olmasının da bunda etkili olduğunu ifade etmişlerdir. Bazı durumlarda ise öğrenciler kontrollerini yapacak yeterli teorik kaynaklara sahip değillerdir. Bazen ise öğrenciler yeterli teorik kaynaklara sahip olmalarına rağmen bu kaynakları kullanamamaktadırlar. Kimyacıların bu tespitleri, sistematik bir kontrol öğretiminin yapılmasını gerekliliğini bir kez daha ortaya koymaktadır.

Bu çalışma her ne kadar Fransa'da gerçekleştirilmiş bir çalışma olsa da kontrol öğretimi sadece Fransa'daki kimya eğitiminde değil, global perspektifte tüm öğretim programlarında geliştirilmesi gereken bir davranıştır. Barak ve Shakhman (2008) ise çalışmalarında, fen öğretiminde üst düzey düşünmeyi geliştirmek için üst düzey bilişsel becerileri müfredatın ve fen eğitiminin bir parçası haline getirecek çalışmalara çok fazla ihtiyaç duyulduğunu belirtmektedir. Öyleyse üst düzey düşünme becerilerinden birisi olarak kabul edilebilecek aktivitenin kontrolü veya otokontrolü davranışını inceleyen bu çalışma kimya müfredatının geliştirilmesinde bir katkı sağlayabilir.

Sonuç olarak, dikkatleri aktivitenin kontrolüne ve onun okullardaki öğretimine çekmeye çalışan bu araştırma, yeni öğretim programlarının geliştirilmesinde kontrol öğrenimini yönlendirmek için kullanılacak elemanların şekillendirilmesine katkı sağlayabilir.

Kaynakça

- Aydın, N. & Yılmaz, A. (2010). Yapılandırıcı Yaklaşımın Öğrencilerin Üst Düzey Bilişsel Becerilerine Etkisi, *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 39: 57-68.
- Barak, M., & Shakhman, L. (2008). Fostering higher-order thinking in science class: teachers' reflections. *Teachers and Teaching*, Volume 14, Issue 3, 191- 208.
- Barbier, J. M. (1996). *Savoirs théoriques et savoirs d'action*. Paris: PUF
- Bardin, L. (1991). *L'analyse de contenu*. Paris: A. Collin.
- Bayram, Z. (2001). La place de la vérification dans l'enseignement de la Chimie. Yayınlanmamış mastır tezi, Université Claude Bernard Lyon 1, Lyon, France.
- Bayram, Z. (2010). *Contrôle de l'activité en Chimie*. Saarbrücken: Editions Universitaires Européennes.
- Buscaglia, M., D'épinay, C.L., Morel, B., Ruegg, H. & Vonèche, J. (1983). *Les critères de vérité dans la recherche scientifique. Un dialogue multidisciplinaire.* Paris: Maloine S. A. Editeur.
- Coppé, S. (1993). Processus de vérification en mathématiques chez les élèves de première scientifique en situation de devoir surveillé. Yayınlanmamış doktora tezi, Université Claude Bernard Lyon 1, Lyon, France.
- Danili E. & Reid N. (2004). Some strategies to improve performance in school chemistry, based on two cognitive factors, *Research in Science and Technological Education*, 22, 201-223.
- Dumon, A. (1988). Quelle(s) méthode(s) pour l'enseignement expérimental de la chimie? *Revue française de pédagogie*, 84: 29-38.
- Galpérine, P. L. (1966). Essais sur la formation par étapes des actions et des concepts. In A. Leontiev., A. Luria & A. Spirnov (Eds.), *Recherches psychologiques en URSS* (pp. 168-183). Moscou: Les éditions du progrès.

- Granger, G. G. (1992). *La vérification*. Paris: Edition Odile Jacob.
- Hofstadter, D. (1985). *Goedel, Escher, Bach, les brins d'une guirlande éternelle*. Paris: Inter Éditions.
- Hofstein, A. & Lunetta, V.N., (1982). The role of the laboratory in science teaching: neglected aspects of research, *Review of Educational Research*, 52, 201-217.
- Hofstein, A. & Mamlok-Naaman, R. (2007). The laboratory in science education: the state of the art. *Chemistry Education Research and Practice*, 2007, 8(2), 105-107
- Larcher, C. & Goffard, M. (Eds) (2003). *Les activités expérimentales dans la classe. Enjeux, références, fonctionnements, contraintes*. Paris: INRP.
- Latour, B. & Woolgar, S. (1986). *Laboratory Life: The Construction of Scientific Facts*. New Jersey: Princeton University Press.
- Le Boterf, G. (1994). *De la compétence*. Paris: Les éditions d'organisation, Faire.
- Leontiev, A. (1972). *Le développement du psychisme*. Paris: Éditions sociales.
- Leontiev, A. (1975). *Activité, conscience et personnalité*. Moscou: Éditions du progrès.
- Leplat, J. (1997). *Regard sur l'activité en situation du travail. Contribution à la psychologie ergonomique*. Paris: PUF.
- Leplat, J. (2000). *L'analyse psychologique de l'activité en ergonomie*. Toulouse: Octarès Édition.
- Lunetta, V.N., Hofstein, A. & Clough, M. (2007). Learning and teaching in the school science laboratory: an analysis of research, theory, and practice, In Lederman, N. & Abel, S. (Eds.), *Handbook of research on science education*. (pp. 393-441), Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Malglaive, G. (1990). *Enseigner à des adultes*. Paris : PUF.
- Margolinas, C. (1993). *De l'importance du vrai et du faux. Dans la classe de mathématique*. Grenoble: La pensée Sauvage.
- Martin, J. (2004). Self-regulated learning, social cognitive theory, and agency. *Educational Psychologist*, 39 (2), 135-145.
- Nguyen-Xuan, A., Richard, J. F. & Hoc, J. M. (1990). Le contrôle de l'activité. In J.-F. Richard, C. Bonnet & R. Ghiglione (Eds.), *Traité de psychologie cognitive 2- Le traitement de l'information symbolique* (pp. 208-245). Paris: Bordas-Dunod.
- Pintrich, P.R. (2004). A conceptual framework for assessing motivation and self-regulated learning in college students. *Educational Psychology Review*, 16(4), 385-407.
- Pintrich, P.R. (2005) The role of goal orientation in self-regulated learning. In Boekarters M., Pintrich P.R. ve Zeidner M. (Eds), (2005, sf: 452-502) *Handbook of Self Regulation*, San Diego: Academic Press.
- Ravenstein, J. (1999). *Autonomie de l'élève et régulation du système didactique*. Bruxelles: De Boeck.
- Renaud, R. (2002). *The effect of higher order questions on critical thinking skills*. Submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy. The University of Western Ontario, London, Ontario, January 2002.
- Richard, J. F. (1995). *Les activités mentales, Comprendre, raisonner, trouver des solutions* (2nd Ed.). Paris: Armand Colin.
- Ruban, L. & Reis, S.M. (2006). Patterns of self-regulatory strategy use among low-achieving and high-achieving university students. *Roeper Review*, 28(3).
- Savoyant, A. (1996). Approche cognitive de l'alternance. *Bref*, 118, 1-4.
- Schunk, D. H. (2005). Self-regulated learning: the educational legacy of Paul R. Pintrich. *Educational Psychologist*, 40(2), 85-94.
- Schunk, D.H. ve Ertmer, P.A. (2005). Self-regulated and academic learning: self-efficacy enhancing

- interventions. In Boekarters M., Pintrich P.R. ve Zeidner M. (Eds), (2005, sf: 631-649) *Handbook of Self Regulation*, San Diego: Academic Press.
- Serrero, M. (1987). Critères de pertinence en physique. *Bulletin de l'union des physiciens*, 1229-1236.
- Turan, S. & Demirel, Ö. (2010). Özdüzenleyici Öğrenme Becerilerinin Akademik Başarı ile İlişkisi: Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Örneği, *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 38: 279-291.
- Türk Dil Kurumu, (2011). *Büyük Türkçe Sözlük*. Ankara: TDK Yayını. <http://tdkterim.gov.tr/bts/> adresinden alınmıştır.
- Tiberghien, A., Veillard, L., Le Maréchal, J.-F., Buty, C. & Millar, R. (2001), An analysis of labwork tasks used in science teaching at upper secondary school and university levels in several European countries. *Science Education*, 85: 483–508.
- Vermersch, P. (1994). *L'entretien d'explicitation*. Paris: ESF.
- Yetkin Özdemir, İ. E. (2011). Self-Regulated Learning From a Sociocultural Perspective, *Eğitim ve Bilim*, Vol. 36, no 160, 298-308.