

**KİMYA ÖĞRETMEN ADAYLARI VE LİSE
ÖĞRENCİLERİNİN LE-CHATELIER PRENSİBİNİ
KAVRAMSAL SORULARLA ANLAMA DÜZEYLERİ VE
YANILGILARININ ARAŞTIRILMASI**

**Doğan DOĞAN*, Nilay AYDOĞAN*,
Özlem IŞIKGİL*, Bayram DEMİRCİ****

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, kimya öğretmen adayları ve lise öğrencilerinin Le Chatelier prensibi ile ilgili kavram yanlışlarını ve anlama düzeylerini kavramsal sorularla araştırmaktır. Bu amaçla, alan yazında Le Chatelier prensibi ile ilgili olan bir kavramsal test Türkçeye çevrilerek dilimize uyarlanmıştır. Uyarlama süreci tamamlandıktan sonra, test, 2005-2006 öğretim yılı bahar döneminde İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Kimya Öğretmenliği programı beşinci sınıfında öğrenim gören 36 öğretmen adayına, 32 Anadolu Lisesi ve 37 Düz Lise 2.sınıf öğrencisine konunun derste işlenmesinden hemen sonra uygulanmıştır. Araştırma sonuçları, hem öğretmen adayları hem de farklı liselerdeki öğrencilerin LeChatelier prensibini anlama ve uygulamada benzer güçlüklerle karşılaştıklarını göstermiştir. Elde edilen araştırma sonuçlarına dayalı olarak bazı önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Sözcükler: Le chatelier prensibi, kimya öğretmen adayı, lise öğrencileri, kavram yanlışları

**INVESTIGATION OF CHEMISTRY TEACHER CANDIDATES
AND HIGH SCHOOL STUDENTS' UNDERSTANDING LEVELS
AND MISCONCEPTIONS ABOUT LE-CHATelier PRINCIPLE
BY CONCEPTUAL QUESTIONS**

ABSTRACT

The purpose of this study is to investigate chemistry teacher candidates and high school students understanding levels and misconceptions related to Le Chatelier's principle by conceptual questions. For this reason, a conceptual test about Le Chatelier's

* Arş Gör. İnönü Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, OFMAE Bölümü Kimya Eğitimi
A.B.D. ddogan@inonu.edu.tr

** Prof.Dr. İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi, OFMAE Bölümü.

principle from the literature was translated and adopted into Turkish language. After the adoption process was completed, it, then, administered to 36 teacher candidates from the division of chemistry teacher-training program at their fifth year at İnönü University, and 32 Anatolian high school and 37 high school grade 10th students immediately after the completion of the course in the class about Le Chatelier's principle during the 2005-2006 spring term. The results of the study revealed that both chemistry teacher candidates and students from different high schools had similar difficulties in the application and understanding of Le Chatelier's principle. Some suggestions were made based on the results obtained from the study.

Keywords: Le Chatelier's principle, chemistry teacher candidate, high school students, misconceptions

I. GİRİŞ

1.1. Problem Durumu ve Araştırmanın Önemi

Kimya eğitimi alanında son yıllarda yapılan çalışmaların, diğer fen bilim dallarında olduğu gibi öğrenciler, öğretmen adayları ve hatta öğretmenler arasında kavramları anlama düzeylerinin tespiti üzerine yoğunlaştığı görülmektedir (Sanders, 1993; Trundle ve ark., 2002; Çalık ve Ayas, 2005). Zihinde oluşan yanlış kavramların, öğrenilen yeni kavramlarla sağlıklı bağlantılar kurulmasını engelleyerek anlamlı öğrenmenin gerçekleşmesini önemli ölçüde engellediğinin farkına varılmış olması, bu araştırmaların yapılmasının en önemli nedenleri arasındadır. Bilginin doğru ve kalıcı olarak öğrenilmesinde, var olan kavram yanlışlarının giderilmesi ve yeni kavram yanlışlarının oluşmasının önlenmesi açısından, kavram yanlışlarının önceden bilinmesi büyük önem taşımaktadır (Atılboz, 2004). Öğrenenlerin, ön bilgilerine ilişkin bilişsel yapısı, onların yeni bilgileri alma ve yorumlama biçimlerini etkilemektedir. Bu nedenle, Ausubel etkili bir fen öğretiminde en önemli etmenin, öğrencinin daha önceden bildiklerinin tespiti, doğrusunun araştırılması ve o doğrultuda öğretim yapılması olduğunu belirtmiştir (Azizoğlu, 2004).

Kimyasal denge ünitesinin önemli alt başlıklarından biri olan Le-Chatelier prensibinin sınırlılıklarının yeterince bilinmemesi, prensibin uygulanışı ile ilişkili asit-baz ve çözünürlük dengeleri gibi daha ileri konuların anlamlı öğrenilmesini olumsuz yönde etkilemektedir. Banerjee & Power (1991); öğretmenlerin, öğrencilerinin Le-Chatelier prensibi ile ilgili ne gibi ön kavramlara sahip olduklarını bilmemeleri durumunda, öğretimsel stratejilerini buna göre ayarlayamayacakları ve kavram yanlışlarının öğrenciler arasında

yaygınlaşmasını önleyemeyeceklerini ifade etmişlerdir. Bu nedenle, prensiple ilgili her öğrenim düzeyindeki yanlış anlamaların tespit edilmesi ve giderilme yollarının araştırılması, kimya eğitiminin gelişmesi ve öğrenci başarısının artırılması açısından son derece önemlidir.

Kimya eğitimi alanyazını incelendiğinde, öğrencilerin ve hatta öğretmenlerin bu prensibi anlamakta ve uygulamakta zorluklarla karşılaştıkları ve prensip ile ilgili çeşitli yanlışlara sahip oldukları görülmüştür (Banerjee, 1991). Bu yanlışların: prensibin kitaplardaki ifade edilmiş biçiminden, her koşulda genel geçer bir ilke olarak tanıtılmasından ve günlük dilde kullanılan bazı terimlerle prensibin ifadesinde geçen bazı terimlerin farklı anlamlara gelmesi gibi nedenlerden kaynaklanabileceği belirtilmektedir (Pedrosa ve Dias, 2000; Quilez, 2004; Piquette ve Heikkinen, 2005). Prensibinin kitaplardaki genel ifade edilmiş biçimi "dengedeki bir sisteme dışardan bir etki uygulandığında, sistem bu etkiyi azaltacak yönde tepki verir" şeklindedir. Prensibin bu şekilde ifade edilmesi, bazı yanlış anlamalara ve uygulamalara yol açabilmektedir. Örneğin; $A + B \rightleftharpoons C + D$ tepkime denkleminde göre dengede olan bir sisteme dışarıdan ısı verildiğinde, sistemin sıcaklığı ve ısı aynı anda artacaktır. Sisteme yapılan bu etki; sadece sistemin ısısının artırılması olarak değerlendirilirse, tepkimenin bu etkiyi azaltmak için sola kayabileceği doğru bir biçimde kestirilebilir. Ancak sisteme yapılan etki; sistemin sıcaklığının artırılması olarak değerlendirilirse, sistemin sıcaklığının azaltılması için tepkimenin ısıveren yöne kayacağı yanlış bir biçimde düşünülebilir (Trepow, 1980).

Quilez ve arkadaşları (1995) İspanya'da üniversite birinci sınıf öğrencileri üzerinde yaptıkları bir araştırmada, prensibin uygulanması sırasında öğrencilerin kavram yanlışları gösterdikleri ve zorluk çektikleri altı kavramsal zorluk alanı tespit etmişlerdir. En önemli zorluklar Gilbert ve arkadaşları (2002) tarafından aşağıda kısaca özetlenmiştir:

- Öğrenciler prensibi genellikle ezbere öğrenmekte ve tam olarak anlamını kavramadan uygulamaya çalışmaktadırlar.
- Öğrenciler, prensibi, geçerli olduğu alanın dışındaki durumlara da uygulama eğilimine girmektedirler. Özellikle denge karışımlarına katıların ve su veya inert gazlar gibi karışımdaki maddelerle tepkime vermeyen maddelerin eklenmesi durumunda öğrenciler yanlış cevaplar vermektedir. Örneğin, Voska & Heikkinen (2000) yaptıkları bir araştırmanın örneklem grubunda yer alan birinci ve ikinci sınıf üniversite öğrencilerinin %60'ından fazlasının çözünmüş iyonlarıyla dengede olan katı bir heterojen sisteme aynı katıdan eklenmesi

durumunda daha çok iyonun çözeltiliye geçeceği yanıtını verdiklerini belirtmişlerdir.

- Öğrenciler, dengedeki bir sistemde meydana gelen değişiklikleri açıklamak için kinetik argümanları yanlış kullanma eğilimine girmektedirler. Örneğin Avustralya'da lise öğrencileri arasında yapılan bir çalışmada öğrenciler, dengedeki bir sisteme dışarıdan yapılan bir müdahale sonucunda sistemin yeni bir dengeye ulaşması durumunda ileri ve geri yöndeki tepkime hızlarının ilk denge durumundaki ileri ve geri yöndeki tepkime hız değerleri ile aynı olacağını savunmuşlardır (Hackling & Garnett, 1985).

- Voska & Heikkinen (2000) örneklem gruplarında yer alan öğrencilerin % 60 ından fazlasının, dengedeki bir sistemin sıcaklığı değiştirildiğinde oluşacak etkinin, denge tepkimelerinin endotermik ya da ekzotermik olduğu bilinmeden tahmin edilebileceğine inandıklarını göstermişlerdir.

- Johnstone ve arkadaşları (1977), denge tepkimesinde hem girenlerin hem de ürünlerin birlikte bulunduğunu düşünmek yerine girenler ve ürünleri bağımsız olarak ele alan öğrencilerin, basıncı ya da sıcaklığı değiştirmek gibi dengeye dışardan yapılacak bir etkinin denge denkleminin yalnızca bir tarafında yer alan maddelerin miktarlarını değiştireceğine inandıkları belirtmişlerdir.

Bu araştırmalar incelendiğinde, öğrencilere genellikle soyut nitelikte soruların yöneltildiği görülmüştür. Prensibin kendisinin soyut nitelikte olmasının yanında araştırmalarda kullanılan soruların da soyut nitelikte olmasının, öğrencilerin yanılıgılı cevaplar verme olasılığını arttırabileceği düşünülmüştür. Bu noktadan hareketle sorulara görsellik katarak daha somut hale getirilmesinin, öğretmen adayları ve öğrencilerin prensibi anlama düzeylerini nasıl etkileyebileceği araştırılmak istenmiştir.

1.2. Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın amacı; kimya öğretmen adayları ve değişik liselerde öğrenim görmekte olan öğrencilerin Le Chatelier prensibini anlama düzeylerini ve varsa bu konuda sahip oldukları yanılıgıları kavramsal sorularla belirlemektir.

1.3. Problem Cümlesi

Kimya öğretmen adayları ve değişik liselerde öğrenim görmekte olan öğrencilerin Le Chatelier prensibini anlama düzeyleri nedir, öğrenciler ve öğretmen adayları prensibi uygularken ne gibi yanlışlara düşmektedirler ve bu yanlışlar öğrenim düzeylerine göre farklılık ve benzerlikler göstermekte midir?

II. YÖNTEM

Bu araştırmada, öğrencilerin ve öğretmen adaylarının Le Chatelier prensibini anlama düzeylerini ve prensibi uygulamadaki yanlışlarını ortaya çıkarmak amacıyla betimsel yöntem kullanılmıştır.

II.1. Verilerin Toplanması ve Çözümlemesi

Araştırmada, öğrencilerin ve öğretmen adaylarının anlama düzeylerini belirlemek ve yanlışlarını tespit etmek amacıyla, Alexander (1998) tarafından kapalı bir ortamda homojen fazda gerçekleşen ekzotermik kimyasal bir olayın dengeye gelmesi ve dengeye geldikten sonra sisteme dışarıdan yapılan etkilerle ilgili olarak hazırlanan görsel nitelikteki kavramsal sorular dilimize çevrilmiş, sorulardan basınç etkisi ile ilgili olan soru biraz değiştirilmiştir. Teste katalizörün etkisi ile ilgili bir soru daha eklenerek alanda uzman üç öğretim üyesi ve deneyimli iki kimya öğretmenine incelemeleri için verilmiştir. İncelemeler sonucu yapılan düzeltmelerden sonra sorular, cevabın nedeninin de sorulduğu iki aşamalı hale getirilerek 2005-2006 eğitim-öğretim yılı bahar yarıyılında 36 kimya öğretmen adayına, bir Anadolu lisesinin ikinci sınıfında öğrenim gören 32 ve bir düz lisenin ikinci sınıfında öğrenim gören 37 öğrenciye konunun derste işlenmesinden hemen sonra uygulanmış ve elde edilen veriler betimsel istatistiksel yöntemler kullanılarak değerlendirilmiştir.

III. BULGULAR ve YORUM

Araştırma kapsamında öğrencilerin ve öğretmen adaylarının testteki sorulara verdikleri yanıtların analizinden elde edilen bulgular aşağıda Çizelge 1'de topluca verilmiştir. Öğrencilerin ve öğretmen adaylarının soruları yanıtlamama yüzdeleri test maddelerine göre değişimi Şekil 1'de karşılaştırmalı olarak gösterilmiştir. Doğru yanıt ile birlikte doğru nedenin verilme yüzdesinin test maddelerine göre değişimi ise Şekil 2 ile ayrıca gösterilmiştir. Daha sonra testte yer alan her bir soru yanıtlayıcıların verdiği

cevaplar doğrultusunda tek tek ele alınarak ayrıntılı bir şekilde analiz edilmiştir.

Çizelge 1

Lise öğrencilerinin ve kimya öğretmen adaylarının teste verdiği yanıtlardan elde edilen bulgular

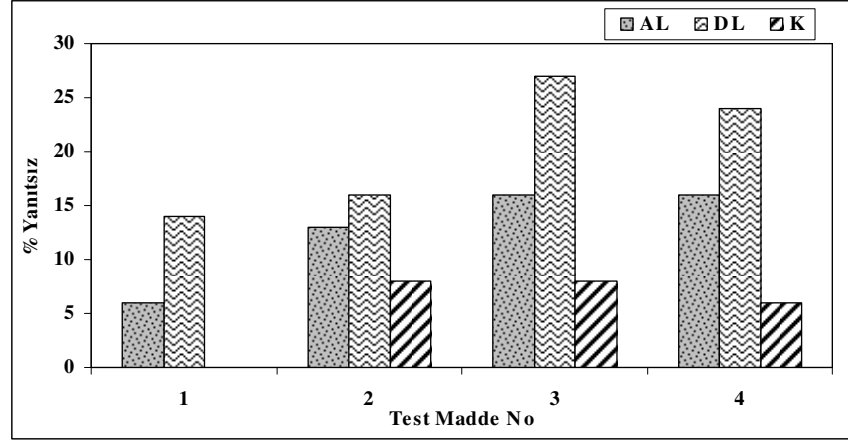
Madde No		Doğru yanıt- Doğru neden			Doğru yanıt- Yanlış neden			Yanlış yanıt- Doğru neden			Yanlış yanıt- Yanlış neden			Yanıtsız		
		AL	DL	K	AL	DL	K	AL	DL	K	AL	DL	K	AL	DL	K
		1	f	14	1	12	0	5	7	0	0	0	16	26	17	2
	%	44	3	33	0	14	19	0	0	0	50	70	47	6	14	0
2	f	3	2	16	4	8	3	0	0	2	21	21	12	4	6	3
	%	9	5	44	13	22	8	0	0	6	66	57	33	13	16	8
3	f	20	1	23	2	9	6	1	1	1	4	16	3	5	10	3
	%	63	3	64	6	24	17	3	3	3	13	43	8	16	27	8
4	f	20	6	29	1	8	1	0	0	1	6	14	3	5	9	2
	%	63	16	81	3	22	3	0	0	3	19	38	8	16	24	6

AL: Anadolu Lisesi öğrencileri, **DL:** Düz Lise öğrencileri ve **K:** Kimya öğretmen adaylarını temsil etmektedir.

Çizelge 1 incelendiğinde, testin birinci sorusuna doğru yanıtla birlikte yanlış neden verme oranının kimya öğretmen adayları açısından Anadolu lisesi öğrencilerine göre yüksek olması ve aynı soruya yanlış yanıtla birlikte yanlış neden verme oranları açısından da yine Anadolu lisesi öğrencileri ile benzer oranlara sahip olmaları şaşırtıcıdır.

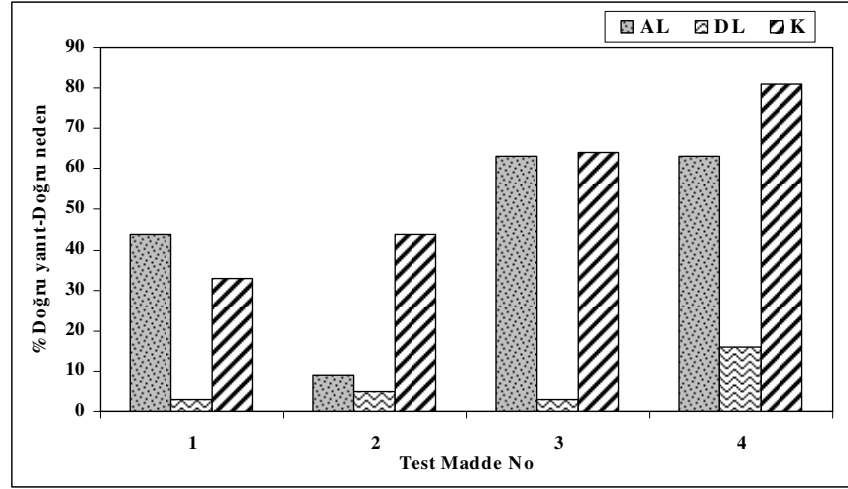
Öte yandan testin ikinci sorusuna öğretmen adayları en yüksek oranda doğru yanıt ile birlikte doğru nedeni vermişler (% 44) ve en düşük oranda yanlış yanıt ile birlikte yanlış nedeni (% 33) vermişlerdir. Testin üçüncü sorusuna tüm yanıtlayıcılar aynı oranda (% 3) yanlış yanıt ile birlikte doğru nedeni verirken, düz lise öğrencileri en yüksek oranda yanlış yanıt ile yanlış nedeni (% 43) belirtmişlerdir. Yine testin son sorusuna düz lise öğrencileri en düşük oranda doğru yanıt (% 16) verirken, aynı zamanda da en yüksek oranda (% 38) yanlış seçenekle birlikte yanlış yanıtı vermişlerdir. Testte yer alan sorulara verilen tüm bu yanıt oranlarına bakıldığında, düz lise

öğrencilerinin en başarısız grup olduğu ortadadır. Bununla birlikte Anadolu lisesi öğrencilerinin test başarıları açısından kimya öğretmen adayları ile karşılaştırılabilir bir başarı düzeyine sahip oldukları Çizelge 1’de görülmektedir.



Şekil 1. Soruları yanıtlamama yüzdesinin test maddelerine göre değişimi

Şekil 1’e bakıldığında tüm sorularda, düz lise öğrencilerin soruları yanıtlamama (boş bırakma) yüzdesinin Anadolu lisesi öğrencilerine ve kimya öğretmen adaylarına göre oldukça yüksek olduğunu görülmektedir. Bu bulgu, düz lise öğrencilerinin genel olarak Le Chatelier prensibini anlamakta ve uygulamakta zorluklar yaşadıklarını ve dolayısıyla soruları yanlış yanıtlamaktan çekinmiş olabileceklerini göstermektedir. Öte yandan Anadolu lisesi öğrencileri ise en fazla üçüncü ve dördüncü soruları (% 16) yanıtsız bırakmıştır. Bu sorular, dengedeki bir sisteme soygaz ve katalizör eklenmesi ile ilgili olan sorulardır. Anadolu lisesi öğrencilerinin düz lise öğrencilerine göre testteki sorulara boş yanıt verme yüzdelerinin daha düşük olması prensiple ilgili daha iyi bir öğretim almış olabilmeleri ile açıklanabilir. Kimya öğretmen adayları ise birinci soru hariç diğer soruları (% 6) ve (% 8) gibi değişen oranlarda yanıtlamamışlardır. Kimya öğretmen adaylarının soruları yanıtlamama yüzdesinin düşük olması, diğer yanıtlayıcılara göre bu konuda daha uzun bir eğitim geçmişine sahip olmalarından kaynaklanan beklenen bir durumdur.



Şekil 2. Doğru yanıt ile birlikte doğru nedenin verilme yüzdesinin test maddelerine göre değişimi

Soruları en fazla boş bırakma yüzdesine sahip olan düz lise öğrencilerinin şekil 2 incelendiğinde; doğru seçenekle birlikte doğru yanıt verme yüzdelерinin de çok düşük olduğu görülmektedir. Bu bulgu düz lise öğrencilerinin Anadolu lisesi öğrencilerine göre, Le Chatelier prensibi ile ilgili kavramsal soruları doğru yanıtlamakta ne kadar başarısız olduklarını açıkça göstermektedir. Bu durum çeşitli nedenlerle açıklanabilir. İlki, bu öğrenciler prensibin nitel tanımını yüzeysel olarak öğrenmiş olabilirler. Eksik ve yüzeysel olarak öğrenilen kavramlar ise zamanla unutulur ve artık amaca hizmet etmez hale gelir. Dolayısıyla öğrencilerin prensibi yeni durumlara uygulamada güçlük yaşamaları doğal hale gelir. İkinci sebep, kendi öğretmenlik deneyimlerimizden de bildiğimiz üzere Anadolu liselerinde öğrenim gören öğrencilerin belli bir zihinsel kapasiteye sahip oluşu, bu öğrencilerin soyut kavramları daha kolay anlamalarında onlara düz lisede öğrenim gören akranlarına göre avantaj sağlamakta ve derslerde daha aktif birer öğrenen olmalarına yol açmaktadır. Öğrencilerin derste aktif olmaları, dersi işlemeye en az istekli olan öğretmeni bile daha üst düzeyde ders işlemeye motive etmekte ve böylece bu öğrenciler dersten maksimum yarar sağlamaktadır. Bunun yanında Anadolu lisesi öğrenci velilerinin çocukları ile ilgili yüksek beklentilerinin olması, onların, öğrencilerinin sorunları ile daha çok ilgilenmelerine yol açmaktadır. Bu veli desteği, zaten yüksek motivasyona sahip olan bu öğrencilerin, ders çalışmaya daha istekli olmalarına ve derslerinde daha başarılı olmalarına yol açabilmektedir. Anadolu lisesi öğrencilerinin, soruları nedenleriyle birlikte doğru yanıtlama başarıları açısından, kimya öğretmen adaylarıyla yakın düzeylere sahip oldukları şekil 2'

den de görülmektedir. Öte yandan düz lise öğrencilerinin Anadolu lisesi öğrencilerinin sahip olduğu destek ve olanaklara sahip olmadığı ülkemizde gözlenen genel bir olgudur. Ayrıca düz lise sınıflarının genel olarak yüksek zihinsel kapasitedeki öğrencilerden oluşmaması da Le Chatelier prensibi gibi daha çok soyut kavramlarla ilgili soruları, bu öğrencilerin, nedenleriyle birlikte doğru yanıtlamada başarısız olmalarına yol açmış olabilir.

Öğrencilerin ve öğretmen adaylarının testteki soruların ikinci kısmına verdiği yazılı yanıtlar incelendiğinde, Le Chatelier prensibinin uygulananı ile ilgili alanyazında da rastlanılan çeşitli yanılgılara sahip oldukları görülmüştür. Testin ilk sorusu, homojen fazda dengede olan gaz sistemine dışarıdan ürün eklenmesi ile ilgilidir. Öğrencilerin verdiği yanıtlara bakıldığında bu soru ile ilgili Anadolu lisesi öğrencilerinin çoğunlukla; *"Dengede olan kapalı bir sisteme dışarıdan ürün eklenirse denge değişmez, sadece sistemde bulunan ürün moleküllerinin sayısı artar"* yanılgısına, ayrıca bazı öğrencilerin *"Tepkimenin her iki tarafındaki molekül sayısı eşitlenirse denge kurulur"* kavram yanılgısına sahip oldukları görülmüştür. Öğrencilerin bu yanıtları verirken denge bağıntısından yararlanmadıkları, dengedeki türlerin birbirine olan oranını dikkate almadıkları görülmüştür. Bu soru ile ilgili olarak düz lise öğrencilerinin ise; *"Dışarıdan eklenen ürün tepkimeye girerse, tepkime ısı verdiğiinden giren ürünün miktarı azalır ve yeni denge kurulduğunda hem ürünün hem de girenin molekül sayısı birbirine eşitlenir"*, *"Ekzotermik tepkimelerde madde eklendiğinde denge ürünler lehine bozulur-dışarıdan eklenecek olan maddenin hep giren olarak düşünülmesi"*, *"Ürün eklense bile yeni kurulacak dengede ürün/giren oranı değişmez"*, *"Denge, ürün molekül sayısının giren molekül sayısına eşit olduğu durumdur"*, *"Ürün eklenirse denge değişmez, sadece sistemde bulunan ürün moleküllerinin sayısı artar"*, biçiminde ifade edilebilen yanılgılara sahip oldukları görülmüştür. Bu öğrenciler de denge bağıntısını bu soruya uygulayamamışlar ve görüldüğü gibi yanılgılı yanıtlar vermişlerdir. Bazı öğretmen adaylarının da; *"Ürün eklenirse denge değişmez, sadece sistemde bulunan ürün moleküllerinin sayısı artar"*, *"Ürün eklenirse, dengede ürünlerin konsantrasyonu azalırken girenlerinki artar"*, *"Dışarıdan ürün eklenirse, sistem bu etkiyi azaltmak için girenler yönüne kayar, ürün miktarı azalır giren miktarı artar ve denge kurulur"* ve *"Ürün eklendikten sonra yeniden dengeye geldiğinde, ürün molekül sayısı giren molekül sayısına eşit olur"* gibi lise öğrencileriyle benzer yanılgılara sahip olmaları, önceki dönemlerde edindikleri yanlış anlamaların lisans eğitimleri boyunca da devam ettiğini göstermektedir. Burada, öğretmen adaylarının sorunun çözümünde lise öğrencileri gibi denge bağıntısını kullanmamış olmaları da ilginçtir.

Testin ikinci sorusuna Anadolu ve düz lise öğrencilerinin vermiş oldukları doğru yanıt-doğru neden yüzdeleri (% 9 ve % 5) öğretmen adaylarına göre

(% 44) çok düşük kalmıştır. Anadolu lisesi öğrencilerinin bu soruda; "Sıcaklık arttığında ürünlerin ve girenlerin molekül sayıları da aynı oranda artar", "Tepkime ekzotermik olduğundan, sıcaklık arttığında tepkime hızlanır ve dolayısıyla ürün moleküllerinin sayısı da artar", "Kapalı bir sistemde sıcaklık artırıldığında denge bozulmaz, ürün ve girenlerin molekül sayıları aynı kalır, sıcaklık artışı dengeyi etkilemez", "Sıcaklık artışı sadece hız sabitini artırır, dengeyi bozamaz" biçiminde ifade edilebilen yanılgılar sahip olduğu, düz lise öğrencilerinin ise; "Sıcaklık artışı dengeyi bozmaz, ürün ve girenlerin molekül sayıları aynı kalır", "Sıcaklık arttırıldığında yeni dengede ürünlerin sayısı artar", "Sistem ısı aldığı için endotermik olur", "Ekzotermik tepkimede sıcaklık arttığında ürünler artar girenler sabit kalır" biçiminde benzer yanılgılara sahip olduğu görülmüştür. Ayrıca bazı düz lise öğrencilerinin, verilen kutucuklardaki moleküllerin dağılışı biçimine göre soruyu yanıtladıklarına rastlanılmıştır. Kimya öğretmen adaylarının da aynı soruda; "Sistem ekzotermik olduğundan denge girenler yönüne kayar, dengede hem girenlerin hem de ürünlerin mol sayıları artmıştır", "Kapalı bir sisteme dışarıdan madde eklenmediğinden sadece sıcaklık artışı dengeyi bozmaz", "Sıcaklık artışı denge sabitinin sayısal değerini değiştirmez" ve "Sıcaklık artışı denge sabitinin sayısal değerini artırır" şeklinde ifade edilen yanılgılara sahip oldukları anlaşılmıştır. Bu soruda yanıtlayıcıların tümünün sahip olduğu ortak yanılgıların ekzotermik bir tepkimede sıcaklığın artırılmasının, denge sabitinin sayısal değerini azaltacağını dolayısıyla dengedeki ürünlerin miktarı azalırken girenlerin miktarının artması gerektiğini bilmemelerinden kaynaklandığı görülmektedir. Bu bulgular, Gorodetsky ve Gussarsky'nin (1986) çalışma bulguları ile uyum içerisindedir.

Çizelge 1 ve Şekil 2' ye bakıldığında, dengedeki sisteme dışarıdan soygaz eklenmesi ile ilgili olan testin üçüncü sorusuna, Anadolu lisesi öğrencileri ve kimya öğretmen adayları yakın yüzdelerle (% 63 ve % 64) doğru yanıtla birlikte doğru nedeni vermişlerdir. Buna karşın düz lise öğrencilerinin doğru yanıt yüzdesi % 3'te kalmıştır. Bu soruda Anadolu lisesi öğrencileri; "Yabancı gazlar etkilemez", "He gazı hacmi azaltır, basıncı artırır ama mol sayısını değiştirmeden denge bozulmaz", "He eklenmesi basıncı ve dolayısıyla mol sayısını arttırdığından denge bozulur" yanılgılarını, düz lise öğrencileri ise; "He gazı eklenince tepkime daha uzun sürer, denge bozulur" ve "He gazı eklenince, denge ürünler lehine kayar" yanılgılarına sahip olduklarını göstermişler ve bunların yanında soruya çok sayıda anlamsız yanıtlar vermişlerdir. Bazı öğretmen adayları ise aynı soruya; "Ortama yabancı madde eklendiğinde denge sabiti değişmez", "He eklenmesi dengeyi girenler tarafına kaydırır", "Sisteme ortamda bulunmayan bir madde ilave edilirse denge durumu değişmez", "Denge bozulur, çünkü girenlere bir madde eklendiği için denge bu etkiyi azaltmak için ürünler yönüne kayar" biçiminde

yanılgılı yanıtlar vermişlerdir. Bu soruya yanılgılı yanıtlar veren öğrenciler ve öğretmen adaylarının; tepkimeye dışardan bir soygaz eklenmesi sonucunda toplam basıncın artmasına rağmen ortamdaki türlerin kısmi basınçlarının değişmeyeceğini, girenler ve ürünler tarafında bulunan gaz moleküllerinin verilen tepkime denkleminde de görülebileceği gibi eşit mol sayıda olmaları nedeniyle, hesaplayamadıkları ve bu nedenle denge durumunun bozulmayacağını tahmin edemedikleri anlaşılmaktadır. Bununla birlikte sisteme dışarıdan eklenen her yabancı maddenin dengeyi bozmayacağı düşüncesinin bilimsel temelden yoksun olduğu da ortadadır. Verilen yanıtlardan bazı öğretmen adaylarının denge ortamında hem girenlerin hem de ürünlerin birlikte bulunduğunu bilmedikleri, denge ortamını bir bütün olarak ele almadıkları; girenler tarafı ve ürünler tarafı olarak ayrı ayrı ele aldıkları ve bu nedenle Helyum gazını girenler tarafında düşünerek yanılgılı yanıtlar verdikleri görülmüş, bu duruma Johnstone ve arkadaşlarının (1977) çalışmasında da rastlanılmıştır.

Şekil 2'ye bakıldığında testin son sorusuna verilen doğru-yanıt doğru-neden yüzdesinin tüm yanıtlayıcılar açısından artış gösterdiği görülmektedir. Bu soruya Anadolu lisesi öğrencileri; *"Katalizör eklenmesi dengeyi bozar, daha fazla ürün oluşmasını sağlar"* ve *"Katalizör eklendiğinde aktifleşme enerjisi düşer, ürün miktarı artar"* yanılgılı yanıtları vermişlerdir. Düz lise öğrencileri ise aynı soruya; *"Katalizör eklendiğinde denge girenler yönüne kayar"*, *"Katalizör eklendiğinde denge ürünler yönüne kayar"*, *"Katalizör ortamdaki tüm türlerin derişimlerini düşürür"* gibi yanılgılı yanıtları vermişlerdir. Çok az sayıda öğretmen adayı da bu soruya; *"Katalizör tepkimeyi hızlandıracağı için ürün oluşumu daha fazla olur"* yanılgılı yanıtını vermiştir. Bu yanılgılar, bazı öğrenci ve öğretmen adaylarının katalizörün tepkimelerdeki temel işlevi konusunda kafa karışıklığına sahip olduğunu göstermektedir. Katalizörün denge sabitinin değerini değiştirmedeği ancak aktifleşme enerjisini düşürüp ileri ve geri yöndeki hızları aynı oranda artırarak dengeye gelme süresini kısalttığı bilgisinden yoksun oldukları anlaşılmaktadır.

Bu kavramsal test ile yöneltilen soruların, denge bağıntısı kullanılarak ve ekzotermik tepkimelerde sıcaklığın dengeye etkisi bilinerek kolayca çözülebilir nitelikte olduğu Ek 1de açıkça görülmektedir. Ancak öğretmen adaylarının prensibin uygulanışı ile ilgili çeşitli yanılgılara sahip olması nedeniyle soruların çözümünde bu bilgileri doğru kullanamamış olması, günümüz yapılandırmacı fen eğitimi anlayışına uygun yeterli bir hizmet öncesi eğitim alamamış olduklarını göstermektedir. Lise öğrencilerinin sahip olduğu yanılgılar da, onların benzer bir eğitim sürecinden geçmekte olduklarını göstermektedir.

IV. SONUÇ ve ÖNERİLER

Araştırma sonucunda elde edilen bulgular analiz edildiğinde, tüm sorularda, düz lise öğrencilerin soruları yanıtlamama yüzdesinin Anadolu lisesi öğrencilerine ve kimya öğretmen adaylarına göre oldukça yüksek olduğunu görülmüştür. Soruları en fazla boş bırakma yüzdesine sahip olan düz lise öğrencilerinin, doğru seçenikle birlikte doğru yanıt verme yüzdesinin de çok düşük olduğu görülmüştür. Düz lise öğrencilerinin soruları çözmedeki bu düşük başarı düzeyleri değişik açılardan irdelenmiştir. Öte yandan Anadolu lisesi öğrencilerinin soruları nedenleriyle birlikte doğru yanıtlamadaki başarıları, kimya öğretmen adayları ile karşılaştırılabilir düzeylerde bulunmuştur. Testin geneline bakıldığında öğrencilerin ve öğretmen adaylarının doğru yanıt-doğru neden yüzdesi ilk iki soruda düşük seviyelerde kalmış daha sonra bu oranlar diğer sorularda giderek olumluya doğru yükselmiştir.

Testteki soruların ikinci kısmına verilen yazılı yanıtlar incelendiğinde, öğrencilerin ve öğretmen adaylarının Le Chatelier prensibinin uygulanışı ile ilgili alanyazında da sıkça rastlanılan çeşitli yanlışlara sahip oldukları görülmüştür. Özellikle öğretmen adaylarının öğrencilerle benzer yanlışlara sahip olmaları, bu prensibi yeterince iyi öğrenememiş olduklarını göstermektedir. Oysa öncelikle öğretmenlerin öğrencilerine öğretecekleri kavramlarla ilgili sağlam ve doğru anlamalara sahip olmaları gerekir. Aksi takdirde öğretmenlerin kavramlara ve uygulamalarına ilişkin sahip oldukları yanlış anlamaları, öğrencilerine sınıfta aktarmaları kaçınılmaz hale gelebilir. Bu durum, öğretmen adaylarının, ön bilgilerinin ve kavram yanlışlarının dikkate alındığı bir hizmet öncesi eğitimden geçirilmelerinin önemini ortaya koymaktadır. Ülkemizde öğretmen adaylarına böyle bir eğitimi vermekle görevli olan kurumlar ise eğitim ve fen edebiyat fakülteleridir. Burada özellikle fen edebiyat fakültelerine büyük görevler düşmektedir. Çünkü kimya öğretmen adayları alan eğitimlerini genellikle fen-edebiyat fakültelerinden almaktadırlar. Bu fakültelerde ise çoğunlukla geleneksel anlayışa uygun bir eğitim ve öğretim yapıldığından, öğretmen adaylarına böyle bir eğitimi vermekte yetersiz kaldıkları bilinmektedir. Bu nedenle, öğretmen yetiştirme sürecinde fen-edebiyat fakülteleri ile eğitim fakültelerinin eşgüdüm içinde hareket etmeleri bir zorunluluk olarak karşımıza çıkmaktadır. Ancak fakülteler arasında böyle bir eşgüdümün sağlanamadığı ise gerçektir. Bununla beraber fen edebiyat fakültesi öğretim elemanları, eğitim fakültesinin ilgili birimlerinde görev yapan öğretim elemanları tarafından düzenlenebilecek seminerlerle modern öğrenme-öğretme ve ölçme değerlendirme süreçleri hakkında bilgilendirilebilir. Böylece, bu fakültelerin öğretim elemanlarının, verdikleri

kimya alan derslerini günümüzde kabul gören yapılandırmacı eğitim anlayışına uygun etkinliklerle yürütebilmeleri sağlanarak, kendisi kavram yanlışlarına sahip olmayan ve sadece doğru bilgiyi öğrencilerine aktarmakla yetinmeyip öğrencilerinin edindikleri yeni bilgileri ön bilgileri ile ilişkilendirmelerine yardım edebilen kimya öğretmenleri yetiştirme sürecine de dolayısıyla katkıda bulunulabilir.

Araştırmada kullanılan bu tip iki aşamalı tanı testlerine benzer testler geliştirilerek öğrencilerin ve öğretmen adaylarının öğretimleri sırasında Le Chatelier prensibi ile ilgili yanlış anlamaları zamanında tespit edilebilir. Ayrıca Canpolat ve arkadaşları (2006) tarafından uygulanan yöntemlere benzer farklı alternatif kavramsal değişim yaklaşımları ile bu yanlışların, daha öğretim sürecinin başındayken giderilmesinin yolları araştırılabilir.

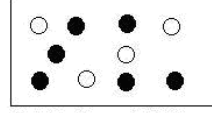
KAYNAKLAR

- Alexander, J. (1998). "Conceptual Questions" on Le Chatelier's Principle, *Journal of Chemical Education*, 75, 1175.
- Atılboz N. G. (2004). Lise 1. Sınıf Öğrencilerinin Mitoz ve Mayoz Bölünme Konuları İle İlgili Anlama Düzeyleri ve Kavram Yanlışları, *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24 (3), 141-157
- Azizoğlu N. (2004). *Conceptual Change Oriented Instruction and Students' Misconceptions in Gases*. Doktora tezi, ODTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Banerjee, A.C. (1991). Misconceptions of students and teachers in chemical equilibrium. *International Journal of Science Education*, 13, 487-494.
- Banerjee, A.C., & Power, C.N. (1991). The development of modules for the teaching of chemical equilibrium, *International Journal of Science Education*, (13), 355-362.
- Canpolat, N., Pınarbaşı T., Bayrakçeken S ve Geban Ö. (2006). The conceptual change approach to teaching chemical equilibrium, *Research in Science & Technological Education*, 24(2), 217-235
- Çalık M ve Ayas A. (2005). A comparison of level of understanding of eighth-grade students and science student teachers related to selected chemistry concepts, *Journal of Research in Science Teaching*, 42 (6), 638-667
- Gilbert, K., De Jong, O., Justi, R., Treagust, D.F. & Van Driel, J.H. (2002). *Chemical Education: Towards Research-based Practice*. Kluwer Academic publishers, Dordrecht , 277-278.

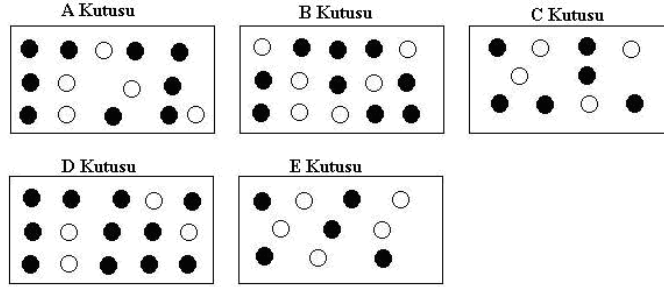
- Gorodetsky, M. & Gussarsky, E. (1986). Misconceptions of the chemical equilibrium concept as revealed by different evaluation methods, *European Journal of Science Education*, 8, 427-441
- Hackling, M.W. & Garnett, P.J. (1985). Misconceptions of chemical equilibrium. *European Journal of Science Education*, (7), 205-214.
- Johnstone A.H., MacDonald, J.J. ve Webb, G. (1977). Chemical equilibrium and its' conceptual difficulties. *Education in Chemistry*, 14, 169-171
- Pedrosa, M. A ve Dias, M.H. (2000). Chemistry textbook approaches to chemical equilibrium and student alternative conceptions, [Electronic version], *Chemistry Education: Research and Practice*, 1(2), 227-236
- Piquette, J.S ve Heikkinen, H.W. (2005). Strategies reported used by instructors to address student alternate conceptions in chemical equilibrium, *Journal of Research in Science Teaching*, 42, 1112-1134
- Quilez, J. (2004). Changes in concentration and in partial pressure in chemical equilibria: Student's and teacher's misunderstandings. [Electronic version], *Chemistry Education: Research and Practice*. 5, 281-300
- Quilez, J, Solaz P ve Joan J. (1995). Students' and Teachers' Misapplication of Le Chatelier's Principle: Implications for the Teaching of Chemical Equilibrium, *Journal of Research in Science Teaching*, 32, 939-957
- Sanders M. (1993). Erroneous ideas about respiration: The teacher factor, *Journal of Research in Science Teaching*, 30 (8), 919-934
- Trepow R.S. (1980). Le Chatelier's Principle. A reexamination and method of graphic illustration, 57 (6), 417-420.
- Trundle KC., Atwood RK & Christopher JE. (2002). Preservice elementary teachers' conceptions of moon phases before and after instruction, *Journal of Research in Science Teaching*, 39 (7), 633-658
- Voska, K.W. & Heikkinen, H.W. (2000). Identification an analysis of student conceptions used to solve chemical equilibrium problems. *Journal of Research in Science Teaching*, (37), 160-176.

EK. LE CHATELIER PRENSİBİ KAVRAMSAL TESTİ

$\text{O (gaz)} \rightleftharpoons \bullet \text{(gaz)}$ denklemleri ile gösterilen ekzotermik (ısı veren) tepkimesi, başladıktan bir süre sonra Şekil 1. de gösterildiği gibi dengeye ulaşmıştır. Tepkimde gaz molekülleri O ve \bullet sembolleri ile gösterilmektedir.



Şekil 1. Dengedeki Sistem



Yukarıdaki şekillere göre aşağıdaki soruları yanıtlayınız.

Not: Her soru için verilen durum yeni bir durumdur ve bir önceki sorudan bağımsızdır! Ayrıca tepkime kabının hacmi sabittir. Soruları yanıtlarken lütfen bunları dikkate almayı unutmayınız.

1) Şekil 1. de dengede olan sisteme dışarıdan biraz \bullet eklendiğinde, oluşan yeni denge durumunu A, B, C, D, E kutularından hangisi en iyi temsil eder? Yanıtınızı aşağıdaki seçeneklerin içine (**X**) koyarak veriniz.

A () B () C () D () E ()

Verdiğiniz bu yanıtın **nedeni**ni aşağıdaki boşluğa kısaca açıklayınız.

2) Şekil 1. de dengede olan sistemin **sıcaklığı artırıldığında**, oluşan yeni denge durumunu A, B, C, D, E kutularından hangisi en iyi temsil eder?

A () B () C () D () E ()

Verdiğiniz bu yanıtın **nedeni**ni aşağıdaki boşluğa kısaca açıklayınız.

3) Şekil 1. de dengede olan sisteme Helyum gazı eklendiğinde, oluşan yeni denge durumunu A, B, C, D, E kutularından hangisi en iyi temsil eder?

A () B () C () D () E ()

Verdiğiniz bu yanıtın **nedenini** aşağıdaki boşluğa kısaca açıklayınız.

4) Şekil 1. de dengede olan sisteme katalizör eklendiğinde, oluşan yeni durumu A, B, C, D, E kutularından hangisi en iyi temsil eder?

A () B () C () D () E ()

Verdiğiniz bu yanıtın **nedenini** aşağıdaki boşluğa kısaca açıklayınız.
