

T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
KİMYA EĞİTİMİ BİLİM DALI

KAVRAMSAL DEĞİŞİM METİNLERİNİN
KİMYASAL DENGİ BAŞARISI ÜZERİNE ETKİSİ

74 72 59

DOKTORA TEZİ

Hazırlayan
Hüseyin AKKUŞ

Tez Danışmanı
Prof. Dr. Basri ATASOY

Ankara-2004

Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne

Hüseyin AKKUŞ'a ait "KAVRAMSAL DEĞİŞİM METİNLERİNİN
KİMYASAL DENGİ BAŞARISI ÜZERİNE ETKİSİ" adlı çalışma jürimiz
tarafından Kimya Eğitimi Bilim Dalında DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.



Başkan: Prof. Dr. Fitnat KÖSEOĞLU



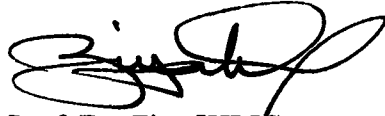
Üye : Prof. Dr. Basri ATASOY (Danışman)



Üye : Prof. Dr. Ömer GEBAN



Üye : Prof. Dr. Ramazan TEZCAN



Üye : Prof. Dr. Ziya KILIÇ

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca bir bilim adamı olarak değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren, tecrübelerini esirgmeden faydalanılması için öğrencilerine sunan, atılan her adımın ülke faydasına olması gerekliliğini ve her değişimin mutlaka gençler tarafından yapılacağını vurgulayarak bizleri cesaretlendiren hocam Sayın Prof. Dr. Basri ATASOY'a, karşılaştığım problemlerde bana yardımcı olan, hocam Sayın Prof. Dr. Ömer GEBAN'a, çalışmalarım sırasında oda arkadaşlığından ziyade bir dost olarak her zaman yanımda olan, araştırma için kullanılan video çekimlerine ve çalışma süresince bölümdeki laboratuvar derslerine yardımcı olan Sayın Arş. Gör. Hakkı KADAYIFÇI'ya teşekkür ederim.

Çalışma süresince her zaman yardımcı olan Çağrıbey Anadolu Lisesi müdürü Sayın Zerrin HAMARAT hanıma, Çalışma için sınıfların ayarlanmasında yardımcı olan kimya öğretmenleri Sayın Nurcan ŞAMRUH hanım ve Sayın Sebiha KAVAK hanıma, samimi ve istekli olarak çalışmalara katılan 10 Fen A, 10 Fen B ve 10 Fen C, sınıfı öğrencilerine, çalışmalarım boyunca manevi destekleriyle yanımda olan Kimya Eğitimi Anabilim Dalı araştırma görevlilerine teşekkürü bir borç bilirim.

Beni bugünlere getiren ve gösterdikleri her türlü manevi destekle başarılı olmam için ellerinden gelen her şeyi yapmaya çalışan sevgili annem Arzu AKKUŞ ve babam Ahmet AKKUŞ'a, çalışmalarım boyunca beni yürekten destekleyen ve hep yanımda olan kızım Ceren AKKUŞ ve eşim Hüsnüye AKKUŞ'a teşekkür ederim.

ÖZET

KAVRAMSAL DEĞİŞİM METİNLERİNİN KİMYASAL DENGİ BAŞARISI ÜZERİNE ETKİSİ (Doktora Tezi)

Hüseyin AKKUŞ

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Aralık 2004**

Bu çalışmanın amacı; öğrencilerin kimyasal denge ile ilgili kavramları anlamalarını kolaylaştıracak ve yanlış kavramaların oluşmasını azaltacak kavramsal değişim metinleri hazırlamak ve öğrencilerin ÖBT, MDGT, KDKT-i ve TT puanları kontrol altına alındığında, lise 2. sınıf öğrencilerinin kimyasal denge ile ilgili kavramsal başarıları üzerine kavramsal değişim metinlerinin kullanıldığı yapılandırmacı yaklaşımın ve ders kitaplarının kullanıldığı geleneksel öğretim yaklaşımının etkilerini karşılaştırmaktır.

Çalışma 2003-2004 öğretim yılının ikinci döneminde Ankara'nın Mamak ilçesindeki Çağrıbey Anadolu Lisesinde iki farklı fen sınıfında öğrenim gören 44 lise II. sınıf öğrencisinin katılımı ile yapıldı. Sınıflardan biri deneysel grup diğeri ise kontrol grubu olarak seçildi. Kimyasal denge konusu deneysel grupta kavramsal değişim metinlerinin kullanıldığı yapılandırmacı yaklaşımla, kontrol grubunda ise ders kitaplarının kullanıldığı geleneksel öğretim yaklaşımıyla sunuldu. Uygulamadan

önce öğrencilerin ön bilgilerini, mantıksal düşünme yeteneklerini, kimyasal denge ile ilgili önbilgilerini ve kimya dersine olan tutumlarını kontrol altına almak amacıyla her iki gruba da ÖBT, MDGT, KDKT-i ve TT uygulandı. Uygulama sonrasında KDKT-s olarak tekrar uygulandı. Öğrencilerin kavramsal başarı, tutum ve algoritmik başarıları arasındaki ilişkiyi ölçmek için başarı testi uygulandı. Ayrıca hem öğrencilerin hem de öğretmenlerin kimyasal dengeyle ilgili yanlış kavramalarını belirlemek amacıyla çoğunluğu öğrencilerin yanlış kavramalarından oluşan doğru yanlış formatında bir test uygulandı.

Çalışmanın sonunda kimyasal denge ile ilgili kavram testinden aldıkları puanlara göre kontrol ve deney grubundan seçilen (yüksek 3, orta 3 ve düşük 3 öğrenci) toplam 18 öğrenciyle her biri 20-25 dakika süren mülakatlar yapıldı. Mülakatlardaki amaç, öğrencilerin kimyasal dengeyle ilgili kavramsal algılamalarını derinlemesine incelemektir. Mülakata, öğrenciler gönüllü olarak katıldı ve ses kaydı öğrencinin izniyle yapıldı. Mülakatların sonucunda öğrencilerin kimyasal denge ile ilgili episodları, dizgeleri, önermeleri ve öğrenim sonrasında devam eden yanlış kavramaları belirlendi.

Çalışmanın hipotezlerini test etmek için t-testi, korelasyon ve ANCOVA analizi kullanıldı. Analiz sonuçları; kavramsal değişim metinlerinin kullanıldığı yapılandırmacı yaklaşımın öğrencilerin kimyasal dengeyle ilgili kavramsal başarıları üzerine, ders kitaplarının kullanıldığı geleneksel öğretim yaklaşımına göre daha etkili olduğunu gösterdi. Öğrencilerin kimya dersine olan tutumlarının ve kimyasal denge ile ilgili önbilgilerinin kimyasal denge kavramlarının anlaşılması üzerine istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi olmamasına rağmen, mantıksal düşünme yeteneklerinin ve önbilgilerinin kimyasal denge ile ilgili kavramsal başarıları üzerine etkisi istatistiksel olarak anlamlıdır ve öğrencilerin kimya dersine olan tutumları ile kavramsal başarıları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki vardır.

ABSTRACT**THE AFFECT OF CONCEPTUAL CHANGE TEXTS ON
CHEMICAL EQUILIBRIUM ACHIEVEMENT***(Ph.D. Thesis)***Hüseyin AKKUŞ****GAZİ UNIVERSITY
INSTITUTE OF EDUCATIONAL SCIENCES****December-2004**

The purpose of this study was to prepare conceptual change texts which will facilitate the understanding of concepts related to chemical equilibrium and decrease the formation of the misconceptions and when students' ÖBT, MDGT, KDKT-i and TT score are controlled, to compare the effects of traditional instructions approach in which textbooks are used with constructivist approach in which conceptual change texts are used on 10th grade students conceptual achievement related to chemical equilibrium.

This study was administered to a total 44 10th grade students who were being educated in two different science classes in Çağrıbey Anatolian High school in Mamak during the second term of 2003-2004. One of the classes was assigned as control group and the other one was assigned as experimental group. In experimental group, chemical equilibrium subject was presented with the constructivist approach in which conceptual change texts were used, while in control group it was presented

with traditional instruction approach in which textbooks were used. Before the application this study ÖBT, MDGT, KDKT-I and TT-i were assigned in both groups to control students' prior knowledge, group assessment of logical thinking, their prior knowledge related to chemical equilibrium and their attitudes to chemistry lesson. After application, this test was reapplied as CECT-p. Also, an achievement test was applied to measure the correlations between students' conceptual achievement attitude and algorithmic achievements. Also, in order to identify both students' and teachers' misconceptions related to chemical equilibrium, a true-false test which mostly consisted of students' misconceptions were applied.

At the end of the study, interviews, each of them lasting 20-25 minutes, were made with total 18 students who were selected from experimental and control group according to the scores they took from concept test related to chemical equilibrium. The purpose in these interviews was to investigate students' conceptual understanding with chemical equilibrium. Students participated in this interview willingly and interview was recorded with the permission of students. At the end of interviews, students' episodes, strings, propositions and misconceptions existing after application and related with chemical equilibrium were identified.

ANCOVA, t-test and correlations analysis was used to test study's hypothesis. The results showed that constructivist approach in which conceptual change texts were used more effective on students' conceptual achievements related to chemical equilibrium than traditional instruction approach in which textbooks were used. Although students' attitudes to chemistry lesson, their prior knowledge related to chemical equilibrium don't influence the understanding of chemical equilibrium concepts statistically, the effect of their logical thinking ability and their prior knowledge on their conceptual achievements related to chemical equilibrium is statistically significant and there is a significant relationship between students' attitudes to chemistry lesson and conceptual achievement.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT.....	iv
İÇİNDEKİLER.....	vi
KISALTMALARIN LİSTESİ.....	ix
TABLO VE ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	x
1. GİRİŞ.....	1
2. TEORİK ÇERÇEVE	8
2.1. Yanlış Kavramalar.....	8
2.2. Kimyasal Denge ile ilgili Yanlış Kavramalar.....	15
2.3. Geleneksel Öğretim Yaklaşımı.....	19
2.4. Yapılandırmacı Yaklaşım.....	20
2.5. Kavramsal Değişim Yaklaşımı.....	27
2.6. Tahmin–Gözlem–Açıklama (TGA).....	39
2.7. Analogiler.....	40
2.8. Kavram Haritası.....	59
2.9. Öğrenme Döngüsü.....	61
2.10. Çürütme Metinleri.....	69
2.11. Mülakatlar.....	73
3. PROBLEMLER VE HİPOTEZLER.....	77
3.1. Problem Cümlesi.....	77
3.2. Alt Problemler.....	77
3.3. Hipotezler.....	78

4. ARAŞTIRMA DESENİ	79
4.1. Deneysel Desen.....	79
4.2. Örneklem.....	80
4.3. Değişkenler.....	82
4.3.1. Bağımlı Değişkenler.....	82
4.3.2. Bağımsız Değişken.....	82
4.3.3. Kontrol altına alınan değişkenler (Kovaryantlar).....	83
4.4. Ölçüm Araçları.....	83
4.4.1. Kimyasal Denge İle ilgili Kavram Testi.....	83
4.4.2. Mantıksal Düşünme Grup Testi.....	84
4.4.3. Önbilgi Testi.....	85
4.4.4. Kimyasal Denge Kavram Testi (Doğru-Yanlış)	86
4.4.5. Kimyasal Denge Başarı Testi.....	86
4.4.6. Gündüsel İnanç Anketi (Tutum Testi).....	87
4.4.7. Mülakat.....	88
4.5. Yöntem.....	88
4.6. Verilerin Analizi.....	92
4.7. Varsayımlar ve Sınırlılıklar.....	93
4.7.1. Varsayımlar.....	93
4.7.2. Sınırlılıklar.....	93
5. SONUÇLAR	94
5.1 Sonuçlar	94
5.2 Hipotez 1'in Test Edilmesi	98
5.3. Hipotez 2'nin Test Edilmesi	99
5.4. Hipotez 3'ün Test Edilmesi	100
5.5. Hipotez 4'ün Test Edilmesi	101
5.6. Hipotez 5'in Test Edilmesi	101
5.7. Kimyasal Denge ile ilgili Kavram Testi Sonuçlarının Analizi	102
5.8. Mülakat Analizleri	120

6. TARTIŞMA VE ÖNERİLER.....	129
6.1. Sonuçlar.....	129
6.2. Tartışmalar.....	132
6.3. Öneriler.....	135
 KAYNAKÇA	 136
 EKLER.....	 151
Ek-1 Kavramsal Değişim Metinleri.....	152
Ek-2 Kimyasal Denge İle İlgili Kavram Testi.....	205
Ek-3 Mantıksal Düşünme Grup Testi.....	220
Ek-4 Önbilgi Testi.....	235
Ek-5 Kimyasal Denge Kavram Testi (doğru-yanlış).....	244
Ek-6 Kimyasal Denge Başarı Testi.....	246
Ek-7 Güdüsel İnanç Anketi.....	249
EK-8 Mülakat Soruları.....	251

KISALTMALARIN LİSTESİ

GÖY	: Geleneksel Öğretim Yaklaşımı
YY	: Yapılandırmacı Yaklaşım
MDGT	: Mantıksal Düşünme Grup Testi
ÖBT	: Önbilgi Testi
KDKT-i	: Kimyasal Denge ile ilgili Kavram Testi-ilk
KDKT-s	: Kimyasal Denge ile ilgili Kavram Testi-son
BT	: Başarı Testi
TT	: Tutum Testi (Güdüsel İnanç Anketi)
DKTdy	: Denge Kavram Testi (doğru-yanlış)
DG	: Deneysel grup
KG	: Kontrol grubu
$\bar{X}$	: Ortalama Değer
Sd	: Serbestlik Derecesi
N	: Öğrenci Sayısı
SS	: Standart Sapma
ΣX^2	: Karelerin Toplamı
$\overline{X^2}$	: Karelerin Ortalaması
P, α	: Anlamlılık düzeyi

TABLO VE ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Tablo 1:	Treagust'un OEY (FAR) Modeli.....	58
Tablo 2:	Analoji İle İlgili Bir Ders Örneği.....	58
Şekil 1:	Karplus'un Öğrenme Döngüsü.....	62
Şekil 2:	Revize edilmiş Öğrenme Döngüsü (Barman, 1995).....	65
Şekil 3:	Öğrenme Döngüsü Ders Örneği.....	67
Şekil 4:	Öğrenme Döngüsü Ders Örneği.....	68
Şekil 5:	Çürütme Metni Ders Örneği.....	72
Tablo 3:	Araştırma Deseni.....	80
Tablo 4:	Kontrol ve Kontrol (1) Gruplarına Uygulanan Testlerden Alınan Puanlar ve t-Testi Sonuçları.....	81
Tablo 5:	Kontrol ve Kontrol (1) Gruplarının KDKT-s Puanlarıyla ilgili ANCOVA Sonuçları.....	81
Tablo 6:	Deney ve Kontrol Gruplarına Uygulanan Testlerin t-Testi Sonuçları	94
Tablo 7:	Levene Testi.....	95
Tablo 8:	Tek Grup Kolmogorov-Smirnov Test Sonuçları.....	96
Tablo 9:	Deney ve Kontrol Gruplarının KDKT-s Puanlarıyla ilgili ANCOVA Sonuçları.....	97
Tablo 10:	Kavramsal Başarı, Algoritmik Başarı ve Tutum Arasındaki İlişki...	98
Tablo 11:	Deney ve Kontrol Grubunun MDGT t-Testi Sonuçları.....	98
Tablo 12:	Deney ve Kontrol Grubunun ÖBT t-Testi Sonuçları.....	99
Tablo 13:	Deney ve Kontrol Grubunun KDKT-i t-Testi Sonuçları.....	100
Tablo 14:	Deney Grubu ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin KDKT-s Analizi....	104
Tablo 15:	DG ve KG Öğrencilerinin Kimyasal Dengeyle İlgili Yanlış Kavramaları ve Kavramsal Değişimleri.....	115
Tablo 16:	Öğretmen, DG ve KG Öğrencilerinin Dktdy İlgili Her Bir Soru İçin Verdikleri Doğru Cevap Sayısı ve Başarı Yüzdesi.....	117
Tablo 17:	Her Bir Öğretmen veya Öğrencinin DKTDy ile İlgili Bireysel Başarıları.....	119

1. GİRİŞ

Geçmiş yüzyıllarda eğitim, daha çok var olan bilgi birikiminin, kültürel değerlerin ve yaşamsal becerilerin yeni yetişen kuşaklara aktarılması olarak görülmüştür. Bu bakış açısına göre de öğretmen için amaç bilgiyi aktarmak ve yaymak, öğrenci için ise bilgiyi almaktır. Öğrenme bir transfer işi olarak görüldüğünden dolayı da öğrencinin bilgisi öğretmen tarafından aktarılan bilgi olarak kabul edilmiştir. Ancak ne zamanki bu öğrencilere ne bildiği sorulduğunda ve onlarla mülakatlar yapıldığında öğrencinin bilgisinin öğretmenin bilgisi olmadığı, öğrencinin yaşadığı ortama, kültürel çevreye göre aktarılan bilginin her bir öğrenci tarafından farklı şekilde anlamlandırıldığı ortaya çıkmıştır. O zaman bilim adamları öğrenmeyle ilgili geçmiş yüzyıla kadar kabul ettikleri pozitivist bir felsefenin ürünü olan davranışçılıkla ilgili bakış açılarını, paradigmalarını, sorgulamaya başlamışlardır.

Positivist felsefenin etkili olduğu geleneksel yaklaşıma göre bilgi; hiyerarşik olarak sıralanmış, ortama bağlı olmayan, değerler içermeyen ve küçük parçalara ayrılıp öğrencilerin uzmanlardan öğrenmesini sağlayacak şekilde sıralanmış, ortaya konmuş gerçekler ve teknikler topluluğu, öğrenme ise; yalıtılmış bilgi parçacıklarının ve becerilerin dinleyerek/gözleyerek, ezberleyerek ve alıştırma yaparak arka arkaya toplanması olarak görülmüştür. Bu bakış açılarının doğru olmaması, bakış açlarına alternatif bir bakış açısı doğurmuştur.

Ancak geçen yüzyılın ikinci yarısından sonra yaygınlık kazanan yapılandırmacı yaklaşım ile insanların bilgiyle ilgili paradigmaları değişmiş ve bu paradigmaya göre bilginin yorum olduğu, kişinin kendisi tarafından yapılandırıldığı savunulmuştur. Yapılandırmacı yaklaşımda bilgi kişinin dışında değildir, bilgi bireysel ve sosyal olarak kişinin kendisi tarafından oluşturulur (Özden, 2003). Yapılandırmacı yaklaşım, bilgi ve öğrenmeye geleneksel yaklaşımın yüklediği anlamdan farklı anlamlar yüklemiştir. Bu yaklaşıma göre, bilgi sosyal ve bireysel

olarak kişinin kendisi tarafından oluşturulur. bilgi; dünyanın nesnel temsilcisi değildir ve insan tarafından yapılandırılır. Doğal nesneler ve olaylar kendi kendilerine “objektif” ve “gerçek”tirler. Fakat onların gözlemci tarafından gözlenmesi ve yorumlanması kesinlikle gözlemcinin objektif olmayan yorumlama şemalarından etkilenir. Bilgi sosyal olarak yapılandırılır. Bilgi belirli sosyal çevre ve donanım içinde yapılandırılır. Sosyal güçler, ideolojiler, dini, politik, ekonomik ve insan ilgileri dahil materyallerin özellikleri ve öğrenme ortamından etkilenir. Bilgi kesin değildir. Dünya hakkındaki bilgimiz dışarıdaki gerçeklerin kopyası değil dünya ile ilgili kesin olmayan yapılandırmamızdır. Bilimsel gerçekler kesin değildir görelidir ve zamanla değişebilir (Taylor, Fraser ve Fisher, 1997).

Yapılandırmacı bakış açısına göre öğrenme; bir uyarı-tepki olayı değildir. Öğrenmenin gerçekleşmesi için, kişinin kendi kendine düzenleme yapması ve yansıtma ve soyutlama yoluyla kavramsal yapıları inşa etmesi gerekmektedir. Bu yaklaşıma göre öğrenme, öğrencilerin ön bilgi ve deneyimlerine dayanarak yeni bilgiyi yapılandırdıkları aktif bir süreçtir. Öğrenme, öğrenme ortamına bağlı olduğu kadar öğrencilerin ön bilgilerine de bağlıdır. Öğrenme, öğrencinin öğrenme sürecine katılımını gerektiren aktif ve sürekli bir süreçtir ve gelişimseldir. İnsanlar dünyayı anlamlandırmaya çalışırken yapılandırdıkları yeni bilgileri değerlendirirler ve yeni bilgileri özümleyebilir, düzenleyebilir veya reddedebilirler (Bodner, 1986; Driver ve Bell, 1986; von Glasersfeld, 1995).

Bugün bilgili insan denildiği zaman; ayaklı kütüphane değil bilgiye ulaşmayı becerebilen, ulaştığı bilgiyi anlamlandırarak öğrenen ve öğrendiğini yeni bilgiler üretmede ya da karşılaştığı sorunları çözmede kullanabilen insan akla gelmektedir. Bu durumu, buluş yoluyla öğrenme kuramını ortaya atan Bruner (1932) “Biz, bir konuyu öğrenciye, o alanda yaşayan küçük kütüphaneler oluşturmak için öğretmiyoruz. Öğrencinin, kendi kendine matematiksel olarak düşünmesini, olayları bir tarihçi gibi irdelemesini, bilgiyi kazanma sürecinin bir parçası haline gelmesini amaçlıyoruz. Bilmek bir ürün değil, bir süreçtir” cümleleriyle dile getirmektedir (aktaran, Senemoğlu, 1998).

Yapılandırmacılık, bilginin biriktirilmesi ve ezberlenmesi değil, düşünme ve analiz edilmesi ile ilgilidir. Bu yaklaşımda bütün çaba öğrenme kalıcılığının sağlanması ve üst düzey bilişsel becerilerin oluşturulmasıdır. Böyle bir amacın merkezinde de öğrenci vardır. Yapılandırmacı öğrenme yaklaşımı öğrenenlere öğrenmeyi öğretmekte ve onlar için bilgiyi anlamlı kılmaktadır. Eğitimdeki hedef ise; bilgiyi nasıl ve nerede kullanacağını bilen, kendi öğrenme stillerini tanıdıktan sonra, bunları etkili bir biçimde kullanabilen ve yeni bilgiler üretmede önceki bilgilerinden yararlanabilen bir insan modeli yaratmaktır (Abbott, 1999, s.68).

Yapılandırmacı değerlendirmede ise davranışçılığın aksine ürün değil süreç önemlidir. Böylece ezberlenen bilgiler değil, özümseyen bilgiler değerlendirilir. Eğitim ortamında, öğrenenleri birbirleri ile karşılaştırmak yerine onlara öğrenmeyi paylaşmaları için fırsatlar verilir. Bu yaklaşımda öğretmen de açık fikirli, kendini yenileyen, bireysel farklılıkları dikkate alan, bilgiyi sadece aktaran değil uygun öğrenme ortamları sağlayan ve öğrenenlerle birlikte öğrenen olmalıdır. Öğretmen bu sınıflarda disiplin sağlayıcı, bilgi dağıtıcı rollerinden sıyrılıp öğrenmeyi kolaylaştıran bir yardımcı, dost ya da danışman olarak görülür. Sınıfta işbirliğini ve etkileşimi kolaylaştırıcı davranışlar sergiler (Slavin, 1994, s.225).

Yapılan çalışmalar öğrencilerin bir çok konuyla ilgili yanlış kavramalara sahip olduğunu ortaya çıkarmıştır. Bu yanlış kavramaların nedenleri incelendiğinde, kullanılan ders materyallerinin buna ortam hazırlaması, öğrencilerin derse karşı tutumları, öğrencilere sunulan konunun soyut, öğrencilerinse somut düşünme düzeyinde olması, kullanılan öğretim yaklaşımlarının öğrencinin öğrenme stratejisi ile örtüşmemesi gibi durumlarla karşılaşmıştır.

Ders kitaplarının öğrencilerde yanlış kavramaya neden olduğu çeşitli araştırmacılar tarafından ortaya konulmuştur. Apple (1992) bir çok öğretmenin ders kitaplarını yoğun olarak kullanmasına rağmen ders kitaplarının bir çözüm olmaktan öte problem olduğunu, çoğu zaman ders kitabının nötr bir belge olmadığını ifade

etmiş ve ders kitaplarını resmi bilginin tanımlandığı ve iletildiği bir yol olarak ifade etmiştir.

Bir çok insan ders kitaplarının içeriğinin en azından doğru olduğunu sanırlar. Biyolog, jeolog ve fen tarihçisi Stephen Goult bu fikre karşı çıkmıştır. O, ders kitaplarının çoğunun birbirinin tekrarı olduğunu ve bunun sonucu olarak da doğru olmayan bilginin orijinal kaynaklarının artık bilinmediğini kanıtlamıştır. Modern ders kitaplarının taslakları bile daha öncekilerle aynıdır. Bütün ders kitapları aynı içerikle aynı sırada aynı bölümlerle birbirine benzer. Goult'un analizi ders kitaplarının entelektüel bir sıradanlığı devam ettirdiğini gösterir. Ders kitapları sıkıcıdır, birbirinin tekrarıdır ve öğrencilere anlamlı bir yolla bilgi sunmaz. Bu kitaplar bu süreçle ilgili bir modele sahip olmadan öğrencilere düşünmeyi nasıl öğretebilirler? (aktaran, Baker ve Piburn, 1997).

Ders kitaplarının kimya kavramlarını öğretmede ne kadar etkili olduğu ile ilgili yapılan bir çalışmada, yedinci ve sekizinci sınıf öğrencilerinin bazı kimya kavramlarını nasıl anladığı Abraham ve başk., (1992) tarafından incelenmiş ve yanlış kavramların nedenlerinden biri olarak ders kitapları gösterilmiştir. Ders kitaplarının yanlış kavramaya neden olup olmadığı ile ilgili başka bir çalışmada Hawkes (1996), tuzların çözeltide tamamen iyonlaştığı yanlış kavramasının ders kitaplarından kaynaklandığını ifade etmiştir. Öğrencilerde yanlış kavrama oluşmasına ders kitaplarının etkisinin araştırıldığı diğer bir çalışmada ise Sanger ve Greenbowe (1999), üniversitelerde kullanılan ders kitaplarını incelemişler ve kitaplardaki elektrokimya ile ilgili hatalı veya yanlış yönlendirici ifadelerin öğrencilerde yanlış kavrama oluşmasına neden olduğunu ortaya koymuşlardır. Benzer bir çalışmada elektrokimya konusundaki yanlış kavramaların sebebi Ogude ve Bradley (1998) tarafından araştırılmış ve tuz köprüsünün amacının yanlış anlaşılmasının nedeni bu konuda ders kitaplarında açık ve yeterli bilginin olmaması olarak gösterilmiştir (Köseoğlu ve başk. 2003).

Şu anki fen ders kitapları ve öğretme metotları, yardımcı olmaktan uzak bir şekilde, aslında çoğunlukla bilimsel okuryazarlığın ilerlemesine engel olmaktadır. Kitaplarda; soruların keşfedilmesinden daha çok cevapları öğrenmeye, eleştirel düşünce yerine ezbere, tartışma yerine ezberden okumaya, yapmak yerine okumaya önem vermişlerdir (Musheno ve Lawson, 1999).

Bu zorluğu ortadan kaldırabilecek öğretim yaklaşımlarından biriside kavramsal değişim yaklaşımıdır. Çünkü kavramsal değişim yaklaşımına göre, öğrencinin öncelikle var olan yanlış kavramalarından rahatsızlık duyması sağlanır. Ancak hiçbir öğrenci var olan kavramsal algılamasının işe yaramadığını görmeden (bazen bu ispat edilse bile bunun tesadüf olduğunu ve başka örneklerle de desteklenmesini ister) bu düşünceden vazgeçmez. Öğrencinin var olan yanlış kavramalarından rahatsızlık duymasının en iyi yolu TGA tekniğinin kullanılmasıdır. Bu teknikte öğrenci kendine sunulan problem durumuyla ilgili bir tahminde bulunmak ve tahminin nedenini yazmak durumundadır. Bu aşamada öğrenci önbilgilerini kullanarak aktif hale getirir. İkinci aşamada ise öğrenci tahmin ettiği olayı gözler ve gözlemine kaydeder. Bu durumda öğrencinin olaya olan motivasyonu arttığı için derse çekmek kolaylaşır. Üçüncü aşama ise tahminle gözlemin kıyaslamasıdır. Bu durumda öğrencinin mevcut bilgisiyle yeni kavram arasında öğrencinin önbilgisine bağlı olarak özümleme veya düzenleme olur.

Kavramsal değişimin ikinci aşaması ise, sunulan yeni kavramla bu hoşnutsuzluk durumu ortadan kaldırılabilmelidir. Yani yeni kavramın öğrenciyi memnun etmesi için yeni kavram anlaşılabilir, makul ve verimli olmalıdır. Kavramın anlaşılabilir olması için öğrenci yeni kavramın ne anlama geldiğini bilmelidir. Bu aşamada analogilerin kullanılması soyut olan kimya kavramlarının somut benzetme yoluyla anlaşılmasına yardımcı olur. Eğitimsel analogiler önceki bilgilerle ve yeni bilgiler arasında bir köprü sağlar. Örneğin analogiler yeni durumları daha önceden bilinen benzer durumlara dayanarak yeni durumları anlamamıza yardımcı olurlar. Bilginin kişisel inşası sürecinde, farkında olarak öğrenmede fen eğitimcileri

genellikle öğrencinin bilgi çatısının tekrar yapılandırılmasında analogileri faydalı araçlar olarak görürler (Mintzes, Wandersee ve Novak 1998).

Yeni kavramın makul olması için, öğrenci yeni kavramın varolan kavramlarla uyum sağlayabildiğini ve bu kavramlarla çelişmediğini görmelidir. Bu aşamada kavram haritalarının kullanılması öğrenciye yeni kavramın hangi kavramlar arasında ilişki kurabildiğini görme imkanı sağlar. Kavram haritaları, insanların bilgiyi nasıl edindiklerini ve nasıl anlamlandırdıklarını gösteren bir öğrenme ve öğretme stratejisidir. Kişinin sahip olduğu kavramlar ve önermeler ile yeni bilgileri ilişkilendirerek bilgiyi oluşturma olarak tanımlanan anlamlı öğrenmenin gerçekleşebilmesi için kavramlar arası ilişkilerin kurulabilmesi gerekmektedir. Kavram haritası, kavramlar arası ilişkileri kurmada öğrencilere yardım etmek için tasarımılanan şematik bir gösterimdir. Bu teknikle öğrenciler bir grup kavramı gözünde canlandırmayı ve birbirleriyle ilişkilendirmeyi öğrenirler. İsimler veya sıfatlar içeren kutular çizgilerle ilişkili terimlere bağlanır; edatlar veya fiiller bu ilişkiyi açıklamak için çizgilerin üzerine konulur. Kavram haritası; bilgileri organize hale getirmede, öğrencilerle kavramların anlamlarını tartışmada, yanlış anlamaların ve alternatif kavramların tespitinde ve giderilmesinde, yüksek seviyeli düşünme yeteneği geliştirmede, öğretim öncesinde hazırlanan kavram haritalarıyla öğrencilerin sahip olduğu ilk kavramların tespitinde ve ayrıca fen eğitiminin değerlendirilmesinde kullanılabilir.

Yeni kavramın verimli olması için, yeni kavram problem çözümüne yardımcı olmalı, yeni yaklaşımlar önermelidir diğer bir ifadeyle tahmin edici ve açıklayıcı bir gücü olmalıdır. Bu aşamada öğrenciye yeni kavramı kullanarak çözebileceği bir problem verilir. Öğrencinin problemi çözmesi yeni kavramın problemlerine çözüm olduğunu görme imkanı sağlar.

Çürütme metinleri öğrencilerde kavramsal değişimi sağlayan metinlerden birisidir. Çürütme metinlerine olan ilgi, kavramsal değişimi sağlamada gerekli bir öğenin çelişki veya sürprizin bu metinlerde olmasıdır. Şu ana kadar yapılan metinler

ise böyle öğelerden yoksun olarak yapılandırılmıştır. Dolayısıyla bu metinlerin doğal biçimi okuyucu için sürpriz oluşturmaz. Yapılan çalışmalar çürütme metinlerini içeren kitapların öğrencilerin alternatif kavramalarını gidermede geleneksel kitaplardan daha etkili olduğunu göstermiştir (Hynd ve Alverman, 1986; Maria ve Macginities, 1987).

Literatürde yapılan bir çok çalışmada öğrencilerin bir çok konuyla ilgili yanlış kavramaları tespit edilmiştir. Sadece yanlış kavramaların belirlenmesi fen eğitiminde istenilen amaca ulaşmak için yeterli midir? Elbette önemli ama yeterli değildir. Bundan daha da önemlisi bu yanlış kavramaların oluşmasını azaltan ve oluşan yanlış kavramaları ortadan kaldırılmasına yardımcı olan öğretim yaklaşımlarının ve öğretim materyallerinin hazırlanmasıdır. Bizim bu çalışmadaki amacımız; öğrencilerin kimyasal denge ile ilgili kavramları anlamalarını kolaylaştıracak ve yanlış kavramaların oluşmasını azaltacak kavramsal değişim metinleri hazırlamak ve öğrencilerin ÖBT, MDGT, KDKT-ilk ve TT puanları kontrol altına alındığında, lise 2. sınıf öğrencilerinin kimyasal denge ile ilgili kavramsal başarıları üzerine kavramsal değişim metinlerinin kullanıldığı yapılandırmacı yaklaşımın ve ders kitaplarının kullanıldığı geleneksel öğretim yaklaşımının etkilerini karşılaştırmaktır.

2. TEORİK ÇERÇEVE

Çalışmanın bu bölümünde Yanlış Kavramalar, Kimyasal Dengeyle İlgili Yanlış Kavramalar, Geleneksel Öğretim Yaklaşımı, Yapılandırmacı Yaklaşım, Kavramsal Değişim Yaklaşımı, Tahmin-Gözlem-Açıklama (TGA), Analogiler, Kavram Haritası, Öğrenme Döngüsü, Çürütme Metinleri ve Mülakatlarla ilgili teorik bilgi sunulmuştur.

2.1. Yanlış Kavramalar

Yapılan araştırmalar öğrencilerin doğa hakkında bilim adamlarınca savunulan fikirlerden farklı alternatif fikirlerinin olduğunu ortaya çıkarmıştır (Driver, Easley 1978). Yanlış kavramalar olarak isimlendirilen bu fikirler öğrencilerin çevrelerindeki doğayı gözlemlemelerinden ve gözlemlerini sınıfta sunulan kavramlarla doğru şekilde bütünleştirememelerinden kaynaklanmaktadır.

Öğretmenler, üstün çabalarına rağmen, öğrencilerin sınıfta işledikleri temel fikirleri kavrayamadıklarını öğrendiklerinde şaşırabilirler. En iyi öğrencilerin bazıları bile sorulan sorulara sadece ezberledikleri kelimeleri kullanarak doğru cevaplar verebilirler. Daha detaylı sorular sorulduğunda, bu öğrencilerin temel fikirleri anlamadaki başarısızlıkları ortaya çıkar. Öğrenciler temel fen kavramlarını anlamaksızın sayısal problemleri çözmek için algoritmayı kullanabilirler. Mazur (1996) fizik sınıflarındaki öğrencilerin problem çözme becerilerine ve ezberlenmiş denklemlere sahip olduklarını ortaya koymuştur. Ama bu iki durum öğrencilerin kavramsal algılamalarında zayıf bir etkiye sahiptir. Nakhleh ve Mitchell (1993) temel kimya dersinde 60 öğrenci ile yaptığı bir çalışmada aynı konu üzerinde bir kavramsal problem ile bir algoritmik problemin eşleştirilmiş olduğu sınavda yüksek algoritmik

yeteneğe sahip olan öğrencilerin sadece % 49'u paralel kavramsal soruya cevap verebilmişlerdir.

Öğrencilere yardımcı örnekleri ve bilgileri sunmanın yanı sıra onların algoritmik ve kavramsal genellemelerine öncülük edecek düşünme süreçleri de onlara gösterilmelidir. Problem çözmenin bu boyutunun önemini vurgulamak için testlere kavramsal soruların dahil edilmesi de bir başka yoldur. Çoğu durumda öğrenciler kısmen doğru fikirler geliştirirler ki bu fikirleri daha ileri öğrenmenin temeli olarak kullanabilirler (Clement ve başk., 1989). Ayrıca, çoğu öğrenci başlangıçta çoğu temel kavramla ilgili uygun bir anlayış geliştirmez ve bu olumsuzluk onun sonraki öğrenmelerini kötü yönde etkiler.

Yanlış kavramaya yaygın bir örnek ilkokuldaki öğrencilerin güneş ve dünya arasındaki ilişkiyi anlama biçimleridir. Çocuklar büyürken yetişkinler tarafından “güneşin doğduğu ve battığı” söylenir ve bu da öğrencilerde güneşin dünya etrafında hareket ettiği imajını uyandırır. Okulda öğrencilere öğretmen tarafından dünyanın güneş etrafında döndüğü söylenir. Bu durumda öğrenciler kendi gözlemlerine dayanan kendileri için anlamlı olan bir zihinsel imajı atma ve yerine doğal olarak kabul edilmesi kolay olmayan bir modeli koyma gibi zor bir durumla karşı karşıyadırlar. Bu sıradan bir durum değildir. Çünkü onlar dünyayı anlamak için kullandıkları zihinsel bilgi yapılarını tümüyle değiştirmek zorundadırlar.

Dünyanın güneş etrafında dönmesinden ziyade güneşin dünya etrafında dönmesi örneği öğretmenlere yanlış kavrama olarak gösterilen pek çok örnekten birisidir. Bu yanlış kavramaların kaynağı aşağıdaki gibi sınıflandırılmıştır.

Önyargılı fikirlere dayalı yanlış kavramalar: günlük tecrübelerde kökü olan popüler yanlış kavramalardır. Örneğin bir çok insan tüm yer altı sularının ırmaklar şeklinde aktığını düşünür çünkü yeryüzünde gördüğümüz sular ırmaklar şeklinde akar. Isı, enerji ve yerçekimi ile ilgili öğrencinin görüşleri diğer önyargılı fikirler

arasındadır (Brown ve Clement, 1991). Örneğin kuru hava mı yoksa nemli hava mı daha ağır diye sorulduğunda öğrencilerin çoğu nemli havanın daha ağır olduğunu söylerler. Çünkü günlük hayatta ıslak nesnelerin kuru nesnelere göre daha ağır olduğunu biliyorlar. Ama aynı basınç ve sıcaklıkta kuru ve nemli havanın eşit hacimlerinde eşit sayıda tanecik olduğu fikri göz önüne alınırsa kuru havanın daha ağır olduğu görülür.

Bilimsel olmayan inançlara dayalı yanlış kavramalar: bilimsel eğitimden ziyade öğrencilerin diğer kaynaklardan (dini veya efsanevi öğretiler) öğrendiği düşüncelerdir. Örneğin bazı öğrenciler dünyadaki yaşam formları ve dünyanın oluşumunun kısa tarihi hakkındaki bilgileri dini öğretiler vasıtasıyla öğrenirler. Yaygın olan bu inanışla ulaşılan kısa tarih anlayışı ile daha uzun bir tarih olduğunu kanıtlayan bilimsel düşünceler arasındaki fark fen öğretiminde bir çelişkiye yol açar.

Kavramsal yanlış anlamalar: öğrencilerin bilimsel olmayan inanışlarındaki ve önyargılı fikirlerindeki uyumsuzlukları ve paradoksları ortaya çıkacak şekilde onları provoke etmeden bilimsel bilgiyi düşünmeleri istendiği durumlarda ortaya çıkar. Öğrencilerin kavramları hakkında kendilerine güveni o kadar zayıftır ki kendi çelişkilerinin üstesinden gelmek için hatalı modeller geliştirirler.

Konuşma dilinden kaynaklanan yanlış kavramalar: bir nesneyi ifade eden kelimenin bilimsel bağlamdaki anlamı ile günlük hayattaki anlamının farklı olması nedeniyle ortaya çıkar. Kimyasal dengeyi terazi dengesi gibi düşünme, kimyasal bağı ayakkabı bağı gibi düşünme buna örnek olarak verilebilir.

Gerçeklere dayalı yanlış kavramalar: Çoğunlukla erken yaşlarda öğrenilen ve yetişkinlikte değişmeyen yanlışlardır. “asla aynı yerde iki kez şimşek çakmaz” düşüncesi açıkça saçma bir fikir olabilir fakat bilinç altında böyle bir fikre sahip olabilirsiniz.

Konuşma dilinden kaynaklanan ve gerçeklere dayalı yanlış kavramaları öğrenciler kendi kendilerine kolayca düzeltebilse de öğrencilerdeki kökleşmiş bilimsel olmayan inançları ve önyargıları kafalarından atmaya zorlamak bir öğretmen için kolay değildir. Son yıllarda doğal olaylarla ilgili öğrencilerin yanlış anlamaları üzerinde yapılan araştırmalar, öğrencinin zihninde zaten var olan bir olguyu açıklamada kullanılan alternatif modeller olmadan yeni kavramların öğrenilemeyeceğini göstermiştir. Bilim adamları bu hatalı modelleri onaylamamalarına rağmen onlar öğrenci tarafından sık sık tercih edilir. Çünkü onlar öğrencinin amacı için daha faydalı ve daha mantıklı görünebilir (Mayer, 1987). Bu inançlar öğrencinin zihninde kolay kolay gitmeyen bir şüphe olarak kalabilir ve gelecek öğrenmelerini engellerler (McDermott, 1991).

Yanlış kavramalar, öğrencilerin bilimsel bilgiyi organize etme durumlarında ortaya çıktığı gibi, bilimsel metotları anlamalarında da ortaya çıkar. Örneğin, fen sınıflarındaki öğrenciler laboratuvar ortamında çalışamamanın hayal kırıklığını sık sık ifade ederler. Onlar beklenen sonuçlara ulaşmadan, test edilen fikirler ve hipotezleri içeren deneyleri anlamıyorlar. Bilim adamları için bir deney, sonuçları yorumlamaya ihtiyaç olan bir durumdur.

Bazı yanlış kavramalar, öğrencilerin, bazı nesne ve olguları tanımlaması ve taslağını çizmesiyle giderilmeyebilir. Örneğin, tahtada göstermeden önce, öğrenciden bir atom şekli çizmesi istenebilir. Çok başarılı öğrenciler bile, elektronların, güneş sisteminde olduğu gibi, ayrı orbitallerde küçük bir çekirdeğin çevresinde bir yörünge izlediğini çizmişlerdir. Öğrencilerden özellikle kendi modellerini çizmelerinin istenmesi ve daha sonra öğrenci cevaplarının bazılarının sınıfla paylaşılması onların düşünmesini sağlayacaktır. Öğretmen var olan ön modelleri tanımlayacak ve yeni bir modele ihtiyaç olduğunu onlara gösterecektir. Kavramsal çerçevelerini yeniden oluşturmada öğrencilere yardım etme işi zor bir görevdir ve fen derslerinde diğer aktivitelerden daha fazla zaman alır (Cuse, 1997).

Bilimsel toplum tarafından doğru olarak benimsenen kavramları kabul etmeden önce, öğrenciler paradoksları ve sınırlamalarıyla birlikte kendi inançlarıyla yüzleşmek zorundadırlar ve kendilerine sunulmuş bilimsel modeli anlamak için gerekli olan bilgiyi yeniden yapılandırmaya teşebbüs etmelidirler. Bu süreçte öğretmenler; öğrencilerin yanlış kavramalarını belirleme, öğrencilerin yanlış kavramaları ile yüzleşmeleri için ortam sağlama, öğrencilerin kendi bilgilerini bilimsel modele dayalı olarak yeniden yapılandırmalarına ve içselleştirmelerine yardım etmelidir.

Kimya çok boyutlu bir derstir. Kimyanın, kimyasal terminolojinin öğrenilmesi ve anlaşılması, kimyasal proseslerin ve matematiksel ilişkilerin bilinmesi, laboratuvar alet-ekipmanının hünerle kullanılması ve hem kimyasal prensiplerin, hem de kimyasal olayların anlaşılması için bu becerilerin birleştirilerek bir bütün haline getirilmesi gibi boyutları vardır. Bir çok öğretmen bu boyutları ölçecek bir değerlendirme yapmasa da bilgi ve kavramsal değişim konuları çalışılacaksa, başarı ölçümü en az iki boyutlu bir öğrenme analizi sağlamalıdır (deVos ve başk, 1994; Jensen, 1998). Gabel (1999) kimya kavramlarının kompleks bir yapıya sahip olduğunu ve öğretilmesinde engel olan nedenleri mevcut öğretim teorileri açısından tartışmış ve öğrencilerin kavramsal algılamalarının artırılması için ve tavsiyelerde bulunmuştur. Gabel'e göre kimya kavramlarının öğretilmesinde engel olan nedenler; bir çok kimya kavramı soyuttur ve model ve analogi olmaksızın açıklamak zordur, kimya kompleks yapıya (üç boyutlu yapı), sahiptir, laboratuvar aktiviteleri (öğrenciler laboratuvarında makroskobik olayları gözlerken, onlardan mikroskobik olayları yorumlanmasının istenmesi), uygun olmayan materyallerin kullanılması, dilin kullanımı ve disiplinin yapısıdır.

Kimyada algoritmik algılama ve kavramsal algılama olmak üzere iki tip algılama vardır.

1. Algoritmik Algılama: Algoritmik algılamada iki aşama vardır: Birinci aşamada, öğrenciler genellikle bazı problemleri çözmek için bir standart algoritmayı

ezberlerler ikinci aşamada ise, daha karmaşık problemleri çözebilmek için kendi algoritmalarını, yani keşfedilmiş algoritmayı oluştururlar (Fennema ve başk., 1998; Middlecamp ve Kean, 1987). İlk aşamada standart bir algoritma yararlı olabilir; çünkü bu, belirli bir problemi çözmek için “basamak basamak” şeklinde bir prosedür sağlar. Böylece öğrenciler, problemi anlamak için uğraşıp didinmekten çok, rutin ve otomatik bir prosedür öğrenirler. Bununla birlikte, standart bir algoritma; eleştirel düşünme becerisi gerektiren gerçek bir problemi bu tür bir beceriyi hiç gerektirmeyen bir eksersize indirgeyebilir (Bodner, 1987; Bodner ve McMillen, 1986; Lythcott, 1990).

Bunun aksine, algoritmik algılamanın ikinci aşamasında öğrenciler, daha karmaşık problemleri çözmek için kendi algoritmalarını türetmelidirler. Bir keşfedilmiş algoritma, standart bir algoritmadan daha çok istenir. Çünkü keşfedilmiş bir algoritma da bir problemdeki kavramları ve algoritmaları birleştiren bir yorumlama stratejisi kullanılır ve konunun temel yapısının doğru anlaşılmasına gerek duyulur (Lythcott, 1990; Middlecamp ve Kean, 1987; Rojas de Astudillo ve Niaz, 1996).

2. Kavramsal Algılama: Bilinen bir problem uygun bir algoritmayla kolaylıkla çözülebilir, fakat bilinmeyen bir problemde daha sofistike çözüm stratejilerine ihtiyaç duyulur. Kavramsal bir problem çoğunlukla bilinmeyendir; çünkü böyle problemlerin çözümü çok basamaklı bir araştırma gerektirir (Lythcott, 1990; Niaz, 1995; Lee ve başk, 1996; Rojas de Astudillo ve Niaz, 1996). Bu tür algılamayı gerçekleştirmek için öğrenciler; (i) Kimyasal prensipleri temsil eden aşağıda belirtilen üç basamağın üçünü de anlamalı, (ii) “Keşfedilmiş algoritmalar”ı kullanabilmeli, (iii) Kavramsal bilgilerini geliştirmelidirler. Bu üç faktör, kimyanın en temel mantıksal yapısının parçalarıdır (Jensen, 1998; deVos ve başk., 1994).

Kimyanın öğretilmesinde ve anlaşılmasında, öğrenciler için en zor olan kimyasal kavramlar ve ilkeler şu üç basamağı içermektedir (Gabel, 1993). (1) Sembolik aşama (kimyasal formüller, denklemler ve matematiksel ilişkiler). (2)

Tanecikli aşama (farklı atomlar/elementler için atomları, molekülleri, iyonları, vs. ve modelleme aşaması). (3) Makroskobik aşama (laboratuvarda kimyasal proseslerin gözlenmesi).

Tanecikli aşamadaki problemler, kavramsal algılamanın en iyi göstergesidir ve öğrenciler için en zor olan problemlerdir (Gabel, 1993). Kimya derslerinde yalnızca sembolik düzeye odaklanıldığında ve laboratuvar çalışması sadece kimyasal olayların gözlenmesine indirgendiğinde bu zorluk büyür. Bu zorluğun üstesinden gelebilmek için, öğrencilerin, kimyasal olayları ve prensipleri gözlerinde canlandırmayı öğrenmelerine ve böylece kimyadaki kavramsal algılarını geliştirmelerine yardım edilmelidir (Gabel ve Bunce, 1994).

Algoritmik ve kavramsal algı arasındaki etkileşim: birçok kimya eğitimcisi, algoritmik problemlerin genellikle daha kolay, kavramsal problemlerin ise daha zor olduğunu düşünmektedir (Nurrenbern ve Pickering, 1987). Diğer taraftan Niaz (1995), öğrencilerin değişmeyen ve sürekli bir şekilde modeller izlediğini kanıtlamıştır. Bir öğrencinin ilk modeli, genellikle ezberleme ve algoritmaları kullanma üzerinedir. Bunu izleyen modelde ise; birbirini izleyen, daha geniş bir kavramsal algılama söz konusudur (Suits, 2000).

Gabel, Samuel ve Hunn (1987) her öğrenim seviyesinde bir çok öğrencinin, kimyayı öğrenmek için çok çaba harcamasına rağmen başarısız olduğunu ortaya çıkarmıştır. Nakhleh (1992) kimya eğitimi üzerine yapılan araştırmalardan yaptığı derlemede, her seviyedeki öğrencinin kimyayı öğrenmede güçlüklerle karşılaştıklarını ve temel kimyasal kavramları tam olarak kavramamış öğrencilerin, bu kavramlar üzerine oturtulan daha ileri ve karmaşık konuları da doğal olarak anlayamadıklarını ortaya koymaktadır.

2.2. Kimyasal Denge ile İlgili Yanlış Kavramalar

Kimya eğitimi alanındaki yapılan araştırmalar, kimyasal denge, mol, reaksiyon stokiyometrisi ve yükseltgenme indirgenme tepkimelerinin öğrenciler tarafından anlaşılma zorlandığını ortaya koymuştur. Bu konular içerisinde kimyasal denge, öğrenciler için anlaşılması en zor olanı olarak değerlendirilmiş ve öğrencilerin kimyasal denge kavramıyla ilgili yüksek oranda yanlış kavramalarının olduğunu ortaya koymuşlardır (Johnstone ve başk., 1977; Wheeler ve Kass, 1978; Hackling ve Garnett, 1985; Camacho ve Good, 1989; Bergguist ve Heikkinen, 1990; Gussarsky ve Gorodedetsky, 1990; Banerjee, 1991; Jordaan, 1993; Boujaoude 1993; Quilez-Parda ve Solaz-Portoles, 1995; Huddle ve Pillay, 1996, Voska ve Heikkinen, 2000; Akkuş ve başk., 2003). Fakat denge, öğrencinin asitlerin ve bazların davranışı, yükseltgenme-indirgenme reaksiyonları ve çözünürlük gibi diğer kimyasal konuları anlamasını sağlayan temel kavramdır. Dengeyle ilgili kavramların öğrenilmesi diğer kavramların anlaşılmasını kolaylaştırır.

Camacho ve Good'a (1989) göre bir çok kimya sınavı hesapların geliştirilmesi ve tanımların net bir şekilde hatırlanması üzerinedir. Bilgilerin sentezi ve kavramların uygulamasını gerektiren sorular bu tür sınavlarda yaygın değildir. Kimyasal denge ile ilgili başarıyı ölçmek için öğrencilerden denge ile ilgili matematiksel problemleri çözmeleri istenir. Doğru cevaplar öğrencilerin kimyasal dengeyi doğru anladıklarının bir göstergesi olarak kabul edilir. Fakat bir çok denge problemleri tekrarlanan, algoritmik, ezbere dayalı yöntemlerle kolayca çözülebildiğinden böyle bir düşünce risklidir. Bu yüzden doğru cevaplar öğrencinin kimyasal dengeyi öğrendiğini, anladığını tam olarak göstermez. Sadece öğrencinin denge sabitini veya denge konsantrasyonunu hesaplayabileceğini gösterir.

Hackling ve Garnett (1985) 17 yaşındaki 12. sınıf kimya öğrencilerinin kimyasal dengeyi ve Le Chatelier prensibinin uygulamasını anlamaları için hangi kavram ve önermelerin gerekli olduğunu, bu kavram ve önermelerden hangilerinin

daha çok yanlış anlaşıldığını ve bunların öğrencilerin konuyu anlamalarını nasıl sınırladığını belirlemek için bir araştırma yapmışlardır. Araştırma sonucunda öğrencilerde tespit edilen yanlış kavramaları denge yaklaşımı, kimyasal dengenin özellikleri, katalizör ve denge şartlarının değiştirilmesinin etkisi genel başlıkları altında gruplandırmıştır.

Bergquist ve Heikkinen (1990) genel kimya öğrencileriyle yaptığı mülakatta kimyasal dengeyle ilgili ortaya çıkan yaygın yanlış kavramaları, öğrencilerin mol ile derişimi ayıt edememeleri, maddenin derişiminin değişip değişmediğini karıştırmaları, denge kurulduğu zaman derişimlerin düzensiz bir şekilde değiştiğini var saymaları, K_d nin anlamını karıştırmaları, Le Chatelier prensibi'nin kullanımındaki güçlüklerle ilgili bulgular olarak dört genel başlık altında özetlemiştir.

Banerjee (1991) kimyasal dengeyle ilgili yanlış kavramaların belirlenmesi için bir test geliştirmiştir. Geliştirilen bu test 162 kimya öğrencisine ve 69 kimya öğretmenine uygulanmış, ve öğretmenlerin öğrencilerin denge şartlarının belirlenmesinde, hız ve denge, denge prensiplerinin günlük hayata, sulu asit-baz ve tuz çözeltilerine uygulanmasında yanlış kavrama derecesinin eşit oranda ve yüksek olduğunu göstermiştir.

Huddle ve Pillay (1996) üniversite 1. sınıf öğrencilerinin kimyasal denge ve stokiyometri konularındaki kavramları anlamadıklarını tespit etmiştir. Öğrenciler tersinir reaksiyonda K_d nin değerinin 1'e eşit olduğunu eğer K_d 1'den farklıysa henüz dengeye ulaşmadığını düşünmüşler ve reaksiyonun hızı ile reaksiyonun verimini karıştırmışlardır.

Johnstone ve başk., (1977) İskoçya'da lise öğrencileri üzerinde yaptığı bir araştırmada, öğrencilerin yaklaşık % 80'inin denge reaksiyon karışımını iki ayrı bölmeden meydana gelmiş gibi gördüklerini ve bu görüşlerini "sağ ve sol yanlılık"

olarak ifade ettiklerini belirtmiştir. Öğrencilerin denge reaksiyonunu “sağ ve sol yanlılık” olarak anlamalarının nedenini, kimyasal denge kavramını açıklamak için kullanılan materyallerden kaynaklandığını ifade etmiştir. Örneğin dengeyi açıklarken iki bardaktan suyun birbirine aktarılması, mekanik denge ve basit sarkaç örneklerinin kullanılması öğrencilerde “sağ ve sol yanlılık” fikrinin uyanmasına neden olduğunu belirtmiştir. Ayrıca katalizörün kimyasal dengeye etkisi üzerine öğrencilerin, geri yöndeki reaksiyon hızı üzerine katalizörün etkisi yoktur, katalizör geri yöndeki reaksiyon hızını azaltır, katalizör dengenin istenilen yönde hareketini sağlamak için kullanılır, katalizör kullanmak denge reaksiyonunda daha çok ürün oluşmasına neden olur şeklinde yanlış kavramalara sahip olduğunu belirtmiştir.

Gussarsky ve Gorodedetsky (1990) öğrencilerinin kimyasal dengeyi bisiklete binerken, tahterevalli oynarken, kefeli terazide bir şey tartarken veya bir akrobatın ip üstünde yürürken gördükleri durum gibi günlük hayattan bildikleri fiziksel dengeye benzetmişler ve kimyasal dengenin dinamik doğasını anlayamadıklarını, denge şartlarına ulaşıldığı zaman reaksiyonun olmadığını söylediklerini tespit etmiştir.

Quilez-Parda ve Solaz-Portoles (1995) öğrencilerin ve öğretmenlerin bazı kimyasal denge problemlerini çözmek için kullandıkları metotları, stratejileri ve sebepleri incelemişlerdir. Bu konudaki yanlış düşünceleri ve düşüncelerin muhtemel kökenlerini belirlemek için bir test geliştirmişler ve üniversite 1. sınıf 170 kimya öğrencisine uygulamışlardır. Öğrencilerin testleri ile ilgili bir kimyasal denge problemi 40 kimya öğretmeni tarafından çözülmüş ve öğretmenlerin problemleri çözmedeki bakış açıları tespit edilmiştir. İlk olarak öğretmenin düşüncelerinin öğrencilerin problem çözme stratejilerini etkileyip etkilemediğini araştırmışlardır. Buna bağlı olarak öğrencilerin ve öğretmenlerin Le Chatelier prensibi hakkındaki yanlış kavramalarını tespit etmişlerdir.

Thomas ve Schwenz (1998) üniversite öğrencilerinin kimyasal denge ve temel termodinamik konularındaki kavramlarını belirlemek amacıyla yaptığı mülakatlarla, termodinamik konusunda bir çok yanlış kavramayı belirlerken

kimyasal denge hakkında da öğrencilerin basıncın denge sabitinin değerine etki ettiğini ve saf katının miktarının heterojen denge durumu etkilediğini düşündüklerini fark etmiştir.

Voska ve Heikkinen (2000) öğrencilerin Le Chatelier ilkesinin uygulanmasını gerektiren denge problemlerini çözerkenki yanlış kavramalarını Le Chatelier prensibinin uygulanması, denge sabitinin sabitliği ve katalizörün etkisi olarak sınıflandırmıştır.

Boujaoude (1993) 189 üniversite öğrencisi üzerinde yaptığı çalışmada öğrencilerin kimyasal denge problemlerini çözerken yaptıkları genel ve sistematik matematiksel hataları, kinetik ve kimyasal denge problemlerini çözmede öğrencilerin performansları ile mantıksal düşünme yetenekleri arasındaki ilişkiyi bulmaya çalışmıştır.

Niaz (1995) Venezuela'da Oriente Üniversitesi'nde kimya birinci sınıf öğrencilerinin kimyasal denge konusunda algılarındaki kavramsal değişimi kolaylaştırmak için bir Lakatosian öğretim stratejisi oluşturmuştur. Bu strateji; bilişsel fikir çatışmalarının, öğrencilerin bizzat kendileri tarafından meydana getirildiği görüşüne dayanır. Bu stratejiye göre; öğrenciler bunu, farklı problem çözme yöntemlerini kullanarak yapmaktadırlar. Kavramsal değişimle öğretim stratejisinde, şu noktaları göz önünde bulundurması gerektiği sonucu çıkarılmıştır. Bunlar; (1) Öğrencilerin konuyla ilgili esas inançları, (2) Öğrencilerin esas inançları ve yanlış kavramları arasındaki ilişkiyi keşfetme, (3) Esas inancın, bir seri ilişkili ve araştırıcı soruya ayrışabileceğine yönelik bilişsel karmaşıklık, (4) Öğrencilerin kendi çelişkilerini çözmek amacıyla, “yardımcı hipotez” olarak kabul ettikleri esas inançlarını değiştirme konusundaki dirençleri, (5) Öğrencilerin yanlış kavramalarına dayanarak verdikleri cevaplar yanlış olarak değil de, bir problemin karmaşıklığını çözmek için bilim adamları tarafından kullanılan modeller gibi düşünülmelidir. (6) Öğrencilerin kavram yanılgıları, şu anda kabul gören bilimsel teoriler ve geçmişte

bilim adamları tarafından kabul görmüş teorilerle rekabet eden alternatif teoriler olarak görülmelidir.

2.3. Geleneksel Öğretim Yaklaşımı

Geleneksel anlayışta eğitim, öğretmen merkezli olarak sürdürülür. Öğretmen-öğrenci-bilgi üçgeninde, öğretmen bilgiyi aktaran, öğrenci ise bilgiyi alan durumundadır. Dersler öğretmenin konuşmaları ile yürütülür ve derslerin yapısı yoğun bir şekilde kitaplara dayanır. Bu, öğrencinin bilmesi gereken sabit dünya bilgisi olduğunu gösterir. Bilgi, parçalara bölünür ve bütün bir kavram inşa edilir. Öğretmenler bilgi kanalları olarak çalışır ve öğrencilere düşüncelerini ve bilgilerini transfer etmeye uğraşırlar. Öğrenci kaynaklı sorular, bağımsız düşünce veya öğrenciler arasında etkileşim azdır. Öğrencinin amacı öğretmen tarafından açıklanan metodoloji veya kabul edilen açıklamayı aynen tekrarlamaktır.

Davranışçı yaklaşımda öğrenme, çoğunlukla öğretmenin yönlendirdiği ve kontrol ettiği, öğrencinin alıcı durumda olduğu bir süreçtir. Davranışçılık, pozitivist felsefenin ürünü olan nesnelcilikle eş anlamlı olarak kullanılmaktadır. Jonassen (1991) bu yaklaşımın öğrenme hakkındaki varsayımlarını şöyle tanımlamaktadır: Nesnelcilik, dünya hakkında güvenilir bir bilginin varlığına inanır. Eğitimciler için amaç bu bilgiyi aktarmak ve yaymak, öğrenenler için ise bu bilgiyi almaktır. Nesnelcilik, öğrenenlerin aktarılan bilgiden aynı anlamı çıkardığını varsayar. Diğer bir deyişle öğrenme, objektif gerçekliği özümleme sürecidir. Eğitimin rolü, gerçek dünyayı öğrencilerin öğrenmesine yardım etmektir. Öğretmenlerin amacı, öğrenciler için olayları yorumlamaktır (Özden, 2003, s. 65).

Geleneksel öğretim metotları kültürden kültüre değişse de genel hatları aynıdır. Örneğin Stigler ve Hiebert (1997) Almanya, Japonya ve Amerika'daki geleneksel sınıfları incelemişler ve şu temel özelliklerin aynı olduğunu görmüşlerdir:

öğrenciler dersin başında önceki konuyu gözden geçirirler, öğretmen o günkü konuyu anlatır ve öğrenciler sıralarında oturup o günkü konu ile ilgili problem çözerler. Peki bu ülkelerin birbirinden uzak olmalarına ve farklı kültüre sahip olmalarına rağmen benzer özelliklere sahip olmalarının sebebi nedir? Bu kalıplaşmış ders işleme düzeni öğretmenin kafasında var olan düzendir ve insanlık tarihi boyunca kuşaktan kuşağa ve kültürden kültüre geçerek yaygınlaşmış, yani bütün kültürlerle homojen olarak yayılmıştır (aktaran, Golden, 2001).

Borasi geleneksel öğretme alıştırmalarını üç basamak altında toplamıştır. (1) Bilimsel bilgi, hiyerarşik olarak sıralanmış, ortama bağlı olmayan, değerler içermeyen ve küçük parçalara ayrılıp öğrencilerin uzmanlardan öğrenmesini sağlayacak şekilde sıralanmış, ortaya konmuş gerçekler ve teknikler topluluğu olarak vardır. (2) Öğrenme, yalıtılmış bilgi parçacıklarının ve becerilerin dinleyerek/gözleyerek, ezberleyerek ve alıştırma yaparak arka arkaya toplanması olarak görülmektedir. (3) Öğretme, öğretmen açık bir şekilde anlattığı sürece ve öğrenci bunlara dikkat ettiği ve deneyler ve bilimsel süreçlerle ilgili talimatlara uyduğu sürece etkili bir şekilde başarılan bilgi iletimi olarak görülmektedir (aktaran, Barnett, 2003).

Bu ifadelerden anlaşıldığı kadarı ile geleneksel öğretim öğretmeni aktif verici ve öğrenciyi pasif alıcı olarak kabul etmekte ve öğrencinin var olan bilgisi öğretmen tarafından sunulan bilgi olarak kabul edilmektedir.

2.4. Yapılandırmacı Yaklaşım

Geleneksel eğitim anlayışını biçimlendiren felsefe pozitivistdir. Pozitivist felsefe, bilginin nesnel olduğunu, kişinin dışında olduğunu ve keşfedilerek ortaya çıkarıldığını savunmuştur. Ancak geçen yüzyılın ikinci yarısından sonra insanların bilgiyle ilgili paradigmaları değişmiş, bilginin keşfedilmediğini, yorumlandığını;

ortaya çıkarılmadığını, kişinin kendisi tarafından yapılandırıldığı savunulmuştur. Bu yaklaşımda, yapılandırmacı yaklaşım, bilgi kişinin dışında değildir, bilgi bireysel ve sosyal olarak kişinin kendisi tarafından oluşturulur (Özden, 2003, s.54).

Yapılandırmacılık, bir öğrenme (bilme) teorisidir. Onun temeli Kantçı epistomoloji ile 19. yüzyıl düşünürü Giambattista'nın görüşlerinin yanında, John Dewey gibi 20. yüzyıl pragmatistlerinin ve Bartlett, Piaget ve Vygotsky gibi bilişsel ve sosyal psikolojinin önde gelen isimlerinin düşüncelerine dayanır (Tynjala, 1999). Yapılandırmacılık, tek başına ayrı bir teori değildir. Daha çok, farklı teorilerin bir sentezi gibidir. Bir çok dalı vardır; bunlar bilişsel (veya radikal) yapılandırmacılık, sosyal yapılandırmacılık, sosyokültürel yaklaşım, sembolik etkileşimcilik ve sosyal yapılandırmacılıktır. Bütün bu dalların ortak noktası bilginin kişiler veya sosyal topluluklar tarafından aktif olarak yapılandırılıp oluşturulduğudur. Bilişsel yapılandırmacılar, kişinin bilgiyi yapılandırması işlemlerine ve zihinsel modellere yoğunlaşırken sosyal yapılandırmacılar daha çok sosyal, iletişimsel ve ilişkisel işlemler üzerinde yoğunlaşırlar (Atasoy, 2004).

Öğrenme ve öğretmede yapılandırmacı prensipler yapılandırmacı merkezli sınıfların teorik çerçevesinin gelişmesini sağlarlar (Driver, 1989; Duit ve Treagust, 1998; Matthews, 1998; Phillips, 2000; Tobin, 1993; Watts, 1994). Yapılandırmacı yaklaşım bilgiyle ilgili üç prensip ortaya koyar. Birincisi; bilgi insan tarafından yapılandırılır. Yapılandırmacı bakış açısından bilgi dünyanın nesnel temsilcisi değil, insan tarafından yapılandırılır (Phillips, 2000). Doğal nesneler ve olaylar kendi kendilerine “objektif” ve “gerçek” tirler. Fakat onların gözlemci tarafından gözlenmesi ve yorumlanması kesinlikle gözlemcinin objektif olmayan yorumlama şemalarından etkilenir. İkincisi; bilgi sosyal olarak yapılandırılır (Driver, 1989). Bilgi belirli sosyal çevre ve donanım içinde yapılandırılır, sosyal güçler, ideolojiler, dini, politik, ekonomik ve insan ilgileri dahil materyallerin özellikleri ve öğrenme ortamından etkilenir. Üçüncüsü; bilgi kesin değildir. Dünya hakkındaki bilgimiz dışarıdaki gerçeklerin kopyası değil dünya ile ilgili kesin olmayan yapılandırmamızdır. Bilimsel gerçekler kesin değildir görelidir ve zamanla

değişebilir (Taylor, Fraser ve Fisher, 1997). Bu konularla ilgili yapılandırmacı yaklaşım en az altı prensip önerir (Widodo ve Duit 2002).

1. Öğrencilerin öğretimden önce de ön kavramları vardır: Öğrenciler, öğretmen tarafından bilgi ile doldurulmaya hazır boş kaplar değildir, bunun yerine önceden öğrenilmiş kavramlara sahiptir. Hatta ilkokul birinci sınıf öğrencileri etkileşimde bulunduğu çevre ve biriktirdiği deneyimlerle dünya ile ilgili bazı kavramlar geliştirirler.

2. Öğrenciler bilginin aktif yapılandırıcılarıdır ve öğrenme var olan bilgiye dayanarak yeni bilginin yapılandırılması şeklindeki aktif bir süreçtir: Öğrenciler bilginin pasif alıcıları değil onlar bilginin aktif yapılandırıcılarıdır. Onlar basitçe bilgi paketlerini öğretmen veya diğer kaynaklardan alan değil, aktif olarak yapılandıranlardır ve var olan kendi kavramlarına dayanarak yeni kavramları yeniden yapılandırırılar.

3. Öğrenciler amaçlı ve tamamen kendi öğrenmelerinden sorumludurlar: Öğrenciler okullara belirli amaç ve beklentilerle gelirler. Onlar kendi öğrenmeleri için belirli sorumluluklar almak zorundadır.

4. Öğrenme öğrencilerin kavramlarındaki bir değişimdir: Öğrenme bir kavramsal değişim olarak göz önüne alınmalıdır. Öğrencilerin öğretim öncesi kavramlarından fen kavramlarına kadar öğrenme yolları dikkatli, bir şekilde tasarlanmalıdır. Öğretim öncesi kavramlar hem öğrenmeye gerekli başlangıç noktasıdır hem de öğrenmeye engeldir.

5. Bilgi yapılandırma süreci belirli bir sosyal çevreyi ve donanımı içine alır: Yapılandırmacı yaklaşıma göre bilgi inşası bireyin zihinsel sistemi içinde yer alan bir süreç olarak görülür. Bununla beraber sosyal çevre ve donanımı öğrenme ortamının bireysel yapılandırmaları şekillendirdiği göz önüne alınmalıdır. Dolayısıyla sadece

öğrencilerin öğretim öncesi kavramları değil aynı zamanda öğrenme ortamı ile sağlanan donanım ve sosyal çevre bilginin yapılandırılmasında yardımcı elemanlar olarak görülmelidir.

6. Öğrenme deneyimleri öğrencilerde rahatsızlık yaratmalıdır: Başlangıçta bireyler yeni bilgiyi kendilerinde var olan bilişsel yapılara benzeterek gerçeği anlarlar. Eğer bu süreç başarılı değilse bilişsel yapılar daha da geliştirilmelidir. Piaget bu süreci düzenleme olarak tanımlamıştır. Bir deneyim sadece beklentilerden farklı olduğu durumda yeni olarak algılanır (Widodo ve Duit, 2002).

Widodo ve Duit (2002) yapılandırmacı merkezli fen sınıflarının özellikleri beş kategori altında toplamıştır. Bunlar;

1. Bilginin yapılandırılmasını kolaylaştırma: bilginin insan tarafından yapılandırıldığı, öğrencilerin öğretimden önce kendi kavramlarına sahip olduğunu, öğrenmenin bilginin yapılandırılmasında aktif bir süreç olduğunu ve öğrenmenin öğrencinin kavramlarında bir değişiklik olduğunu temsil eder. Bu ilk kategori öğrencilerin önbilgilerinin ve kavramsal değişim stratejileri öğrenci bilgilerinin yapılandırılmasını kolaylaştırmak için ne dereceye kadar araştırıldığını ve kullanıldığını ifade eder.

2. İlgi ve öğrenme deneyimlerinin anlamlılığı: bilgi yapılandırma kavramsal değişim ve öğrencilerin yapılandırma sürecini destekleyebilecek ve engelleyebilecek belirli bir sosyal materyal bağlamı içinde gömülü olduğu görüşünü ifade eder. Bu kategori öğrencinin öğrenme ihtiyaçlarının ifade edildiği ve öğrencilere anlamlı ve yararlı öğrenme tecrübeleri sağlamak için kaynaklardan ne kadar ve nasıl yararlanacağını belirler.

3. Sosyal etkileşim: bilgi sosyal olarak yapılandırılır konusu üzerine yoğunlaşır. O öğrencilere farklı sosyal organizasyonlarda birbirleriyle ve

öğretmenlerle sosyal olarak etkileşimde öğrencilere verilen fırsatların derecesini belirler.

4. Öğrencileri bağımsız öğrenenler olarak yetiştirmek: yapılandırmacı yaklaşım öğrencilerin kendi öğrenmelerinden tamamen sorumlu ve amaçları olan öğrencileri temsil eder. Yapılandırmacı yaklaşım öğrencilerin bağımsız öğrenenler olarak yetiştirilmesinde ve kendi öğrenmelerinde ne dereceye kadar sorumluluk verileceğini tanımlar.

5. Bilim, bilimsel bilgi, bilim adamları: yapılandırmacı görüş bilimsel bilginin insan tarafından yapılandırıldığını ve bilimsel bilginin değiştirilebilir olduğu gösterir. O bilimsel bilginin nasıl sürekli olarak geliştirildiğini ve gözden geçirildiğini ve fen derslerinin öğrencilere ne dereceye kadar fırsat yarattığını tanımlar.

Yapılandırmacı bakış açısına göre, öğrenme bir uyarı-tepki olayı değildir. Öğrenmenin gerçekleşmesi için, kişinin kendi kendine düzenleme yapması ve yansıtma ve soyutlama yoluyla kavramsal yapıları inşa etmesi gerekmektedir. Bu yaklaşıma göre öğrenme, öğrencilerin ön bilgi ve deneyimlerine dayanarak yeni bilgiyi yapılandırırları aktif bir süreçtir. Öğrenme, öğrenme ortamına bağlı olduğu kadar öğrencilerin ön bilgilerine de bağlıdır. Bilgi eşsiz bir şekilde ve bireysel olarak çok çeşitli şekillerde yapılandırılır ve bilgi yapılandırma süreci öğrencilerin ön bilgilerinden büyük ölçüde etkilenir. Öğrenme, öğrencinin öğrenme sürecine katılımını gerektiren aktif ve sürekli bir süreçtir. Öğrenme gelişimseldir. İnsanlar dünyayı anlamlandırmaya çalışırken yapılandırırları yeni bilgileri değerlendirirler ve yeni bilgileri özümleyebilir, düzenleyebilir veya reddedebilirler (Bodner,1986; Driver ve Bell,1986; von Glasersfeld, 1995).

Yapılandırmacılık, bilginin biriktirilmesi ve ezberlenmesi değil, düşünme ve analiz etme ile ilgilidir. Bu yaklaşımda bütün çaba öğrenme kalıcılığının sağlanması ve üst düzey bilişsel becerilerin oluşturulmasıdır. Böyle bir amacın merkezinde de

öğrenci vardır. Yapılandırmacı öğrenme yaklaşımı; öğrenenlere öğrenmeyi öğretmekte ve onlar için bilgiyi anlamlı kılmaktadır. Eğitimdeki hedefi ise; bilgiyi nasıl ve nerede kullanacağını bilen, kendi öğrenme stillerini tanıyıp, bunları etkili bir biçimde kullanan ve yeni bilgiler üretmede önceki bilgilerinden yararlanan bir insan modeli yaratmaktır (Abbott, 1999, s.68; aktaran, Genç, 2004).

Yapılandırmacı değerlendirmede ürün değil süreç önemlidir. Böylece ezberlenen bilgiler değil, özümseyen bilgiler değerlendirilir. Eğitim ortamında, öğrenenleri birbirleri ile karşılaştırmak yerine onlara öğrenmeyi paylaşmaları için fırsatlar verilir. Bu yaklaşımda öğretmen de açık fikirli, kendini yenileyen, bireysel farklılıkları dikkate alan, bilgiyi sadece aktaran değil uygun öğrenme ortamları sağlayan ve öğrenenlerle birlikte öğrenen olmalıdır. Öğretmen bu sınıflarda disiplin sağlayıcı, bilgi dağıtıcı rollerinden sıyrılıp öğrenmeyi kolaylaştıran bir yardımcı, dost ya da danışman olarak görülür. Sınıfta işbirliğini ve etkileşimi kolaylaştırıcı davranışlar sergiler (Slavin, 1994).

Yapılandırmacı bakış açısına göre, bilimsel bilginin açıkça ve tamamen ortaya konması gerekir. Teoriler kesin ve mutlak olarak değil, yanlışlaşabilir düşünceler olarak görülmelidir. Bu yaklaşım; bilimsel bilgiyi objektif, şüphesiz ve durağan olarak gören (ders kitapları veya sınıfların çoğunda anlatılan dersler bu tabloyu çizmektedir) ya da kişisel olarak deneysel araştırmalar yoluyla keşfedilen bir bilgi olarak kabul eden bakış açısına zıttır.

Yapılandırmacı yaklaşım, öğrenciyi pasif bir bilgi alıcısı olarak değil, bilgiyi aktif olarak yapılandıran, eski bilgilerini yeni durumlara uygulayan ve eğer amaçlar faydalı ise, bu bilgi yapılarını adapte eden kişi olarak görür.

Öğretici bir perspektiften bakılırsa, öğretmen bilgiyi sunandır. Keşifsel bir perspektiften bakınca da deneyimleri sağlayanıdır. Yapılandırmacı bir perspektiften

ise, bu fonksiyonların her ikisi de birleşmiş durumdadır. Öğretmen, öğrencilerin, olaylar arasında ilişki kurmalarını sağlamak ve fen algılarını geliştirmek için gerekli deneyimleri sağlamak zorundadır. Fakat deneyim tek başına yeterli değildir. Öğrencilerin konuyu anlaması önemlidir. Eğer öğrencilerin algılarını, kabul edilmiş fen doğrultusunda değiştirmek gerekiyorsa, o zaman bir otoritenin (çoğunlukla bu otorite bir öğretmendir) müdahalesi yararlı olur. Bu açıdan öğretme, aynı zamanda bir öğrenme prosesidir (Driver, 1995).

İyi bir öğretim ve öğrenim deneyiminin derinliklerinde kritik bir ilişki yatmaktadır. Bu; öğretmenlerin ve öğrencilerin, birbirlerinin düşüncelerini göz ardı ederek değil sorgulamak, yorumlamak, adapte etmek ve hatta reddetmek için birbirleriyle etkileştikleri bir ilişkidir. Bu anlamda eleştirel olmak için, bu düşüncelerin kaynakları, kökleri ve içinde bulundukları çatılar hakkında bir şeyler bilmemiz gerekir. Bir eğitimci sadece, eğitimin performansına odaklanır. Ama bir öğretmen, öğrencinin zihninde ne olduğuyla ilgilenmelidir. Öğretmen öğrenciyi dinlemeli, öğrencinin yaptığını ve söylediğini yorumlamalı, öğrencinin kavramsal yapılarının bir “modelini” inşa etmelidir. Elbette bu, hata payı olan, zor bir iştir. Fakat bunu yapmadan, öğrencilerin kavramsal yapılarını değiştirmek için yapılabilecek her türlü girişim, bir darbeden farksız olabilir ve konuyu kaçırabilir (von Glasersfeld, 1995).

Öğrencinin düşünme şekli ile ilgili bir modele ulaşmak için çaba gösterirken, bir problemi çözen öğrencinin ne yaptığı ve ne dediğinin göz önünde bulundurulması önemlidir. Bu problemin çözüm yolu öğrenci için çok mantıklı iken öğretmen için hiçbir anlamı olmayabilir. Ama eğer öğretmen, öğrencinin nasıl sonuca ulaştığıyla ilgili bir açıklama yapmaz ya da bir hipotez geliştirmezse, öğrencilerin kavramsal yapılarını modifiye etme şansı minimuma iner (von Glasersfeld, 1995).

2.5. Kavramsal Değişim Yaklaşımı

Bazı psikolog ve eğitimciler, kendileri sık sık farklı terminolojiler kullanmalarına rağmen yeni bilgi ve önbilgi arasındaki etkileşimle ilgilendiler. Bu alandaki en önemli ilk araştırmalarından bazısı Vygotsky (1962) tarafından yapılmıştır. Vygotsky günlük hayattaki bilgi ile bilimsel bilgiyi birleştirmedeki zorluğun, okulda öğretilen bilimsel kavramlar ile günlük deneyimlerle kazanılan ve tecrübesiz olarak adlandırılan kavramların nitelik olarak farklı kavramsal sistemlere ait olduğu gerçeğinden kaynaklandığını ileri sürmüştür. Bir taraftan günlük deneyimlerle elde edilen kavramlar öğrencinin günlük yaşamındaki gerçek olaylarla ilgilidir, ama bir tutarlılık sisteminin parçası değildir, diğer taraftan okulda öğretilen bilimsel kavramlar tutarlılık sistemlerini oluşturur ama öğrencinin günlük deneyimindeki olaylarla yeterli olarak ilgili değildir. Buna göre okulun fonksiyonu farklı sistemlerin birlikte gelişmesine yardım etmek olmalıdır. Öğrenciler doğaçlama olarak kazanılmış günlük kavramlarını tutarlılık sistemiyle birleştirmelidirler, ve okulda sunulan kavramları günlük yaşamlarına uygulamalıdır. Buna rağmen farklı kavramsal sistemlerin böyle bir birleşimi genellikle imkansızdır, çünkü bu bilgi sistemleri uyumlu değildir. Buna göre bir birleşimin olabilmesi için bilginin yeniden organizasyonu gereklidir.

Bilginin veya bilişsel yapıların yeniden organizasyonu Piaget'in zeka gelişimi teorisinde önemli bir rol oynamıştır. Piaget insan beyninin dengeye doğru kalıtsal bir eğilime sahip olduğunu farz eder. Buna göre bilişsel sistem, bilişsel çelişkilerin olmadığı dengeli bir zihinsel durumu ister. Bilişsel gelişim bir zeka seviyesinden diğerine yada bir bilişsel dengeden diğerine niteliksel olarak atlamalardan kaynaklanan böyle çelişkileri ve ilerlemeleri ortadan kaldırmak için aktif girişimler tarafından tetiklenir. Bu teori, bilişsel gelişim üzerine çok yoğunlaşmasına rağmen, kavramsal değişimi sadece evrensel bir yeniden yapılandırma olarak tanımladı ancak öğrencilerin özel alanlarda bilgilerini yeniden organize etmede neden özel zorluklar yaşadıklarını açıklayamadı.

Bilişsel yeniden yapılandırma üzerine daha konuya özgü (özel) olarak görülebilecek diğer bir teorik yaklaşım Gestalt psikologları tarafından geliştirilmiştir (Duncker, 1935; Köhler, 1921; Wertheimer, 1925). Bu araştırmacılar bilginin kazanımıyla ilgilenmemişler, bunun yerine düşünmede ve problem çözmedeki bilişsel yeniden organize etme süreçlerini analiz etmişler ve böyle yeniden organize etme süreçlerinin detaylı tanımlamalarını vermişlerdir. Buna rağmen bireysel bilişsel yeniden yapılandırmaya neyin sebep olduğu keşfedilememiştir. Bilişsel yeniden yapılandırmanın Gestalt psikolojisini modern bilişsel psikoloji açısından tekrar analiz etmek için Ohlson (1984) ve Montgomery (1984) tarafından bir girişim yapılmıştır. Ohlson bilişsel yeniden organize etmenin ya içte birey tarafından uzun süreli hafızada ya da dışta bireysel problem durumunda bulunabilecek özel bilgi istediğini savundu. Bu bilgi, öğrencinin problemini yeniden tanımlamasına ve böylece daha önce fark edilmemiş yeni ilişkileri fark etmesine izin verir. Montgomery, Gestalt'ın yeniden organize anlayışının, zihinsel modeli bilişsel çelişkiler yaratmaktan kaçınan bir yapısal dengeye dönüştürmek olarak da tanımlanabileceğini ileri sürmüştür.

Bilginin yeniden organize edilmesi, Gestalt yaklaşımından ciddi bir şekilde etkilenen bilişsel şema teorisi çerçevesinde de analiz edilmiştir. Örneğin Rumelhart ve Norman (1978) bilginin yeniden organize edilmesini, öğrenmeye üç farklı bakıştan biri olarak tanımlamıştır. Bunlardan accretion; var olan kavramsal yapıların ilişkilendirilmesidir. Tuning; var olan beklentilerin kısıtlanmasıyla veya bir dizi mümkün veriyi değiştirerek var olan kavramların yenisiyle uyumlu hale getirilmesidir. Yeniden yapılandırma ise, kavramlar arasında yeni bağlantılar oluşturarak ve kavramlar arasındaki eski bağlantıları değiştirerek varolan kavramsal yapıların yeniden organizasyonu anlamına gelir. Buna rağmen bu kategorize etmenin açıklayıcı fonksiyonundan ziyade tanımlayıcı bir fonksiyonu vardır ve bu üç ayrımın sık sık detaylı olarak uygulanması zordur.

Strike ve Posner (1982) bilginin yeniden organizasyonunu, eski fikirlerin yenileriyle yer değiştirmesi olarak tanımlamışlardır. Buna göre bireyin eski bilgisi, bilişsel çelişki yaratan yeni tecrübelerle eski yanlış kavramaların yeni ve daha uygun

kavramlarla yer değiştirilmesiyle sonuçlanacak bir mücadeleye girer. Böyle yer değiştirmelerin öğrencinin eski kavramlarından memnun olmamasını, anlayabileceği ulaşılabilir alternatif kavramlar olmasını ve alternatif kavramaların makul ve verimli olmasını gerektirdiği farz edilmektedir (Posner ve başk. 1982). Buna rağmen bilişsel çelişkiler genel olarak kavramsal değişimle sonuçlanmaz. Öğrenciler sık sık çelişki yaratan delili basit olarak sadece bu olaya mahsus varsayımlarla açıklanabilecek beklentiler olarak görürler (Beveridge, 1985; Rowell ve Dawson, 1983). Ayrıca yanlış kavramalar sık sık yer değiştirmezler bunun yerine yeni kavramlarla birlikte bulunurlar.

Son zamanlarda çeşitli araştırmacılar var olan bilginin yeniden organizasyonu kadar ön bilgi ile yeni bilgi arasındaki etkileşimi bilişsel ve gelişim psikolojisinin kavramları temelinde daha detaylı incelemeyi denediler. diSessa (1988, 1993) günlük deneyimlerden elde edilen sezgisel yaygın bilginin, ilkel olayların prensipleri temelinde yaratılan izole edilmiş ve parçalanmış bilgi kırıntılarından oluştuğunu ileri sürmüştür. Bu bakış açısına göre kavramsal değişim olaysal prensiplerin sürekli etkileşiminden kaynaklanan tutarlılığın ve bilginin tutarlılığının artmasıdır. Carey (1985,1991) yukarıdaki bakış açısının tersine bireyin günlük sezgisel bilgisinin parçalanmış bilgi kırıntılarından oluşmadığını bunun yerine tutarlı sistematik teorimsi bir yapı olduğunu ileri sürdü. Bu görüşe göre kavramsal değişim, bireyin sezgisel teorisinin radikal yeniden yapılandırılmasıdır. Yani alternatif çekirdek kavramları ve bunlar arasındaki ilişkileri temel alan yeni perspektife ani bir geçiştir.

Vosniadou ve Brewer (1992, 1994) öğrencinin sezgisel bilgisi içinde özel teoriler ve çerçeve teoriler arasında bir ayrım gösterdiler. Özel teoriler bireyin gerçek hakkında sahip olduğu konuya özgü varsayımlardan oluşur. Çerçeve teoriler örneğin düz görünen şeyler düzdür ve gözlemcinin bakış açısından yerçekimi yukarıdan aşağı doğru hareket eder gibi genel varsayımlardan oluşur. Bu varsayımlar sağlam bir şekilde yerleştirilmiş görüşler olarak ifade edilir. Çünkü onlar günlük deneyimle derin bir şekilde kökleşmiştir. Kuhn (1989) çocukların, hipotezi ve delili doğaçlama olarak ayırmadığını ileri sürmüştür. Benzer olarak çocuklar kendilerinin

varsayımlarının teoriksel statüsünden haberdar değildir (aktaran, Wolfgang, Vosniadou, Carrtero, 1999, s.194).

Yapılandırmacı yaklaşım ve kavramsal değişim görüşleri fen eğitimi araştırmasında ve fen öğretimi ve öğrenimini geliştirmeye yönelik araştırmalarda 1980 den buyana önemli rol oynamıştır (Duit ve Treagust, 1998; Schnotz, Vosniadou ve Carretero, 1999; Duit, 1999). Çeşitli araştırmalar kavramsal değişim yaklaşımının öğrencilerin kavramsal algılamalarını iyileştirebileceğini göstermiştir (Guzzetti ve başk.,1993; Hewson ve Hewson, 1983; Champagne, Gunstone ve Klopfer, 1985; Roth ve Rosaen, 1991; Nussbaum ve Novick, 1982; Chambers ve Andre, 1997; Hynd ve başk., 1994). Fen eğitiminin kalitesini artırmak için son zamanlarda yapılan geniş çaplı projelerde yapılandırmacı kavramsal değişim fikri öğrenme ve öğretimin merkezini oluşturmuştur (aktaran, Prenzel ve Duit, 2000).

Bu yüzden fen eğitiminde kavramsal değişim stratejileri göz önüne alınmalıdır. Bununla beraber öğretmen yetiştirilmesi alanındaki çalışmalar bir çok fen öğretmeninin öğretme ve öğrenme ile ilgili fikirlerinin yapılandırmacılıktan ziyade aktarıma dayandığını göstermiştir. Böyle sınırlandırılmış görüşler fen öğretimi ve öğreniminin iyileştirilmesine karşı engel olarak görülür (Anderson ve Helms, 2001).

Fen eğitiminde, son yirmi yıldan fazla bir süredir yapılmış olan araştırmalar; kavramsal değişimin teorik modelinin, fen sınıflarında öğrencilerin öğrenme doğasını açıklayan paradigmalardan biri olduğunu göstermiştir. Öğrencilerin feni anlayabilmeleri için bazı kavramları ve bu kavramların birbirleriyle ilişkilerini bilmeleri gerekir, yani kavramsal bilgileri edinmiş olmaları gerekir. Bilgilerindeki kavramsal değişim gereklidir. Çünkü bu şekilde yeni bilgi anlamlı bir şekilde öğrenilmiş olur. Aksi takdirde öğrenci, yeni materyalleri ezberlemekle sınırlı kalır (Suits, 2000).

Kavramsal değişimle ilgili en etkili teori, Cornell Üniversitesindeki bir grup fen eğitimcisi ve fen filozofları tarafından geliştirilmiştir (Posner ve başk.,1982). Bu teori hem fen eğitimi alanlarında hem de diğer alanlarda etkili ve popüler olmuştur. Teori fen alanlarında ve diğer alanlarda kapsamlı bir şekilde uygulanmıştır. (Wolfgang; Vosniadou; Carretero, 1999).

Posner ve başk., (1982) tarafından geliştirilen kavramsal değişim yaklaşımına göre bir öğrencideki kavramsal değişimi sağlamak için gerekli dört şart içeren bir model önermiştir. Bu şartlar kavramsal değişimin sağlanması için gereklidir. Bunlar: (1) Öğrenci varolan kavramlarından rahatsızlık duymalıdır. (2) yeni kavram öğrenci için anlaşılabilir olmalıdır. Yani yeni kavram öğrencinin anlayabileceği kadar açık olmalıdır. (3) yeni kavram başlangıçta öğrenci için açık olmalıdır. (4) yeni kavram yeni alanlardaki açıklamalar için bir potansiyele sahip olmalıdır.

Bu modele göre özümleme ve düzenleme olmak üzere iki tip kavramsal değişim vardır. Özümleme; yeni bir kavramla karşılaşıldığında öğrencinin varolan bilgilerini kullanarak bu kavramı yapılandırması sürecini tanımlar, düzenleme ise; öğrencinin merkez kavramlarının yeniden düzenlediği veya değiştirmek zorunda kaldığı bir durumu tanımlar. Bu iki kavramsal değişimden düzenlenme çok zordur çünkü bu durum genellikle yeni bilginin öğrencinin var olan kavramlarıyla çeliştiği bir etkileşimi içerir.

Bu ilk teori, öğrenciler bir kavramdan hedef kavrama nasıl bir geçiş yaparlar sorunun cevabını verir? Bu teori, zaten var olan ve yeniden yapılandırma diye adlandırılan kavramlar üzerinde yoğunlaşır. Bu teori Piaget'in bilginin düzenlenmesi ve Kuhn'un paradigmadaki değişimine dayanır. Teori fende kavramsal değişim ve öğrenciler arasında analogiler oluşturur. Kavramsal değişimle ilgili dört şart çoğunlukla Kuhn (1970), Lacatos (1970) ve Toulmin (1972)'in çalışmalarından olmak üzere fen tarihçileri ve filozoflarının çalışmalarından çıkarılmıştır. Kavramsal değişim teorisinde öğrencinin bir bilim adamı olarak metaforu, genel olarak öğrenci kavramları üzerindeki fen eğitimi araştırmasında önemli bir yere sahiptir.

Diğerlerinin yanında bu teori öğrencileri ve onların görüşlerini ciddiye almak için bir girişimci olarak işlev yapmıştır. Teorinin anahtar metaforu kavramsal ekolojidir ve öğrencilerin mevcut kavramsal yapısını bir çevresel ekosistemin parçaları olarak tanımlar (Wolfgang; Vosniadou; Carretero, 1999, s.264).

Bu teori daha sonraları Strike ve Posner (1992) tarafından yeniden düzenlenmiştir. Çünkü ilk teoride çok rasyonel ve öğrenmede etkili olan sosyal ve etkili faktörlerin etkisini göz önüne alınmamıştır, ilk teoride önbilgilerle ve yeni kavramların etkileşimi göz ardı edilmiştir. Yeniden düzenlenen teori, bilimsel kavramların ve yanlış kavramaların da dahil olduğu kavramsal ekolojinin bütün parçalarının dinamik ve sürekli etkileşim ve gelişim içinde olduğunu göstermiştir (Wolfgang; Vosniadou; Carretero, 1999, s.266).

Posner ve başk. (1982) tarafından önerilen kavramsal değişim teorisi Hewson ve Thorley tarafından yaygın bir şekilde uygulanılmış ve uygulanırken değiştirilmiştir. Hewson ve Thorley'e (1989) göre kavramsal değişim için önerilen şartlar, öğrencinin inandığı veya üzerinde düşündüğü kavramlara dayanır. Önemli nokta bu şartların sağlanıp sağlanmadığına öğretmen tarafından değil, öğrenci tarafından karar verilmesidir. Kavramsal değişim olabilmesi için ilk üç şart şunlardır.

1. Kavram öğrenci için anlaşılır mı? Öğrenci kavramın ne anlama geldiğini biliyor mu? Kavramın parçaları bütün olarak öğrenci için uyumlu mu? Öğrenci kavramı göstermeye yönelik bir yol bulabiliyor mu? öğrenci kavrama özgü olasılıkları keşfetmeye başlayabilir mi?

2. Kavram öğrenci için makul mu? Eğer kavram öğrenci için anlaşılırsa, bunun doğru olduğuna inanıyor mu? Öğrencinin kabul ettiği diğer kavramlarla uyumlu ve tutarlı mı? Yeni kavram öğrenci için bir anlam oluşturabiliyor mu?

3. Kavram öğrenci için verimli mi? Eğer kavram öğrenci için anlaşılabilirse, öğrenci kavramı kendisi için değerli buluyor mu? Daha önce cevap bulamadığı soruları çözebiliyor mu? Yeni olasılıklar, yeni yönlendirmeler ve yeni fikirler ileri sürüyor mu?

Yeni kavramın bu üç şartı karşılama boyutu, öğrencinin kavramsal düzeyi olarak adlandırılır. Bu terimlerde açıklanan kavramsal değişim modeli, kavram düzeyinin artırılması ya da azaltılması gibi değişimlerle ilgilidir. Ne kadar çok şart sağlanırsa kavrama düzeyi o derece artar. Anlaşılabilirlik kavram düzeyinin artırılmasında gerekli ilk adımdır. Anlaşılabilirlik olmadan kavramın kişiye yönelik bir düzeyi yoktur ve kavram ne verimli nede makul olabilir. Önceleri karşılanan şartlar artık karşılanmıyorsa kavramın düzeyi düşer. Bununla beraber bir kavramın anlaşılabilir olması olası değildir. Örneğin biz onun ne olduğuna inanmasak bile bir fikrin ne anlama geldiğini bildiğimizde onu hatırlayabiliriz.

Kavramsal değişim modelindeki dördüncü şart düzeydeki değişikliklerle doğrudan ilgilidir. Kavram öğrenci için hoşnutsuzluğun kaynağı oluyor mu? Kavram öğrenci için sezgisel olarak çelişkili görünüyor mu? yani öğrenci için makul görünmüyor mu? güçlükler yaratır mı veya öğrenci için olasılıkları engeller mi? Yani öğrenci için verimsiz görünür mü?

Örneğin düzey, verimliliğini ve makullüğünü veya her ikisini kaybettiği zaman kavramla ilgili yüksek düzeye sahip olan bir öğrenci mevcut kavramlarından hoşnutsuzluk duyabilir. Bir kavramdan hoşnutsuzluk duymak için kavramın anlaşılabilir olması gerekir fakat hoşnutsuzluk kavramın makul veya verimli olmasını engelleyebilir. Bir öğrenci için anlamlı olan ve onun mevcut bilgisinin parçası olan çoğu kavrama kişi için anlaşılabilir ve makuldür. Kavramların edinimi döneminde bunların verimli olması olasıdır fakat daha sonra verimli olmayabilir. Öğrenci yeni bir kavramı düşündüğü zaman bir çok olasılık ortaya çıkar bunlardan ikisi şunlardır;

1. Öğrenci yeni kavramı anlaşılır (bir anlamı var), makul (varolan kavramlarla uyum sağlayabiliyorsa, bu kavramlarla çelişmiyorsa) ve de verimli (bunu öğrenmek için bir nedeni varsa) buluyorsa varolan kavramlarla birleştirilebilir. Bu şekilde kavramsal düzey yükselir. Bu yöntem Posner (1982) tarafından “özümleme” (assimilation) ve Hewson (1981) tarafından “kavramsal zaptetme” (conceptual capture) olarak adlandırılmıştır.

2. Yeni kavram öğrenci için anlaşılır, ama varolan ilgili kavramlarla çelişiyorsa, bu kavram öğrenci için makul olamaz. Çünkü çelişen kavram aynı anda da öğrenci için makul olamaz. Bu durumda yeni kavramın kabul edilmesi varolan kavramlar tarafından engellenecektir. Yeni kavramı öğrencinin tamamen kabul etmesi için yeni kavramın düzeyi artırılmadan önce engel olan kavramların düzeyi düşürülmelidir. Bu süreç Posner (1982) tarafından “düzenlenme” (accomodation) ve Hewson (1981) tarafından “kavramsal değişim” (conceptual exchange) olarak adlandırılmıştır.

Kavramsal özümleme ve kavramsal değişim süreçlerinin her ikisi de kavramsal değişimin örnekleridir. Kavramsal değişim, belki başarılması zor olduğundan ve beklide sadece son zamanlarda önemli görüldüğünden son literatürlerde çok ilgi görmüştür. Kavramsal değişim sırasında öğrencide tamamıyla ya da açıkça yukarıdaki şartlar sağlanmalıdır (Hewson ve Thorley 1989).

Hennessey’e (1991) göre herhangi bir öğrenme durumunda birkaç sonuçla karşılaşmak mümkündür. Örneğin, öğrenci yeni kavramı reddetme yolunu seçebilir veya var olan kavramlarıyla yeni kavram arasında uzlaştırma yapmaksızın onu ezberleyebilir. Kavramsal değişim, yalnızca öğrenen kişinin var olan kavramlarını yeniden yapılandığında ya özümleme yoluyla ya da düzenleme yoluyla olur.

Eğer öğrenci yeni kavramı, kendisinde var olan mevcut kavramlar yoluyla kavramsal yapısına eklerse özümleme olur. Bu durum yeni kavram keşfedildiğinde,

öğrencinin var olan kavramlarıyla yeni kavram arasında bir çelişki oluşmadığı zaman meydana gelir. Bunun aksine eğer öğrenci var olan kavramını yeni bir kavramla değiştirirse, düzenleme olur, çünkü var olan kavram ile yarışan yeni kavram uyuşmaz. Bu değişim, eğer öğrenci var olan kavramlarından yeterince rahatsızlık duyulması sağlanmışsa olur.

Öğrenci var olan kavramlarına yeni kavramı ekleyerek yeniden yapılandığı zaman, yeni kavram yer almadan önce öğrenci yeni kavramın anlaşılabilir ve en azından makul olduğunu düşünmelidir. Bir kavramın anlaşılabilir olması için öğrenci; “kavram benim için anlamlı mı?” “kavrama örnekler verebilir miyim?” “kavramı kendi kelimelerimle ifade edebilir miyim?” sorularına zihninde cevap verebilmelidir.

Bir kavramın makul olması için ise öğrenci; “kavrama inanıyor muyum?” “açıklamalar bildiğim veya inandığım fikir ve diğer deneyimlerimle uyuşuyor mu?” “kavram benim düşündüğüm gibi mi?” sorularına zihninde cevap verebilmelidir.

Öğrencinin, var olan bir kavramı yeni bir kavramla değiştirmesi için, var olan kavramlarından rahatsızlık duymalı ve anlaşılabilir ve makul olan yeni kavram bu rahatsızlık durumunu çözebilmelidir. Öğrenci yeni kavramın anlaşılabilir ve makul olduğunun farkında olduktan sonra, onu deneyimlerini açıklamak veya yorumlamak için kullanabilir. Eğer öğrenci bu yeni kavramı başarılı olarak uygularsa Posner ve başk.’nın (1982) ifade ettiği verimlilik aşamasındadır. Yani öğrenci yeni kavramın; “fikirleri daha iyi ve yeni bir yolla açıklayıp açıklamadığına” “problem çözmede yardım edip etmediğine” “başka araştırmalar için yeni fikirler verip vermediğine” karar vermelidir (aktaran, Blank, 1997).

Hewson ve Hewson (1983) kavramsal değişim olarak adlandırdıkları öğrenme modelinde, yeni kavramın var olan bilgilerle birleşmeden önce tatmin edici olması için üç şartın gerekli olduğunu öne sürmüşlerdir. Öncelikle yeni kavram

anlaşılabilir olmalıdır. Bu durumda kişi yeni kavramın ne anlama geldiğini ve tutarlı bir yapı oluşturabileceğini düşünmelidir. Kişi kavramın doğru veya inanılır olduğuna bakmadan içsel olarak tutarlı olduğunu görebilmelidir. İkinci olarak yeni kavram makul olmalıdır. Öğrenci yeni kavramın doğru ve anlaşılabilir olduğuna inanmalıdır, yani öğrencini var olan kavramlarıyla yeni kavramı uyuşturmalıdır. Üçüncüsü ise kavram verimli olmak zorundadır. Yeni kavram problem çözümüne yardımcı olmalı, yeni yaklaşımlar önermelidir. Diğer bir deyişle tahmin edici ve açıklayıcı bir gücü olmalıdır.

Modelle ilgili çıkarımlar öğretmenler için açık olmalıdır. Öğretmen, öğrencinin yeni kavramla ilgili içeriği anlaşılabilir, makul ve verimli bulduğundan emin olmalıdır ki buda yalnızca ön bilgilerin açıklanmasıyla olur. Bu yüzden sunulan kavram bir öğrenci için anlamlı olurken bir diğer öğrenci için var olan kavramları ile çeliştiği için anlamlı olmayabilir. Başka bir ifadeyle aynı fikirler, farklı öğrenciler için farklı öğretim stratejisi gerektirebilir. Öğrencilerin zihinlerinde kavramsal değişimin oluşmasını sağlamak için Hewson ve Hewson (1983) tarafından önerilen mümkün öğretim stratejileri aşağıda sunulmuştur.

1. Birleştirme: Bu stratejide amaç yeni kavramları var olan kavramlarla veya var olan farklı kavramları birbiriyle birleştirmektir. Bu, bugünkü fen öğretiminde baskın öğretim stratejisi olan ve “öğrencilerin var olan kavramları, öğretmenlerin öğrettiği kavramlardır” sanısına dayanır.

2. Ayırt etme: Bu stratejide amaç oldukça yakın tanımlanan, ayırt edilmiş, fakat oldukça ilişkili olan kavramları ayırt etmektir. Öğrencinin bir durumda makul görünen bir şeyin daha farklı ve karışık durumda artık makul olmadığını görmesi gerekir.

3. Değiştirme: Bu stratejide amaç var olan bir kavramı yeni bir kavramla değiştirmektir. Çünkü bu kavramlar başka bir kavramla çelişir ve bu yüzden iki kavram birbiriyle uyuşmaz. Bir öğrenci makul bir kavramla makul görünmeyen bir

kavramı değiştirmeyeceğinden yeni kavramın eskisinden daha açıklayıcı ve tahmin edici gücü olduğunu göstermenin yanında var olan kavramla ilgili hoşnutsuzluk yaratması gerekir.

4. Kavramsal köprü: Bu stratejide amaç önemli soyut kavramların anlamlı yaygın tecrübelerle bağlanabileceği uygun bir ortam oluşturmaktır. Öğretilen soyut kavramlar açısından cevaplanacak bir sorunun seçilmesi bu kavramların verimli ve makul görünebileceği bir kurgu oluşturur.

Stephan (1996) kavramsal değişimi, öğrencilerin kendi ön kavramlarını ve sınıf arkadaşlarının kavramlarını karşılaştırdığı ve daha sonra da bir cevaba ve kavramsal değişime doğru çalıştıkları bir atmosfer yaratma olarak tanımlamış ve bu modelle ilgili altı basamak önemiştir. Bu basamaklar; (1) Öğrenciler bir aktiviteye başlamadan önce düşünülen bir kavram hakkında tahminde bulunmak (bir sonuca varmak) için kendi ön kavramlarının farkında olurlar. (2) İnanışlarını başlangıçta küçük gruplarla daha sonra tüm sınıfla paylaşmak öğrencileri kendi inanışları ile karşı karşıya getirir. (3) Öğrenciler kendi inançlarını küçük gruplarda test ederek ve tartışarak karşılaştırırlar. (4) Öğrenciler eğer fikirleri ve gözlemleri arasında çelişki varsa (ortaya atılan ön kavramlara ve sınıf tartışmalarına bağlı olarak) çözmeye çalışırlar böylece yeni kavram yapılandırılır. (5) Öğrenciler öğrenilen kavramla sınıfta ve günlük yaşamları dahil diğer durumlarda arasında bağlantı kurmaya çalışarak kavramı genellerler. (6) Öğrenciler kavramla ilgili kendi seçimlerinde ek soru ve problemler arayarak ileri gitmeye teşvik edilirler.

Kavramsal değişim, önceki anlayışın reddedilmesini ve yeni bir anlayışın desteklenmesini içerir. Yeni bir fikrin ışığında bir başka fikrin reddedildiği kavramsal değişim görüşü, bilgi yapılarının radikal bir organizasyonu olarak bakıldığında Carey (1992), Chi (1993) ve Thagard'ın kavramsal değişim fikri ile aynıdır. Eğer bir öğrenci ağır bir nesnenin hafif bir nesne ile aynı hızla yere düştüğünü biliyorsa ve daha sonra bunun yerçekiminin bütün nesneleri eşit olarak etkilediğinden kaynaklı olduğunu öğrenirse bu yeni bilginin katılımı bir kavramsal

değişim olarak düşünölmeyecektir, her ne kadar ayrıntılara girilmese de başlangıçtaki mantık hala inanılırdır. Bununla beraber eğer öğrenci ağır bir nesnenin hafif bir nesneye göre daha hızlı düşeceğine inanıp daha sonra bunun doğru olmadığını keşfetti ise bu yeni anlayış kavramsal değişim olacaktır.

Bu, kavramsal değişimde sadece bir fikrin diğeri ile değiştiğı ve orijinalinin ortadan kalktığı anlamına gelmez. Eski fikir kalır ve bilinçli olarak engellenmesi gerekebilir. Değişen şey ise eski fikre yüklenen inanç seviyesidir. Uygulamalarda, bireyler aynı zamanda birbiri ile yarışan bir çok fikre sahip olabilir. Örneğin öğrenci okulda bir fikre inanabilir, evde ise bu fikirle yarışan bir başka fikre inanabilir. Smith, diSessa ve Roschelle (1993) ve Seigler (1996) bir fikrin diğelerinden daha verimli olduğuna ne kadar ikna olduklarına bağılı olarak çeşitli fikirler arasında seçim yaptıklarını ileri sürer. Bu kavramsal değişim fikri, kavramsal değişimin radikal yeniden yapılandırmayı vurguladığı fikri ile çelişmez. Fakat bu bölümde tartışılan kavramsal değişim tipinde, bir öğrenci bir fikir ile diğeri arasındaki farklılıklardan bilinçli bir biçimde haberdar olur ve onlardan birini benimsemek için bilinçli bir karar verir. Diğeri bir ifadeyle, maksatlardır.

Öğrenciler kendi kavramlarını değiştirmemek için aşırı ısrarlı olabilirler. Eğer bu kavramlar sezgisel olarak mantıklı veya kendilerinin dünyayı gördükleri biçime bağılıysa, yani belirgin, tutarlı ve kesin bir biçimde yerleşmişse o zaman değişim zordur (Posner ve başk. 1982; Hynd ve başk. 1993; Sinatra ve Dole, 1998). Örneğin bazı öğrenciler sezgisel olarak yerçekiminin daha ağır nesnelere hafif nesnelerden daha fazla etki ettiğini düşörlö. Çünkü bu fikir yanlış olmasına rağmen, öğrencilerin nesnelerin düşmesine ait gerçek dünya gözlemlerinden çıkarılan uygun bir anlayıştır. Hava direncinin etkilerini göremedikleri için ağırlığın düşüş hızını etkilediğini düşünörlö. Bundan dolayı, bilimsel bir fikir olan “yer çekimi bütün nesneler üzerine eşit olarak etki eder” fikrine karşı koyarlar ve kendi sezgisel fikirlerini desteklemek için yeni fikirleri göz ardı ederler (aktaran, Hynd, 2001).

2.6. Tahmin–Gözlem–Açıklama (TGA)

Eğitimin önemli bir amacı öğrencilerin mevcut bilgilerini, olayları ve deneyimlerini yorumlamak için nasıl kullanacaklarını öğrenmeleridir. Derslerde ve sınavlarda sorulan sorular genellikle durumlar, olgular ve kavramlarla ilgili bilginin hatırlanmasını gerektirir. Öğrencilere bir olayın sonucunu vererek soru sormak, onlara yalnızca, sonucu zaten belirli bir olayı açıklama şansı tanır. Bu da düşünmeden, bir kitâbi bilginin tekrarlanmasını içerir. Öte yandan TGA metodunda tahmin, cevap verenin bir şeyin olmasını daha muhtemel görmesine sebep olan bilgiyi kullanmasını gerektirir. Olay tam açıklanmadığı için, yani tahmine gereksinim olduğu için öğrenci cevap verirken mevcut bilgisini kullanmak zorundadır. Ayrıca, öğrenci kendi bilgisinin gerçek hayata nasıl uygulandığını da değerlendirecektir. TGA’da amaç bilgiyi uygulama yeteneğinin ölçülmesidir. TGA, anlama kalitesini ortaya koymada bilinen inceleme tekniklerine göre daha dolambaçsız bir yöntemdir. Onun bu doğrudanlığı belirli bir olaya odaklanılmasından dolayıdır.

Bu tekniğin uygulaması üç basamaktan oluşur. Öncelikle, öğrencilerin bir olayın sonucunu tahmin etmeleri ve tahminlerinin sebebini açıklamaları istenir. Sonra, öğrenciler olayı gözlerler ve gözlemlerini kaydederler. Daha sonra da tahminleri ve gözlemleri arasındaki çelişkili durumları uzlaştırmak için sorgulama yaparlar.

TGA’nın amacı açısından herkesin tahminlerini ve tahminlerini destekleyen sebepleri yazmaları çok önemlidir. Gözlemden önce bu tahminlerin yazılmasının 2 önemli sebebi vardır: (1) Bütün öğrenciler hangi bilgilerini kullanmanın uygun olduğuna karar verme durumundadır ve (2) herkes hala düşündüğü ve yazdığı için gözlemi kaçırmaz. Sebep açıklamaksızın tahmin yapmak kavramlar arası bağlantıların doğasını belirtmeden kavram haritası yapmaya oldukça benzer ve tekniğin çok değerli olan “öğrenmeyi ölçme” özelliğini yitirmesi anlamına gelir.

Olay meydana gelirken her öğrencinin bireysel gözlemlerini yazması sağlanır. Bazı öğrenciler farklı şeyler görebilir. Olay anında gözlem yazılmazsa öğrenciler daha sonra diğerlerinden etkilenerek gözlemlerini değiştirebilirler.

Son basamak, tahmin ve gözlem arasındaki farklılıkları irdeleyerek bildiklerini yeniden yapılandırmalarıdır. Öğrenciler bu basamağı çok zor bulurlar ama öğretmenlerin onları cesaretlendirmesi ve ihtimalleri düşünmelerini sağlaması gerekir. Bu cesaretlendirme çok önemlidir. Çünkü öğrencilerin yapacağı açıklamalar onların anlama kaliteleri hakkında çok şey ortaya koyar (Atasoy, 2004).

2.7. Analogiler

Analogiler (benzeşim) çoğunlukla, eski olarak bilinen iletişim araçlarında, siyasi konuşma sanatında, yazılı dökümanlarda, dini yorumlarda, felsefi tartışmalarda ve ilmi konuşmalarda yaygın olarak kullanılır. Öğretmenler analogileri, zor kavramları basitleştirmek veya soyut fikirleri, daha az bilinen sistemleri, kavramları veya nesneleri daha çok bilinen biri ile kıyaslayarak somutlaştırmak amacıyla kullanılır.

İletişim ve öğrenimdeki popüler rolüne ilave olarak, analogiler bilimsel bilgilerin yaratıcı ve ilerletici mekanizmalarıdır (Dreistadt, 1968, 1969). Campbell (1957) analogilerin teorilerin oldukça gerekli bir bölümleri olduğuna; onsuz teorilerin tamamen değersiz ve de bir isme lâyık olmadığına inanır. Son zamanlarda Nersessian (1992), analogisel muhakemeyi bilimsel keşif sürecinde genellikle bir çok kritik heuristik işlemlerden biri olarak ele almıştır. Newton'un evrensel yerçekimi kuvveti teorisi, Darwin'in doğal seleksiyon teorisi ve Rutherford-Born'un atom altı taneciklerin dizilimleri teorisi, yeni bilginin yapılandırılmasında analoginin merkezi rolünü açıklar. Nersessian (1992) analogilerin sadece düşünmeye (gerçekte problemi çözen mantıksal çıkarım) rehberlik etmediğini aynı zamanda analogilerin kendilerinin

çıkarım yaptıkları ve probleme çözüm ürettikleri sonucunu çıkarır (aktaran, Mintes, Wandersee, Novak, 2002, s.195).

Bilim tarihi içinde analojinin çok sayıda fikir ve keşifler verdiği pek çok durumlar bulunmaktadır. Güneş sistemi ve atom yapısı arasındaki analogi ve bir damla sıvı ile bir çekirdeğin analogisi sadece birer örnektir. Analogilerin rolü öğrenme-öğretme sürecinde özellikle fen alanında da fark edilir. Analogiler öğrenme-öğretme sürecine yardımcı olarak sınıflarda ve ders kitaplarında sıklıkla kullanılmaktadır. Bazı öğretmenler analogiyi öğrencilerinin algılamalarına ve açıklamalarına yardımcı olmak için kullanırlar. Analogilerin büyük faydalarının yanında sınırlılıkları da vardır. Analogiler dikkatli kullanılmadıkları takdirde öğrenenleri yanıltabilir ve öğrenmeye etkisi olmayabilir. Analoginin uygunsuz kullanımı yanlış anlamalar gibi istenilmeyen öğrenmelere yol açabilir (Parida ve Goswami, 2000).

Eğer analogiler dikkatli bir şekilde kullanılmazsa öğretim durumunda (1) Öğrenciler analogilerden çok uzak olabilirler veya onu öğrendiklerinden ayıramayabilirler. (2) Öğrenciler içeriği değil sadece analogiyi hatırlayabilirler. (3) Öğrenciler hedef kavramla ilgili çıkarımlardan analoginin konu dışı yönleri üzerine yoğunlaştıkları için problemler doğabilir (Thiele ve Tragust, 1995).

Literatürde analogiler genel olarak bireysel ve resimli analogiler olarak ikiye ayrılmıştır. Bireysel analogilerde öğrenci aktif olarak rol alır ve zihninde bu olayları canlandırır. Resimli analogilerde ise anlaşılması zor olan kavramlar diyagramlar ve resimlerle gösterilerek anlaşılmalrı sağlanır. Resimli analogilerin çoğuna bazı sözlü anlatımlarla eşlik edilir. Bu tip analogiler hedeflenen kavramların daha iyi anlaşılması için öğrencilerin resimlerle benzeştirme yapmasına yardımcı olmaktadır (Thiele ve Treagust, 1995).

Gabel ve Samuel (1986) yapmış olduğu çalışmada, öğrenciler, kullanılan analogi ile öğretilmesi hedeflenen kavramlar arasında bağlantı kurabiliyorsa bu tür analogilerin öğrencilerin kavram yanlışlarını azalttığını ve onların kavramları daha kolay öğrendiklerini tespit etmiştir. Webb (1985) yapmış olduğu çalışmada şayet öğrenci kullanılan analoginin, öğretilmesi düşünülen hedef kavramlarla ilişkisini anlayamazsa bu durumun öğrencilerde kavram yanlışlarının oluşmasına neden olabileceğini ortaya koymuştur. Çünkü belirtilen bu noktayı öğrenci anlayamadığı zaman analogi ile öğretilmesi hedeflenen kavramların dışında sonuçlar çıkarır.

Bilgin ve Geban (2001) analogilerin bir öğretim aracı olarak kullanıldığında öğrencilerin kavram yanlışlarının giderilmesinde etkili olduğunu göstermişlerdir. Kimyasal denge ile ilgili yaptıkları çalışmada kavram yanlışlarının özellikle geleneksel yöntemle anlatıldığında sürdüğünü göstermişler, bu nedenle lise düzeyindeki kimya derslerinde öğretilmesi düşünülen hedef kavramlarla somut benzerliği olan analogilerin öğrencilere küçük gruplar halinde yaptırılmasının onların öğrenim etkinliklerine aktif olarak katılmalarını sağlayacağını ve bunun sonucunda da öğrencinin algılamakta zorluk çektiği olayları analogi ile algılayarak kavramları daha iyi öğrenebileceğini söylemişlerdir.

Thiele ve Treagust (1995) Avusturyalı son sınıf lise öğrencileri tarafından kullanılan bir çok kimya kitaplarında yer alan analogilerin eleştirel analizlerini yapmışlardır. İyi bir analoginin tanıtımında harita yapmanın önemini, analogi ve hedef kavramın niteliklerini, sistematik zıtlıklarını belirlemenin öğrencilerin belirlenen amaçla hedef arasındaki sonuçların tam olarak farkına varmasını sağladığını ortaya koymuştur.

Araştırmacılar genellikle analoginin kullanımına ait iki farklı amacı yani yordayıcı/üretici işleve karşı açıklayıcı/iletişimsel işlevi arasında bir ayrım yaparlar. Bu ayrımın belirlenmesinde İndurkha (1992) analoginin basit ve yordayıcı yönüne işaret eder. Basit veya oransal analogi, mevcut benzerlikleri fark ederek yada yeni benzerlikler yaratarak iki durum arasındaki benzerliklerle ilişkilendirilir. Örneğin

atomun yapısını tanımlamak için güneş sisteminin kullanılması. Diğer taraftan yordayıcı analogi mevcut olanlara bağlı olarak iki durum arasındaki diğer benzerlikleri tahmin etme ile ilişkilendirilir. Örneğin, bot sürmede tecrübesi olmayan fakat otomobil kullanmış birisi kendi deneyimine bağlı olarak botta dümen kullanmanın arabadaki ile aynı şekilde olacağını tahmin eder. Bu çıkarım yordayıcı bir analogiye benzer. Böylece basit analoginin anlamı bilinen bir alandan bilinmeyen bir alana özellikleri/ilişkileri haritalandırmakken, yordayıcı analoginin amacı problemlere yeni çözümler üretmek için iki alan arasında belirtilen ilişkilerin ötesine gitmektir. Sonuç olarak yordayıcı analogiler mevcut ilişkilerden çıkarılamaz fakat onlarla doğrulanabilir. Bu tip analogiler bilişsel psikologların ve fen eğitimcilerinin ilgi alanı olmuştur (Mintes, Wandersee, Novak, 2002, s.196).

Analogilerin üretici işlevi Clement'in (1989) uzman problem çözümü üzerine yaptığı çalışmalarla ayrıntılı bir biçimde açıklanmıştır. Hedef alanın bileşenlerinin belirli şartlar altında nasıl hareket ettiğini tahmin etmek için bir hedef alanla yapısal benzerlikleri olan analogları uzmanların nasıl kullandığını gösterir.

Öğrenmeyi bilginin kişisel oluşturulması süreci olarak düşünen fen eğitimcileri genelde analogileri öğrencilerin bilgi çerçevesinin yeniden yapılandırılmasında faydalı araçlar olarak görürler. Basit analogilerin kullanımıyla ilgili kuşkular analog ve hedef alanları arasında sadece kısmi benzerlikler olduğu gerçeğinden ortaya çıkar. Sonuç olarak iki alan arasındaki ilgisiz özellikler veya ilişkiler üzerindeki potansiyel yoğunlaşma yanlış tahminlere veya genelleştirmelere yol açabilir. Ayrıca analog ve hedef arasındaki geçerli haritandırmaları çok fazla vurgulamak öğrencinin hedef kavramla ilgili daha karmaşık kavramlar geliştirmesini engeller.

Yapılandırmacı öğrenme stratejileri, analogileri çelişkili fikirleri daha anlaşılabilir ve daha akla yatkın hale getirmede bir araç olarak destekler (Cosgrove ve Osborne, 1985). Fen eğitimcileri öğrencilerin öğrenmelerine yardım etmek için bir çok öğretim yaklaşımları geliştirmişlerdir. Bazı yaklaşımlar veya öğretim

modelleri diğerleri ile benzerlik taşısa da her biri farklı bir vurgu taşır. Bu modellerin savunucuları, öğrenmeyi bilgi inşasını aktif bir süreç olarak görürler. Onlar öğrenmeyi kolaylaştırmada ve zorlaştırmada öğrencilerin ön bilgisinin rolünün ve uzman bilgiyi iletmede öğretmenin rolünün farkındadırlar. Aşağıda analogjilerin öğretimde kullanımıyla ilgili 7 model açıklanmıştır (Mintes, Wandersee, Novak, 2002, s.197).

1. Analoji Öğretiminin Genel Modeli: Bilimsel analogjilerle ilgili öğretmeye yönelik ilk modellerden biri Zeitoun tarafından önerilmiştir. Analoji öğretimi genel modelinin gelişimi, analogjilerin etkili olarak kullanılırsa ve eksiklikleri minimuma indirgenirse, araştırmacılara yönelik rehber bir modele ihtiyaç duyulacağını anlaşılmaya başlanmıştır. Bu, bir çok ayrıntıyı birleştirme bakımından kendi dokuz aşaması içinde en kapsamlı olan modellerden birisidir. Ayrıntılar diğer yazarlarla da paylaşılan bir çok öğretimsel ilgiyi içerdiğinden, bu ayrıntılar açık ve kısa oldukları için korunur. Bu dokuz aşama aşağıdakilerden oluşur:

a) Analojik muhakeme yeteneği, görsel imge kullanma yeteneği veya bilişsel karmaşıklık gerektiren işlemler ile ilgili öğrenci özelliklerini ölçmek. Bu aşama seçmelidir.

b) Analogjilerin yardımcı olup olmadığını belirlemek için öğrencilerin önbilgilerini değerlendirme, sınıf tartışmaları, klinik mülakatlar veya yazılı anketler bu amaçla kullanılabilir.

c) Öğrenme materyallerinin analoji içerip içermediğini belirlemek için konuya ilişkin öğrenme materyalleri analiz edilmelidir. Eğer hiç analoji yoksa öğretmenler yeni analogjiler oluşturabilir veya uygun analoji arayabilirler.

d) Analogjilerin ne kadar tanıdık ve karmaşık olduğu, hedef alanla benzer bir çok özelliğinin olması göz önüne alınarak analoji uygunluğunun yargılanması.

Zeitoun bu analogileri farklı öğretme stratejileri ve farklı sunum araçları ile denerken bunları az sayıda öğrenci üzerinde uygulamayı tavsiye eder.

e) Öğrencilerin özellikleri ile ilgili analogi özelliklerini belirleme. Bu, analoginin somutluk seviyesi ve fiziksel bir model kullanma üzerinde öğretmenin karar vermesine yardımcı olacaktır.

f) Öğretme stratejisini ve sunum aracını seçme. Bu, üç strateji arasında seçim yapmayı içerir: öğrencinin kendi kendini geliştirmesi, güdümlü öğretim veya sunuş yoluyla öğretme ve sunum aracına yönelik ek seçeneklerin yapılması gerekir. Bu aşağıdaki araçların uygunluğunun göz önüne alınmasını içerir: yazılı, sözlü (öğretmen tarafından), teyp kaseti, televizyon, slayt sunumları (diğer multimedya yaklaşımlar kesinlikle bu başlıklar altında uygulanır), gösterimler, resimler, oyunlar ve elle hareket ettirilen modeller.

g) Analogiyi sunma bir çok aşamadan oluşur: hedef kavramı tanıtmak, analogu tanıtmak (eğer öğrenciler tarafından bilinmiyorsa açıklanması gerekecektir), analogiyi hedefe bağlamak, analogun özelliklerini en belirgin olandan başlayarak bir bir sunmak ve ilgisiz özellikleri tartışmak.

h) Konunun özelliklerine ilişkin öğrenci bilgisini belirleyerek sonuçları değerlendirme ve analogiyi kullanmakla ortaya çıkabilecek yanlış kavramaları belirlemek.

k) Ek bir tartışmaya, ek bir analoge veya farklı bir stratejiye ihtiyaç duyulup duyulmadığını belirlemek için modelin her evresini değerlendirdikten sonra evreleri gözden geçirmek.

Bu modelin tam olması modelin bir çok avantajından biri olmasına rağmen bir dezavantajı vardır. Teorik kesinliğine rağmen modelin bir çok aşaması

uygulamayı daha zor kılar. Daha sonra tanımlanan öğretim modellerinin bazıları daha az ve daha çok idare edilebilir aşamalarda bu modelin ruhunu yakalar.

2. Analoji modelleri ile öğretim; liselerin fizik, kimya, biyoloji ders kitapları ile yapılan kapsamlı bir çalışmaya dayandırılmıştır (Glynn, 1991; Glynn, Britton, Semrud-Glikeman ve Muth, 1989). Bu modeli, ders kitabı yazarları ve fen öğretmenleri rehber olarak kullanılabilir. Bu modelin altı bileşeni vardır: (1) Hedef kavramın tanıtımı (2) Analog kavramın hatırlanması (3) Hedef kavramla analog kavram arasında benzer özelliklerin belirlenmesi (4) Benzer özelliklerin haritalanması (5) Kavramlara ilişkin sonuç çıkarma. (6) Analojinin nerede başarısız olduğunun gösterilmesi.

Yazarlar bu modelin bir araç olarak kullanımını şu şekilde tavsiye eder: (1) Ders kitabı yazarları tarafından gözden kaçırılmış adımların açıklanmasında öğretmenlere yardım eder. (2) Öğrencilere ders kitabındaki analogilerin nasıl analiz edildiğini öğretmede ve öğretmen-öğrenci ve öğrenci-öğrenci tartışmaları üzerine eleştirileri yansıtmada. (3) Yeni analogilerin oluşturulmasında öğretmenlere ve öğrencilere rehberlik eder. Son iki aşamanın gözden geçirildiği bu modelin düzenlenmiş bir türü iki çalışmada uygun başarı ile kullanılmıştır (Harrison ve Treagust, 1993; Treagust ve başk. 1996).

3. Köprü analogileri; ilk olarak özel öğretim mülakatlarında tanımlanmıştır (Brown ve Clement, 1989). Yaklaşım, her biri daha öncekiler üzerine inşa edilen ve öğrenci bilimsel bir görüş açısına varana kadar onu geliştiren orta düzeydeki (intermediate) analogilerin dikkatli bir biçimde seçilmiş bir serisi aracılığıyla öğrencinin düşünmesine rehberlik etmede yardımcı olmak için öğrenci sezgilerinden yararlanır. Bu stratejinin amacı yararlı sezgilerin uygulanma oranını artırmak ve zararlı sezgilerin uygulama oranını azaltmaktır. Clement (1993) bu özel öğretim modelini tüm sınıf öğretimlerine uygulamış ve öğrencilerin anlamalarında nitelik ve nicelik olarak artış gözlemiştir. Bu modeldeki en önemli aşamalardan biri beklide birbirine bağlı olan çoklu analogi grubunu seçmektir. Çünkü her yeni analogi daha

önceki analogilerin olumsuz yönlerini düzeltmek için seçilmiştir. Tipik olarak, düzeltilmiş her analogi eski analoginin yönlerini kullanır fakat bazı durumlarda yeni bir analogi tanıtılır.

4. Çoklu Analogi Modeli; hedef ve kaynak alanları arasında bir haritalandırma içeren analogi kullanımıyla ortaya çıkarılan sınırlandırmalar dışında çoklu analogilere yönelik durum Spiro ve başk. (1989) tarafından geliştirilmiştir. Analogiler karmaşık kavramların veya indirgeyici eğilimlerin basitleştirilmesine yol açtığından yazarlar karmaşık hedef kavramlarla uğraşırken böyle eğilimleri azaltmaya çalışırlar.

5. Öğrenci Tarafından Oluşturulan Analogiler; analogileri öğretmek için kullanılan üç stratejiden biri olarak Zeitoun (1984) tarafında ileri sürülmüştür. Bu metodu kullanarak öğretme, öğrencilere birkaç fen kavramını göstermek için bir olay veya yeni bir konu sunulur ve onlardan bu olay hakkında açıklamalar üretmeleri ve düzenlemeleri istenmesiyle oluşur. Kolaylaştırıcı olarak öğretmenle birlikte, öğrenciler dördüncü basamakla ilgilenmeden önce ilk üç basamakla ilgilenir: (1) olayı açıklamak, (2) olayın daha iyi anlaşılması için kendi analogilerini oluşturmak, (3) benzerlikleri ve farklılıkları belirleyerek analogiyi olaya uygulamak ve (4) olayı açıklamada sunulan analogilerin yeterlilik derecesini tartışmak için sınıf tartışmasına katılmaktır. Ayrıca analogi üretme öğrencilerin önbilgilerine bağlıdır ve onu yeni duruma bağlamalarını gerektirir.

6. Hikaye Analogileri; öğretmen analogileri üzerine betimsel bir çalışmada bahsedilen bir öğretimsel analogiden çıkarılmıştır (Dagher, 1995). Öğretmen hedef alandaki birçok kavramı açıklamak için dinamik bir kaynak alanı kullanır. Fakat köprü ve çoklu analogilerin tersine analogi hikaye tarzında ilerler.

Bu yaklaşımda bulunanlar daha önce tanımlanan yaklaşımlarda mevcut olan anahtar içeriklerdir. Bilinen bir alan seçme, çoklu haritalandırmaları geliştirme, bağlantıları ortaya çıkarma, öğrencilerin sezgileri üzerine bir şeyler ortaya çıkarma

ve ön bilgidir. Bu yaklaşımda önemli olan, hikaye anlatmanın öğrencilere çekici gelmesi ve Bruner'in (1990) mantıklı önerilerin bir hikaye yoluyla verildiği zaman çocuk tarafından en kolay kavranacağı kanısıdır. Eğer iyi seçilirse, iyi bir hikaye analogisi öğrencinin ayrıntılara dikkat etmesini ve iki alan arasındaki bağlantıların kurulması ile ilgilenmesini sağlar. Hikaye analogisi derse eklenmez fakat dersin belkemiğini oluşturur.

Hikaye analogilerinin oluşturulması oldukça yaratıcı bir iştir ve öğretimde, araştırmada daha fazla dikkate değerdir. Hikaye analogileri oluşturmak için uygun analogileri belirlemek amaçlı bir mekanizma kurmak zorken, bu iki alan arasında (hikaye ve analogi) anlam oluşturmada yardımcı olabilir. Hikaye anlatımı hakkında öğretimi geliştirmeye yönelik Egan'ın (1988) yol gösterici bir dizi sorusunu ele alarak, seçime ve hikayede yer alacak analog alanının kullanımına rehberlik edecek ek sorular oluşturulmuştur. Egan, yol gösterici sorularını aşağıdaki beş eylem çerçevesinde belirlemiştir;

a) Önemi belirleme: bu konu hakkında en önemli şey nedir? Niçin önemlidir? Daha fazla bilinen deneyimler aracılığıyla daha fazla açıklama gerektiren bu konuya ilişkin zor kavramlar var mıdır?

b) İkili zıtlıkları bulma: hangi ikili zıtlıklar konunun önemini en iyi ifade eder? Bu konuyla ilgili uygun analogik bağlar oluşturan öğrenciler veya onların dünyasına ait hangi olaylar çıkarılabilir? Bu paralel olaylar hedef kavramların gelişimini sağlamakta yeterince esnek mi?

c) İçeriği hikaye biçiminde düzenleme: konuya erişimi sağlamak için ikili zıtlıkları en dramatik ifade eden içerik hangisidir? Sorudaki mekanizmayı ifade etmek için analog alanı nasıl sıralanmalı ve geliştirilmelidir?

d) Sonuçlar: ikili zıtlıklarda yer alan dramatik çelişkiyi çözmek için en iyi yol nedir? Bu zıtlıkların ortalama hangi derecesi araştırmaya uygundur? Hedef kavramlar ve öyküde betimlenen oyuncular arasında hareket etmek için en iyi senaryo hangisidir?

e) Değerlendirme: konunun anlaşılıp anlaşılmadığı, önemi ve öğrenilenlerin içeriği nasıl öğrenilebilir? Analog hikaye kavramlarının anlaşılmasını ne dereceye kadar artırır veya güçleştirir?

En zor aşama kendisini ardışık bir gelişmeye veren zengin bir analog alanı belirlemektir. Burada, analog ve kaynak hikayenin başından sonuna kadar birbiriyle bağlantı kurmuştur. Yaygın bir analogla birlikte yaygın bir hikayede benzerliklerin ve farklılıkların etkileşimsel tartışmaları diğer yaklaşımlarda açıklananlar analogik bağların hikayenin uzunluğunun ve öğrencilerin ayrıntıları hatırlama yeteneğinin kapsamlılığına bağlı olarak hikayenin sonunda veya planda uygun aralıklarla yapılabilir.

7. Olay Temelli Mantıksal Model; Kolodner (1997) tarafından tanımlanan bu model, öğretim hizmetinde bilişsel bilimde 10 yıllık analogi araştırmalarını sunar. Öğrenciler kendi deneyimleri ve başkalarının deneyimlerine bağlı olarak çözümler üretmek zorunda kaldıklarında, bu model öğrencilere problem vererek öğrenme ve problem çözme için imkan sağlar. Dikkat edilecek konuları belirleme, nasıl ilerleneceği konusunda fikirler oluşturma ve buldukları çözümlerin etkilerini yansıtırma gibi öğrencilere yararlı durumlar ve örnekler sağlayarak, öğrenciler faydalı analogik çıkarımlar yapmaya teşvik edilir.

Bu yaklaşım, özellikle öğrencilerin yeni çözümler üretirken, somut ve soyut fikirlerini test etme ve geliştirmeleri arasında ileri geri hareket etmelerini sağlayacak tasarı bileşenini içerdiğinden öğrenciler için güdüleyici ve ilginçtir. Olay temelli mantıksallığın amacı öğrencilere kodlamada yardımcı olmak ve daha sonra

sistemlerin bileşenleri arasındaki işlevsel benzerlikleri anlamalarını geliştirmektir. Çıkarımsal/analitik muhakeme bu süreçlerin temelidir. Fen öğretiminde durumların faydalılığı, durumların içeriğine ve bu içeriğin gelişimini destekleyecek yeterli kaynakların olmasına büyük ölçüde bağlıdır.

Modeller ve model yapma fen eğitimi için önemlidir. Bir çok bilimsel olaylar zaman ve güvenlik sınırlamaları nedeniyle sınıfta gösterilemezken, bu nesnelerin modellerine ve simülasyonlarına ulaşılabilir. Modeller erişilebilirdir ve öğretmenler, öğrencilerin modellerle uğraşmayı sevdiklerini bilir ve modellendirme önemli bir yapılandırmacı öğretim stratejisidir (Harrison, 1996). Dolayısıyla okulda fen derslerinde bilimsel modellerin keşfetme yoluyla yapılandırılması, manipüle edilmesi ve yorumlanması önemlidir.

Analojik modeller; orantılı ve abartılmış nesneler, semboller, eşitlik ve grafikler, diyagramlar, haritalar ve bilimsel bağlantıları kolaylaştırmak için simülasyonları içerir. Analitikler yazarların ve dinleyicilerin kendi ihtiyaçlarına bağlı olarak soyut, somut ve teorik olabilirler. Fakat tüm yukarıdaki modeller araştırmayı, anlamayı ve bağlantı kurmayı artırmak zorundadır. Bu durumda analitikler bilimsel olarak çalışma ve düşünmede anahtar görevi yapar. Modele dayalı düşünme karmaşık bir süreçtir ve fen içinde öğrenmenin açıklayıcı bir kısmını oluşturabilir. Harrison ve Treagust (2000) analitik modelleri 10 başlık altında sınıflandırmıştır. Bu modeller şunlardır;

1. Oransal Modeller: binaların, gemilerin, bitkilerin ve hayvanların oransal modelleri renklerini ve dış yapı ve şekillerini açıklamak için kullanılır. Oransal modeller dış oranlarını dikkatlice yansıtır. Fakat ne onların iç yapısını, fonksiyonlarını ve kullanımını nede aynı materyallerden yapıldığını gösterir. Bire bir, bir oransal model bağlantısı gerçek bir bağlantıdan daha güçlüdür. Oransal modeller çoğunlukla oyuncak veya oyuncak gibidir ve bu gerçek model ile hedef kavramın farklılıklarının anlaşılmasında güçlük yaratabilir.

2. Eğitimsel Analogik Modeller: bu kategori öğrenme ve öğretimde kullanılan tüm analogik modelleri içine alır, buna oransal modellerde dahildir. Bunlar analogi olarak adlandırılır çünkü model hedef ve pedagoji ile bilgiyi paylaşır çünkü onlar atomlar ve moleküller gibi gözlemlenemeyen varlıkları öğrencilere ulaşılabilir kılan öğretmenler tarafından ortaya atılan açıklamalardır. Analogun yapısında bir veya daha fazla özellik baskındır. Örneğin moleküler modellerdeki toplar ve çubuklar. Analogik modeller, belirli özellikler için analogi ve hedef arasındaki benzerlikleri birebir yansıttığından analogun özellikleri kavramsal özellikleri açıklamak için sık sık basitleştirilmiş veya abartılmıştır. Örneğin atomlar katı top, bağlar çubuk gibi. Bu kategori aşağıdaki şekilde ifade edilir.

Kavramsal bilgiyi ortaya çıkaran eğitimsel analogik modeller

3. İyonik ve Sembolik Modeller: kimyasal formüller ve eşitlikler kimyasal reaksiyonların ve oluşan bileşiklerin sembolik modelleridir. Formüller ve eşitlikler kimyanın dilinde öylesine içe gömülmüştür ki öğrenciler ve uzmanlaşmamış öğretmenler bu formülleri ve denklemleri gerçekte açıklama ve iletişimsel modeller olduğu zaman bunları gerçeğe karıştırırlar. Formüllerin ve eşitliklerin yorumlanmaya ihtiyacı vardır. Örneğin CO_2 'nin karbondioksiti temsil ettiği düşünülür. Fakat daha doğrusu OCO , $\text{O}=\text{C}=\text{O}$ şeklindedir.

4. Matematiksel Modeller: fiziksel özellikler ve süreçler (örneğin $k=PV$, $F=ma$), matematiksel eşitlikler ve kavramsal ilişkileri ayrıntılı bir biçimde tanımlayan grafikler olarak gösterilebilir. Örneğin Boyle kanunu ve üstel azalma gibi. Kline göre matematiksel modeller, bütün modeller içinde en soyut, doğru ve yordayıcı olanlardır. Bununla birlikte $F=ma$ gibi modeller sadece nadiren sınıflarda var olan sürtünmesiz durumlarda işlev görür. Dolayısıyla bu modellerin ideal doğası fark edilmelidir. Ayrıca öğrencilerin kendileri için matematiksel modellere yönelik sözlü yada yazılı niteliksel açıklamalar yapmaları da önemlidir.

5. Teorik Modeller: kuvvet ve fotonların elektro-magnetik çizgilerin analogik gösterimi teoriktir çünkü bu modeller insan yapılandırmalarının teoriksel

temellerinin açıklanmasında temel dayanaktır. Kinetik teoreinin basınç, sıcaklık ve gaz hacmini açıklaması gibi modeller bu kategoriye aittir. Kinetik teorideki tanecikleri esnek boşluk doldurucu küreler gibi düşünerek basite indirgemek de ayrıca bunları oransal modeller olarak nitelendirir. Belirli olaylar teorik ve matematiksel özellikleri paylaşabilir.

Çoklu kavramları ve süreçleri betimleyen modeller

6. Haritalar, diyagramlar ve tablolar: bu modeller öğrenciler tarafından kolayca canlandırılabilen ilişkileri, yolları ve tabloları temsil eder. Örneğin periyodik tablo, soyağaçları, hava durumu haritaları, elektrik devresi diyagramları, metabolik yollar, kan dolaşımı, besin zinciri ve ağlar. Bu diyagramların bir kısmının veya tümünün basitleştirilmiş ve abartılmış doğasının bunları iki boyutlu modeller haline getirdiğini fark etmek önemlidir. Öğrenciler diyagramdaki parçaları ve renkleri farklı şekilde yorumlarlar örneğin bazı öğrenciler klor atomlarının yeşil renkli olduğuna inanırlar.

7. Kavram-Süreç Modelleri: bir çok fen kavramı nesneden ziyade süreçtir ve bu durum açıklayıcı bir ikilemi gösterir. Öğretmenler çoğu somut biçimde düşünen öğrencilere soyut süreçleri nasıl açıklar. Öğretmenler ve ders kitapları kimyasal denge, redoks, asitler ve bazların çoklu modelleri gibi kavram süreç modellerini kullanırlar. Hangisi oksidasyondur? Oksijen kazanımı, hidrojen kaybı, elektron kaybı, oksidasyon sayısında artış veya bunların hepsi. Öğrenciler çoğunlukla aynı süreç için öğretmenin niçin diğer bir modeli karşıt bir hareketle tanıttığını anlayamaz. Öğrenciler kuralları ezberlemeye yönelirler ve kazanım ve kayıp olarak oksidasyonu nitelendirmek için nedenler ortaya çıkarmada terettüt ederler. Benzer olarak ışığın kırılması ile ilgili en etkili fizik açıklaması top, tekerlek veya sert zeminden yumuşak zemine veya yumuşak zeminden sert zemine yürüten askerler gibi kavram süreç modellerini kullanırlar.

8. Simülasyonlar: simülasyonlar çoklu dinamik modeller kategorisinde benzersizdir. Simülasyon modelleri uzay aracının uçuşu, küresel ısınma, nükleer

reaksiyonlar, kazalar ve popülasyondaki değişme gibi karmaşık ve sofistike süreçleri gösterir. Çoğu simülasyonlar kendi analogik doğalarını gizler ve öğrencilerin simülasyonu gerçek olarak algılamasına yol açar.

9. Zihinsel Modeller: zihinsel modeller, özel bir zihinsel gösterge türüne, bilişsel işlevlik süresince bireylerin ortaya çıkardıkları bir analog gösterge türüne karşılık gelir. Bu modeller sadece bilene özgü fikirlerin ve nesnelerin gerçek tanımlarıdır ve hedef sistemle yapılan bir etkileşimle ortaya çıkar ve gelişir. Zihinsel modellerin teknik olarak doğru olmasına gerek yoktur, fakat işlevsel olmalıdır ve insanlar bir şeye inandıklarını fakat farklı biçimde davrandıklarını ifade edebilirler. Dolayısıyla, öğrencilerin ortaya çıkardıkları ve kullandıkları zihinsel modeller eksik olabilir, sabit olamayabilir, kesin sınırları yoktur, bilimsel değildir. Bir dereceye kadar, bütün öğrenciler ders kitaplarını ve öğretmen modellerini yorumlarlar yani modelin bir kavram hakkında kendilerine ne söyledikleri hakkında karar verebilirler. Bu “insanlar bütün zihinsel modellerini uygulayabilir ve iletişim kurabilir mi?” sorusunu ortaya çıkarır. Kline (1985), insanların sadece insan beyninde var olan ve asla gözle canlandırılmayan geometrileri bilinçli olarak ortaya çıkardıklarını ve uyguladıklarını ileri sürmüştür. Zihinsel modeller, bilinçlendirmeyi etkili bir düşünme ve bilimsel olarak çalışan bir araç haline getiren imajlar arasındaki bağlantıyı sağlar.

10. Sentetik Modeller: Vosniadou bu terimi, öğrencilerin kendi sezgisel modellerini öğretmenlerinin bilimsel modelleriyle birleştirirken onların sentezlerine alternatif olarak gelişen kavramları tanımlamak için kullanmıştır. Örneğin çoğu kimya öğrencisi atomları elastik toplar, güneş sistemi, kabuklar, bulutlar, seviyeler ve orbitaller aracılığıyla öğrenir. Harrison ve Treagust bazı ortaokul öğrencilerinin elektron kabuklarının yumurta kabukları gibi koruyucu yapılar olduklarına ve içerisinde elektronların bulunduğu bir matrix olduğuna inandıklarını ortaya çıkarmıştır.

Harrsion ve Treagust (2000) 1-8 kategorisindeki modelleri analogik modeller olarak adlandırmışlardır. Çünkü her bir model bir nesnenin veya sürecin basitleştirilmiş veya abartılmış bir tasviridir. Modeller analogiktir, çünkü analog model ve fen olayı arasındaki açık, birebir haritalandırmalar yapıları ve işlevleri tanımlar ve açıklar. Modeller, model arabalar, bitkiler ve hayvanlar gibi somut oransal modeller ile magnetik alanlar ve kavram süreç modelleri, örneğin kimyasal denge ve vücut dengesi, gibi oldukça soyut teorik modeller arasında değişir. Analoji gibi analogik modeller basit, zenginleştirilmiş, veya genişletilmiş olabilir. Basit bir analogik modelde analog ve hedef arasındaki ilişki açıklama olmaksızın belirgindir. Zenginleştirme haritalandırmayı hedefin ne zaman ve nasıl analog gibi olduğunu belirterek nitelendirir. Çoklu zenginleştirilmiş analogik modeller bir hedefi açıklar veya zenginleştirilmiş analogik modeller çoklu hedefleri açıklarsa, bir analog geliştirilir. Geliştirilmiş analoji örnekleri, göz ve kamera arasındaki çoklu analog-hedef haritalandırmalarını içerir. Geliştirilmiş bir analogik modelde güneş sistemi atoma benzetilebilir.

Analogik modeller ayrıca somut, soyut-somut karışımı, soyut bir süreçte yer alabilir. Somut modellerin kavramları öğrencilere tanıtmakta uygun olduğu sanılırken, soyut modeller kavramın daha karmaşık türlerini açıklamada daha iyidir, somut modeller güvenilir değildir. Eğer modelin içinde bulunduğu koşullar öğrenci tarafından anlaşılmazsa, somut modeller cevaplandırmasının yanı sıra bir çok soru da ortaya çıkarabilir.

Öğretmenler ve bilim adamları analogik modellerin soyut ve gözlemlenemeyen olayların zihinsel modellerinin öğrenciler tarafından oluşturulmasına ve kullanılmasına yardımcı olabileceğine inanırlar. Bu nedenle, kavramsal olarak önemli yapıları işlevleri tanımlama ve açıklamada analogik modeller düzenli olarak kullanılır. Analogik modeller öğrencilerin anlamasına yardımcı olur. Bununla beraber, eğer öğretmenler analogik modellerin bilinmesi ve onun öğrencilerle paylaşılan ve paylaşılmayan özellikleri hakkında aktif olarak görüşmelerde bulunmazsa, öğrencilerin anlamasının öğretmen beklentisiyle uyumu

açık bir sorudur. Analogik modellerin tipleri, oransal modellerden kavram-süreç modellerine geçildikçe her bir modelin kavramsal boyutunun bilimsel uygunluğunun ve beklenen faydalarının artacağına ilişkin bir biçimde yapılandırılır. Örneğin bir kayığın oransal modeli, sembolik bir kimyasal dengeye göre daha az çaba gerektirir, ve bir kimyasal denge, ışın dalga-tanecik ikiliği modeline göre daha az soyuttur. Öğretmenlerin kavramları açıklamak için model seçerken öğrencilerin ihtiyaçlarından, önbilgisinden, fen içeriğinin doğasından ve kullanılan açıklama türünden haberdar olmaları önemlidir (Harrison ve Treagust, 2000).

Araştırmalar, öğretmen raporları ve gözlemlenen dersler analogilerin öğrenmeyi geliştirmede bir potansiyel olduğunu göstermiştir. Buna rağmen analogiyi oluşturan, analogi ile ilgili gerekli yönler göz önüne alınmadığında analogilerin kullanımı zorluklarla doludur. Treagust (1994) analogilerin kullanımındaki zorlukları belirlemek ve analogilerin nasıl yanlış anlaşılma neden olduğunu ve analogi ile öğretimde analoginin hangi noktalarda yanlış kavramalara neden olduğunu tespit etmiş ve aşağıdaki durumlarda analogilerin yanlış anlaşılma neden olacağını ileri sürmüştür.

1. Öğrenciler yapısal analogilerin gözlenmiş yada hayali işlevsel özelliklerine katıldıklarında: örneğin Avustralya'daki bir çok ders kitabı atomun çekirdeğini anlatmak için MCG üzerinde bilye analogisini kullanır. Analogilerin anahtar görevi fonksiyonel özelliklerinin paylaşımından ziyade yapısal özelliklerin paylaşımı ve soyut fen kavramını açıklamak için somut analogların kullanımı ile ilgilidir. Birkaç öğrenci kendi atom anlayışlarını analogide yer almayan hayali özellikleri kullanarak açıkladılar.

2. Öğrencilerin analog kavramı ile ilgili yakınlığının eksikliğinde: öğrencilere tanıdık olan analoglar kavramsal anlamayı geliştirme açısından öğrencilerin tanımadıkları analoglara göre daha verimlidir. Uygun bir analog öğrencilere tanıdık değilse analog açıklanır. Aksi durumda yanlış anlaşılma olur.

3. Öğretmen ve öğrencilerin bilimin doğası hakkında nesnel görüşe sahip olduklarında: analogiler feni, gerçek doğrular olarak değil de yanlışlanabilir teorik yorumlar olarak öğretilen sınıf ortamında en iyi kullanılır. Bu ortamda analogiler bilimsel gerçeklerin tam örneklemelerinin yerine tartışma altında öğrencilerin olayı anlayabileceği bilişötesi araçlar olarak ele alınabilir.

4. Öğretmenler kendi uzmanlık alanları dışındaki kavramları öğretmek için analogileri kullandıklarında: analog ile fen kavramı arasındaki benzeyen ve benzemeyen özelliklerin haritalanmasında öğretmen sunulan kavramı açık bir şekilde ortaya koymadığı zaman problemler ortaya çıkabilir.

5. Analogiler yeterli kavramsal derinliğe sahip olmadıklarında: örneğin, kimyasal reaksiyondaki katalizör iki dağ arasındaki bir vadiye kurulan köprüye benzetildiğinde, bir öğrenci, bu benzetme ile katalizörün daha düşük bir enerji ile reaksiyonun gerçekleşmesi için yol sağladığını bildiğini fakat reaksiyonun nasıl yürüdüğünü hala bilmediğini ileri sürmüştür. Açıkçası daha kavramsal bir anlamayı sağlamak için mümkün olduğunca moleküler seviyede anlaşılmasına yardımcı olunmalıdır. Yukarıdaki örnekte olduğu gibi analogiler olayı anlamaya yardımcı olduğu gibi kavramsal derinlikten de yoksun olabilirler (Treagust, 1994).

Fen kavramlarını temsil etmek için kullanılan modeller arasında, analogik modeller makroskobik, mikroskobik-altı ve sembolik varlıkları biçimlendirmede sıklıkla kullanılır. Analogik modeller somut, soyut veya somut-soyut karışık olabilir. Analogik modeller, hedef kavram ve analogik model arasında paylaşılan özellikleri vurgulamak için daima basitleştirilir ve abartılır. Paylaşılmayan özellikleri azaltmak için dikkatli planlamaya rağmen analogik modeller her zaman bir yerlerde bozulur. Analogik model ve hedef kavram arasında iki tür analogi bulunur: tasarlanan analogiye öğrenciyi çabukça çeken yüzey benzerlikleri ve kavramsal anlamayı geliştiren derin sistematik süreç benzerlikleri. İstenen kavramın öğrenilmesi, hemen hemen her zaman sistematik süreç benzerliklerinde yer alır ve öğrenciler genelde bu ilişkileri haritalandırmada rehberliğe ihtiyaç duyarlar (Genter, 1983, Zook 1991). Bu Glynn'in

(1991) analogilerin iki tarafı keskin kılıç olduğunu–öğretmenler öğrencilerden sistematik analogi ve süreç analogisini haritalandırmalarını istediği zaman öğrencilerin belirgin analogiyi haritalandığı görüşünü – kısmen de olsa açıklar.

Modeller, eğer öğrenciler tarafından kolayca anlaşılır ve hatırlanırsa sadece hafızaya yardımcı araçlar, açıklama araçları ve öğrenme araçları olarak işlev görürler. Analogik modellerin öğrenciler tarafından benimsenmesi, bilinmesi ve mantıklı olması gerekir. Öğrenciler kendi analogilerini oluşturdukları zaman benimsemesi en etkilidir; bununla beraber, öğrenci tarafından oluşturulan analogi raporları nadirdir ve sadece Cosgrove'un (1995) raporları bu seviyede başarı gösterir. Öğrenciler kendi oluşturdukları analogileri öğretmen tarafından sağlananlara göre daha kolay haritalandırır; çünkü kendi kişisel analizlerini uygulamak daha kolaydır (Zook, 1991; aktaran, Harrison ve Treagust, 2000).

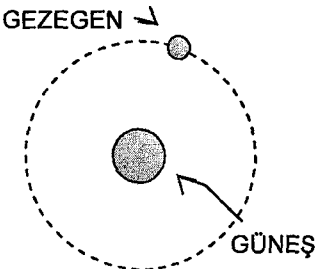
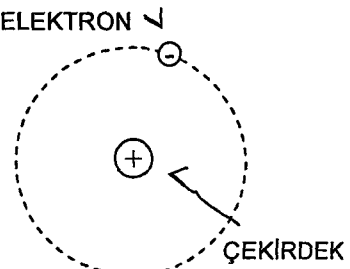
Öğrenciler verilen bir durum için uygun analogiler ortaya çıkarma ve seçmede zorluk çekerler ve öğretmen analog sağladığı zaman onu haritalandırmayı zor bulmalarına rağmen, çoğunlukla bir kavrama analogi uygulayabilirler. Bu öğretmenlerin derslerinde model ve analogi kullanımını sistematik olarak planlama ihtiyaçlarını ortaya çıkarır ve uzman öğretimin odak (Focus), eylem (Action) ve yansıma (Reflect) yönlerini içeren bir yaklaşımın kullanımını tavsiye eder. Odak, öğretmenin kavramın zorluğu, öğrencinin ön bilgisi ve yeteneği ve analogik modelin tanıdık olması üzerinde yoğunlaştığı ders öncesi planlamayı içerir. Eylem, bilinen analoginin veya modelin ders esnasında sunumuyla ilgilidir ve paylaşılan ve paylaşılmayan özelliklerini öğrencilerin ve öğretmenlerin birlikte haritalandırması ihtiyacını vurgular. Yansıma, analoginin veya modelin etkililiğinin ders sonrası değerlendirilmesidir ve daha sonraki dersler veya analogi veya modelin kullanıldığı daha sonraki düzenlemeler için gerekli özellikleri belirler. OEY analogilerin sistematik olarak sunulmasında yardımcı olur (Treagust ve başk., 1998) ve model Tablo 1'de özetlenmiştir.

Tablo 1: Treagust'un OEY (FAR) Modeli.

ODAKLANMA	
Kavram	: kavram zor mu? tanıdık değil mi? Veya soyut mu?
Öğrenci	: öğrencilerin kavram hakkındaki mevcut fikirleri ne?
Analog	: öğrencilerinizin aşına oldukları bir şey mi?
EYLEM	
Benzerlikler: analoğun ve fen kavramının özelliklerini tartışma. Analog ve hedef arasındaki benzerlikleri ortaya çıkarma.	
Farklılıklar : analoğun fen kavramları ile benzeşmediği yerleri tartışma.	
YANSITMA	
Sonuçlar	: Analoji açık, faydalı veya şaşırtıcı mı?
Gelişmeler	: Sonuçlar ışığında yukarıdaki gibi yeniden odaklanma.

Aşağıda bir öğrenciye atom kavramını anlatmak için güneş sisteminden faydalanılarak kullanılan bir analogi örneği sunulmuştur. Bu analogi Harrison ve Treagust (2000) tarafından önerilen analogiden faydalanılarak hazırlanmıştır.

Tablo 2: Analogi İle İlgili Bir Ders Örneği.

Analog: Güneş sistemi	Hedef kavram: Atom
Özellikleri	Özellikleri
	
Paylaşılan özellikler	
1- güneş, güneş sisteminde en büyük kütleye sahiptir. (Güneş)	1- çekirdek, atom kütlelerinin çoğunluğunu oluşturur (Atom çekirdeği)

2- güneş, güneş sisteminin merkezindedir.	2- çekirdek atomun merkezindedir.
3- gezegenler güneşten daha küçüktür. (Gezegen)	3- elektronlar çekirdekten daha küçüktür. (Elektron)
4- gezegenler güneşin etrafında yörüngede bulunur.	4- elektronlar çekirdek etrafında orbitallerde bulunur.
5- güneş ve gezegenler birbirini çeker (Kütleçekim)	5- elektronlar ve çekirdek birbirini çeker. (Elektrostatik çekim)
6- güneş sisteminin çoğunluğu boşluktur	6- atomun hacminin çoğunluğunu boşluk oluşturur.
Paylaşılmayan özellikler	
1- güneş etrafında bulunan gezegenler farklı büyüklüktedir.	1- atomun etrafında bulunan tüm elektronlar aynı büyüklüğe sahiptir.
2- her yörüngede bir gezegen vardır.	2- bir enerji seviyesinde birden çok elektron bulunabilir
3- gezegenlerin elips şeklinde bir yörüngesi vardır.	3- elektronların gezegenler gibi çekirdeğin etrafında döndükleri bir yörüngesi yoktur. Elektronların bulunma ihtimallerinin olduğu yerler vardır.
4- güneş ve gezegenler arasında yerçekimi kuvveti vardır.	4- elektron ile çekirdek arasındaki çekim kuvveti elektrostatiktir.

2.8. Kavram Haritası

Kavram haritaları, insanların bilgiyi nasıl edindiklerini ve nasıl anlamlandırdıklarını gösteren bir öğrenme ve öğretme stratejisidir. Kişinin sahip olduğu kavramlar ve önermeler ile yeni bilgileri ilişkilendirerek bilgiyi oluşturması olarak tanımlanan anlamlı öğrenmenin gerçekleşebilmesi için kavramlar arası ilişkilerin kurulabilmesi gerekmektedir. Kavram haritası, kavramlar arası ilişkileri

kurmada öğrencilere yardım etmek için tasarımılanan şematik bir gösterimdir. Bu teknikle öğrenciler bir grup kavramı gözünde canlandırmayı ve birbirleriyle ilişkilendirmeyi öğrenirler. İsimler veya sıfatlar içeren kutular çizgilerle ilişkili terimlere bağlanır; edatlar veya fiiller bu ilişkiyi açıklamak için çizgilerin üzerine konulur.

Kavram haritası; bilgileri organize hale getirmede, öğrencilerle kavramların anlamlarını tartışmada, yanlış anlamaların ve alternatif kavramların tespitinde ve giderilmesinde, yüksek seviyeli düşünme yeteneği geliştirmede, öğretim öncesinde hazırlanan kavram haritalarıyla öğrencilerin sahip olduğu ilk kavramların tespitinde ve ayrıca fen eğitiminin değerlendirilmesinde kullanılabilir.

Nakhleh'e (1992;1994) göre kavram haritası, anlamlı öğrenmeyi artırıcı, öğrencinin bilginin oluşturulma sürecine aktif katılımını sağlayan, öğrencilere kendi öğrenmelerinde sorumluluk yükleyen, öğrencileri değerlendirmede alternatif yollar sunan bir yöntemdir.

Öğrenciler arasındaki farklı öğrenme şekilleri ve bireysel farklılıklar kavram haritalarıyla tespit edilebilir. Öğretim öncesinde istenen kavram haritaları ile öğrencilerin hazır bulunuşluk seviyelerini, konu ile ilgili fikirlerini ve yanlış kavramalarını belirleyen bir öğretmen, anlamlı öğrenmeyi sağlayıcı aktiviteleri planlamada zorlanmayacaktır. Buna ilaveten, kavram haritası oluşturmak öğrencilerin öğrenme stratejilerinin ve yeni konu hakkında önceden bildikleri şeylerin farkına varmalarına yardımcı olur. Bu da öğrencilerin derse olan motivasyonunu, tutumunu ve ilgisini artırır (Ebenezer, 1992). Kavram haritalarının gruplar halinde hazırlanmasıyla öğrencilerin endişe, korku ve çekingenliklerinin azaldığı görülmüştür (Jegade, Alaiyemola ve Okebukola, 1990).

Regis, Albertazzi ve Roletto (1996) öğrencilerin bilişsel yapılarındaki değişimleri belirlemek amacıyla; öğretim öncesinde “yükseltgenme–indirgenme”

konusu ile ilgili kavramların listesini öğrencilerine vermiş ve kavram haritaları oluşturmalarını istemişlerdir. Konu bitiminde öğrencilerden aynı kavram listesi ile tekrar kavram haritaları oluşturmalarını istemişlerdir. Her öğrenci tarafından çizilen iki harita karşılaştırıldığında öğrencilerin %75'inden fazlasının haritalarında değişiklik yaptığı bulunmuştur. Öğrencilerin ikinci hazırladıkları kavram haritalarındaki kavramlar arasındaki ilişkilerin arttığı görülmüştür (Genelde geçerli ve önemli olan ilişkiler).

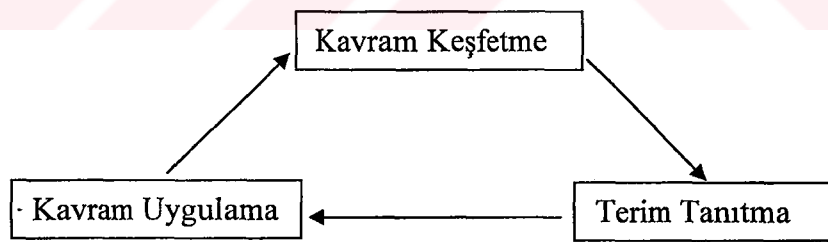
Kavram haritaları bir başkan rolündeki öğretmen ve öğrencilerin fen konuları üzerinde tartışmaları için başlangıç noktası olarak, ayrıca, testleri yeniden gözden geçirmede, yeni bir bölümün şemasını çıkarmada, hatta yıl boyunca bir öğrencideki gelişmeyi izlemek için de kullanılabilir (Atasoy, 2004). Kimyasal dengeyle ilgili bir kavram haritası örneği Ek-1 de verilmiştir.

2.9. Öğrenme Döngüsü

Öğrenme döngüsü modeli 1960'lı yılların başında Robert Karplus tarafından Piaget'nin zihinsel gelişim teorisine dayanarak geliştirilmiştir (Lawson ve Abraham, 1989). Bu öğretim modelinin en önemli öncülü doğal olaylarla ilgili deneyim ve sosyal etkileşim öğrenme için gereklidir (aktaran, Blank, 1997).

“Şu anki fen ders kitapları ve öğretme metotları, yardımcı olmaktan uzak bir şekilde, aslında sık sık bilimsel okur-yazarlığın ilerlemesine engel olmaktadır. Soruların keşfedilmesinden daha çok cevapları öğrenmeye, eleştirel düşünce yerine ezbere, tartışma yerine ezberden okumaya, yapmak yerine okumaya önem vermişlerdir” Bu satırlarla Amerika Bilimin İlerlemesi Birliği (American Association for Advancement of Science (1989:14; aktaran, Musheno ve Lawson, 1999) fen eğitimcilerinin karşılaştıkları önemli bir problemi ve özellikle bilgi ve anlama ile ilgili yakın zamandaki eğitim araştırmalarının arkasındaki bir itici gücü özetlemiştir.

Bu zorluğa uygulanacak bir fen öğretimi yaklaşımı ise öğrenme döngüsüdür. Öğrenme döngüleri feni, insanların dünyayı kendi kendilerine öğrenmeleri metoduna dayalı olan ve keşfetme, terim tanıtmaya ve kavram uygulama olarak da bilinen üç ardışık aşamada öğretmektedir (Lawson, 1995; Lawson, Abraham ve Renner, 1989; Renner ve Marek, 1988, 1990). Bu aşamalar şu şekilde tarif edilir: Keşfetme, öğrencilerin yeni materyalleri ve/veya fikirleri keşfetmelerini sağlar, böylece düzenlilik örnekleri keşfedilir ve öğrencilerin daha sonra cevaplamaya çalışacakları sorular gündeme getirilir. Terim tanıtmaya, öğretmenlerin örnekleri etiketlemek için terimleri tanıtmalarını ve yeni icat edilmiş kavramları açıklamalarını sağlar. Kavram uygulama, öğrencileri örnekleri başka yerde arama ve çoğunlukla soyutlama ve genelleme tekniklerini kullanarak yeni kavramları diğer örneklerle uygulama konusunda teşvik eder (Lawson, 1988). Araştırmalar, öğrencileri yaratıcı düşünme, bunun yanında fen kavramlarının daha iyi anlaşılmasını kolaylaştırma, bilime karşı pozitif tutum geliştirme, bilim süreci yeteneklerini düzeltme ve ileri düzey mantık yürütme yeteneklerini geliştirme konularında teşvik etmede öğrenme döngüsünün etkinliğini desteklemektedir (Musheno ve Lawson, 1999).



Şekil 1: Karplus'un Öğrenme Döngüsü.

Keşfetme aşamasında öğrenci, gözlemin değerlendirilmesi, deney yapma, yorumlama, tahmin etme ve öğretmen tarafından sağlanan yeni bir durumla etkileşimle bilgi toplarken model oluşturma gibi bilimsel süreçleri kullanır. Bu aşamadaki amaç öğrencinin çözemediği zihinsel karmaşa yaratmaktır (Good, 1989). Bu aşama Piaget'in özümleme ve dengenin bozulması ve Posner ve başk.'nın hoşnutsuzluk durumu ile paralellik gösterir. Kavramın keşfedilmesi aşamasında öğrenci kendisinin tahmin ettiği fakat tahminin gerçekleşmediği bir çelişki ile

karşılaşırsa dengesizlik durumu olur. Bu durumda öğrenci kendi kavramsal çerçevesini sorgulamaya başlar. Diğer taraftan eğer öğrencilerin tahmini gözlenen olayla uyuşursa yeni fikir öğrencinin kavramsal çerçevesinde özümленir ve dengesizlik durumu oluşmaz (aktaran, Blank, 1997).

El becerisi gerektiren laboratuvar deneyleri keşfetme için en etkili tekniktir. Bununla birlikte slaytlar, videolar, zihinsel çelişki yaratıcı sorular, bilgisayar simülasyonları veya okuma parçaları keşfetme aşaması için fırsatlar sağlar. Bu aşamada öğrencilerin olay hakkındaki fikirlerini ifade etmek için fırsatları vardır. Öğrenciler keşfetme aşaması sırasında önbilgileriyle zıt olan çelişkili olaylarla karşılaşabilirler ve bilişsel çelişki veya dengesizliğe neden olabilirler. Öğrenciler materyalleri kullanabilirler, arkadaşlarıyla alternatif çözümleri tartışabilirler, deneyi tasarlayabilirler ve uygulayabilirler ve kendilerinin bilişsel çelişkilerini çözmek için de veri toplarlar (Lawson 1995). Bu aktiviteler esnasında öğrencilerin olaydaki modelleri ve düzenleri tanımlamaları gerekir. Olayla bu kişisel etkileşimden, öğrencilerin tahmin becerileri, hipotezleri üretmeleri, deneysel tasarım ve gözlemleri gelişir (Lawson, 1995, aktaran White, 1999).

Terim tanıtılması aşamasında, öğrenciler öğretmenin rehberliği ile kendi bilgisini organize eder, gözlenen olayı açıklar ve terimleri eşleştirir. Burada öğrencinin mantıksal çerçevesine bağlı olarak özümleme yada düzenleme olur. Eğer öğrenci kavram hakkındaki düşüncesini yeniden yapılandırırsa düzenleme yada kavramsal değişim olur. Eğer öğrenciler kendi mantıksal çerçevelerine sadece bilgi eklerse özümleme meydana gelir. Her iki durumda da denge durumuna dönülür (aktaran, Blank, 1997). İkinci aşama olan terim tanıtımı, keşfetme aşamasındaki deneylere doğrudan bağlayan yeni terimlerin tanıtımı ile başlar. Terimler keşfetme aşamasında karşılaşılan özellikler, modeller ve düzenlerle ilişkili olabilir. Öğretmen ve öğrenciler terminolojiyi keşfetme sonucunda ortaya çıkan çeşitli öğrenci sonuçlarına bağlı olarak tercih edebilirler (Cummo, 1991 aktaran, White, 1999). Önemli olan bileşen öğrencilerin hepsinin terimlerin temsil ettiği ve terim içinde sahipliğinin bulunduğu kavramdan aynı şeyi algılamasıdır. Video kasetleri,

bilgisayar simülasyonları yada okuma parçalarının kullanımı uygun terminolojiyi tanıtmak için alternatif yollardan biridir. Öğretmen terimleri sunarken öğrenciler keşfetme aşamasında gözlemledikleri modellerle kelimeleri birleştirmek için fırsatlara sahiptir. Bu sırada öğrenciler kavramı inşa etmeye başlarlar (Lawson, 1995, akratan, White, 1999).

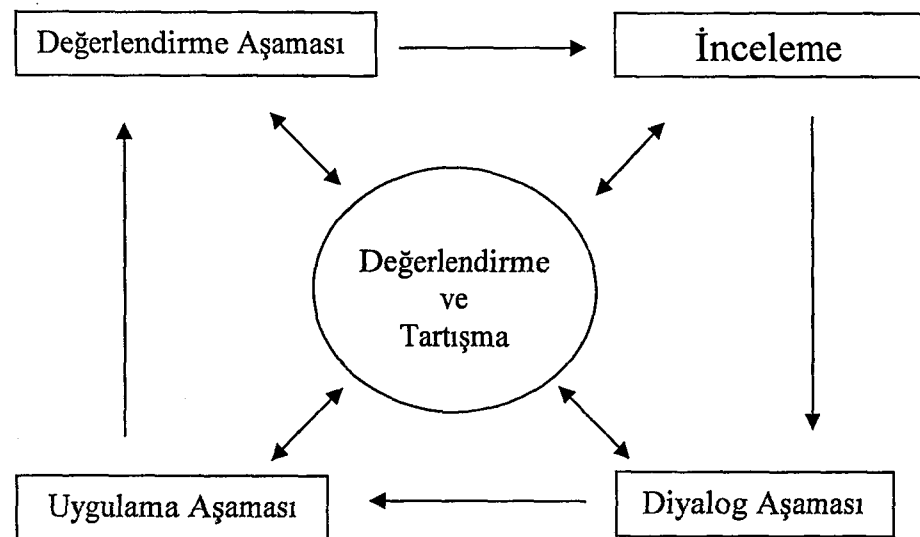
Kavram uygulama aşamasında öğrenci, yeni kavramı uygulanarak çözülebilecek bir problemle karşılaştırılır. Bu aşama kavramı güçlendirmek ve onun anlamını geliştirmek için tasarlanır (Lawson, 1995) ve bu aşama kavramsal değişim modelindeki verimlilik şartına benzer (akratan, Blank, 1997). Kavram uygulama yani öğrenme döngüsünün son fazında öğrencilerin yeni tanıtılmış terimleri ve yeniden yapılandırılmış kavramı diğer durumlara uygulamak için fırsatı vardır. Bu aşama atlanırsa öğrenciler kavram hakkında çok sığ bir görüşe sahip olur ve kavramın anlamını genelleymeyebilir. Kavramın uygulanması, kavramları yeniden yapılandırmak için daha fazla zamana ihtiyacı olan öğrenciler için yararlı olabilir. Öğrenciler daha yüksek bir seviyede kavramları inşa ederek dengeyi yeniden kurarken onların zihinsel gelişimi de gelişir (Lawson, 1995; akratan, White, 1999).

Tobin, Tippins ve Gallard (1995) öğrenme döngüsünü kavramsal değişimi kolaylaştıran yapılandırmacı bir süreç olarak tanımlarlar. Ne yazık ki Karplus'un öğrenme döngüsü modeli öğrencilerin zihinsel modelleri üzerine fen eğitimi araştırmalarından önce geliştirilmiştir. Dolayısıyla öğrenme döngüsü modeli öğrencilerin önbilgilerinin veya biliş ötesi stratejilerinin fen kavramlarını anlamaları üzerindeki etkisini açıkça belirtmez (Barman, 1997; aktaran, Blank, 1997).

Öğrenme döngüsü ile öğretme, öğretimin merkezinde dramatik bir değişim içerir. Geleneksel yaklaşımda öğrenme durumu öğretmenlerin kontrolü altındadır. Öğretmen konuyu, bilgi akışını, öğretimin hızını belirler. Yapılandırmacı yaklaşıma dayalı öğrenme döngüsü öğrenciyi öğretim sürecinin merkezine yerleştirir (Cumio, 1991). Öğretmen keşfetme aşamasında elle kullanılan materyalleri öğrencilerin faydalanması için sunarken, öğrenciler, önbilgilerini kullanarak materyalleri nasıl

kullanacaklarına karar verirler. Öğrenme döngüsünün ikinci aşamasında bilimsel terimler tanıtılırken ve daha önceki öğrenci gözlemlerine ve tecrübelerine bağlanırken öğretmenin rolü önemlidir (Karplus, Lawson, 1974; aktaran, White, 1999). Öğrenme döngüsünün son aşaması olan kavramın uygulamasında birçok örnek sağlayarak öğretmen, öğrencilerin kavram genellemeleri yaparken onların fikirler üretmesine ve bu ek uygulamaları tartışmasına izin verir. Öğrencilerin kavramı anladıklarına güvenmeleri ve yeni bilgi elde etmeleri için, anlamayı takip eden tartışmalara (Sand, 1981) ve yeni bilgiyi eskileri ile karşılaştırmak için zamana ihtiyaçları vardır (Driver,1983; aktaran, White, 1999).

Barman (1997) kavramsal değişim üzerine son zamanlardaki araştırmaları birleştiren öğrenme döngüsünün değiştirilmiş bir başka versiyonunu sunmuştur. Öğrenme döngüsü yanlış kavrama araştırmalarından önce ortaya çıktığı için Barman orijinal öğrenme döngüsünün ön bilgiyi açığa çıkaran özel bir bileşen içermediğini iddia etmiştir. Bu eksikliği ortadan kaldırmak için dört aşamalı öğrenme döngüsünü önermiştir. Bunlar; değerlendirme, inceleme, diyalog ve uygulama aşamasıdır. Kavram keşfi ve kavram tanıtımı öğrencilerin ve öğretmenlerin aktivitelerini daha güvenilir bir şekilde ifade etmesi için yeniden adlandırmıştır (aktaran, Blank, 1997).



Şekil 2: Revize Edilmiş Öğrenme Döngüsü (Barman, 1995).

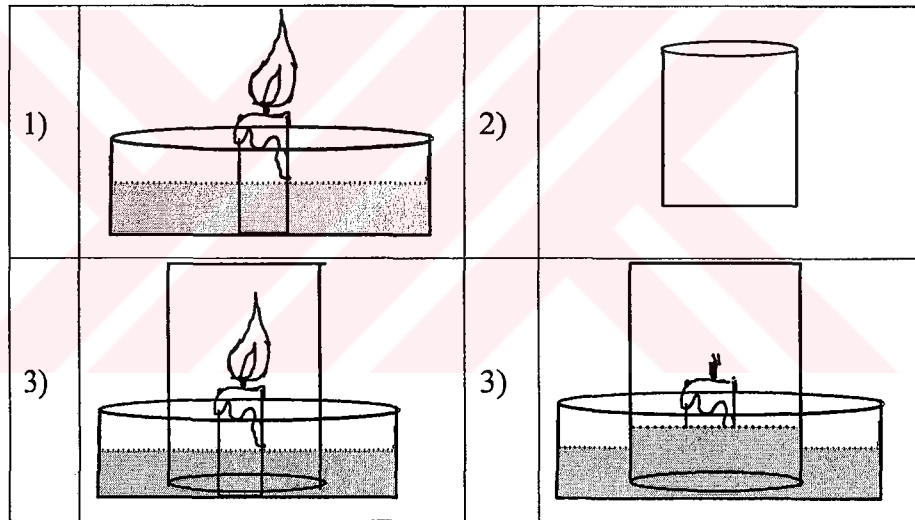
Değerlendirme aşamasında öğretmenler ders başlamadan önce öğrencilerin fenle ilgili kavramlarını açıklığa kavuştururlar. Buradaki amaç öğrencilerin kendi fikirlerini değerlendirmeksizin paylaşmalarıdır. İnceleme aşamasında öğrencilere inceleme altındaki kavramla alakalı olayı araştırmaları için fırsat verilir. Buradaki amaç öğrencilerin inceleme altındaki olaydan kendi kavramsal algılarını sorgulamalarıdır. Diyalog aşamasında öğretmen öğrencilerin ürettikleri fikirleri toplar ve bu verideki modelleri tanımlamak için ve dersin ana kavramını tanıtmak için sınıfla birlikte çalışırlar. Uygulama aşamasında ise öğrenciler, daha önceki aşamalarda üretilen bilgileri kullanarak anlayabilecekleri fen kavramının diğer örnekleriyle yüz yüze getirilirler. Bu aşama, öğrencilerin yeni kavramı uygulayabilmeleri için bir çok fırsat içerir.

Karplus'un öğrenme döngüsü ile Barman'ın revize edilmiş öğrenme döngüsü arasındaki temel fark, revize edilmiş modelin öğretim başlamadan önce öğrencilerin kendi kavramlarını ifade etmesi ve ders boyunca sürekli olarak bu kavramları gözden geçirmesidir. Barman'ın revize edilmiş öğrenme döngüsünün aksine olarak Karplus'un öğrenme döngüsü ders içinde öğrencilerin açıkça ön bilgisini göstermez yada tartışmaz. Karplus modeli öğrencilerin ne bildiğini ve nasıl bildiğini tartışmaları için önemli bir fırsat sağlamaz. Bu kavramsal değişimi arttırdığını iddia eden çeşitli öğretimsel modellerin özel detaylarında bir çok değişiklik varken önemlidir, bu çeşitli öğretim yöntemlerindeki farklılıklar aşağıdaki benzer özellikleri paylaşırlar. Bu özellikler; incelenen fen kavramıyla ilgili öğrencilerin fikirlerinin belirlenmesi, bireysel veya küçük grup tartışmaları yoluyla öğrencilere kendi fikirlerini ifade etmeleri için hazırlık, öğrencilerin bakış açılarıyla istenilen görüş arasındaki farklılıkları karşılaştırma için fırsat yaratma, bir olayı açıklamada ve kendilerinin yeni kazandıkları bilgileri farklı alanlara uygulamada kullanabilecekleri istenilen görüş için fırsat yaratmadır (Hewson ve Hewson, 1988; aktaran, White, 1999).

Aşağıda öğrenme döngüsüne göre hazırlanmış bir ders örneği sunulmuştur. Bu ders materyali Hassard'dan (2000) faydalanılarak hazırlanmıştır. Gerekli

materyaller; yayvan cam kap, mum, kibrit, beher veya cam kavanoz, enjektör, plastik boru.

1. Keşfetme: Deney için öğrencileri dörderli gruplara ayır ve gerekli materyalleri öğrenci gruplarına dağıt. Bu materyallerle neler yapılacağı konusunda öğrencilerin kendi aralarındaki grup tartışması için zaman tanı. Sonra aşağıdaki işlemleri yaparak gözlemlerini söyleyiniz. (1) Mumu eriterek yayvan cam kabın tabanına tutturduktan sonra bir miktar suyu yayvan kaba dök. (2) Mumu kibritle yak. Bir süre sonra cam kavanozu veya erleni mumun üzerine kapat (erlenin ağız kısmı suya dalsın).



Şekil 3: Öğrenme Döngüsü Ders Örneği

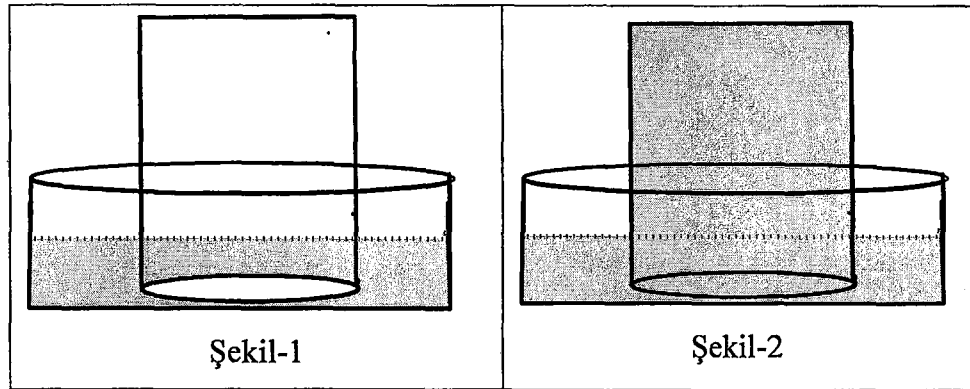
3. Öğrenciler aşağıdaki sorulara cevap bulmaları için fırsat ver.
 - a) Ne oldu?
 - b) Bu durumun nedeni için, mümkün olan sebepleri sıralayınız.
 - c) Eğer bu olayın tesadüf olduğunu düşünüyorsanız deneyi tekrar yapınız (benzer veya farklı sonuçlar buldun mu?).
 - d) Sonuçları destekleyen veya sonuçlarla çelişen fikirleriniz nedir? Açıklayınız.

20 dakika sonra deneyi bitir.

1. Niçin alev söndü?
2. Beherdeki su seviyesi niçin yükseldi?
3. Öğrencilerin alternatif fikirlerini söylemelerini iste fakat onları doğru ya da yanlış diye yargılama.
4. Öğrencileri fikirleri kabul etmekten ziyade fikirleri eleştirmeleri için cesaretlendir.

2. Terim Tanıtma: Öğrencilerin fikirlerini aldıktan sonra doğru açıklamayı yap. Açık hava basıncını, gazların moleküler modelini ve sıcaklığın etkisini kullanarak açıkla.

3. Kavram Uygulama: Öğrenciler aşağıdaki sorulara cevap bulmaları için fırsat ver. (1) Öğrencilere içinde bir miktar su bulunan yayvan cam kap içine erleni ters döndürerek bırakmalarını isteyiniz (şekil-1 deki gibi) (2) Bu konumda iken beherin içini nasıl suyla doldurabilirsiniz? Sorusunu sorun. (şekil-2 deki gibi).



Şekil 4: Öğrenme Döngüsü Ders Örneği

2.10. Çürütme Metinleri

Son birkaç yıl içinde, araştırmacılar alternatif kavramalar ve fen alanlarının içeriği üzerine yoğunlaşmıştır. Bu durum var olan metinlerin yanlış kavramaları düzeltmede etkili olmadığı sonucunu ortaya çıkarmıştır. Bu problemi çözmek için, okuyucu araştırmacıları çürütme metninin oluşturulmasını önermişlerdir. Bir çürütme metninin özellikleri şöyle sıralanmıştır; (1) Örgütme yaklaşımı: ön bilgilerin aktive edilmesi, (2) Uyumsuzluk: alternatif kavramların uygulanmadığını kanıtlarken bilimsel kavramları açıklamak. (3) Yeniden yapılandırma: okuyucunun dikkatini bilimsel kavramı destekleyecek bilgilere yönlendirmek. (4) Çürütme: alternatif kavramın yanlış olduğunu metinde doğrudan belirtmek.

Çürütme metinlerine olan ilgi, kavramsal değişimi sağlamada gerekli bir öğenin çelişki veya sürprizin bu metinlerde olmasıdır. Şu ana kadar yapılan metinler ise böyle öğelerden yoksun olarak yapılandırılmıştır. Dolayısıyla bu metinlerin doğal biçimi okuyucuyu için sürpriz oluşturmaz.

Bu metinlerde çelişkiyi tanıtmamanın bir yolu öğrencilerden, kendi kişisel fikirleriyle metinde sunulan fikirler arasındaki tutarsızlıkları belirlemelerini istemektir. Diğer bir yolu ise, öğrencilerin bir tutum takınmak zorunda oldukları, kendi tutumlarını savundukları ve metindeki kanıtlarla birbirlerini ikna ettikleri bir tartışma ağı kullanmaktır. Öğrencilerden, metinde ortaya konulan çelişkilere karşı örneklerin sunulduğu bir Sokratik öğretim metodu da ayrıca etkilidir.

Metnin kendisi bilişsel çelişkileri azaltmak için tasarlanan belirli stratejileri içerebilir ve öğrencilerin kavramsal değişiminde bağlantı kurmasına yardımcı olabilir. Fiziksel olayla ilgili deneyim ve diyalektikteki bağlantı dahil olmak üzere bir stratejiler kombinasyonunun kavramsal değişimin gerçekten gerçekleşeceği ihtimalini büyük ölçüde artıracığı açıktır (Baker ve Piburn, 1997, s.145).

“Refutational texts” olarak adlandırılan çürütme metinleri yaygın bir teori, inanç veya fikri gösterir, onu çürütür ve daha tatmin edici olan alternatif bir teori, inanç veya fikri sunar. Bu metinler yoluyla öğrencinin var olan alternatif kavramaları sunulur ve sonra da bu alternatif kavramalar çürütülür ve bilim adamları tarafından kabul edilen yaygın görüş çeşitli kanıtlarla desteklenerek sunulur. Çürütme metinleri öğrencilerin sahip olduğu yanlış kavramaları çürütmek için kullanılan metinler olarak da tanımlanabilir (Guzzetti ve Hydn, 1993; Hydn ve Alverman, 1986). Bu metinlerde öğrencilere sorular yöneltilerek onların önbilgileri aktif hale geçirilir ve daha sonra bu önbilgilerin yanlış ve yetersiz olduğu öğrencilere hissettirilir.

Çürütme, üç çeşit ikna edici tartışma türünden biridir. Tek yönlü ikna edici tartışmalar, sadece yazarın okuyuculardan benimsemesini tercih ettiği tarafı sunar. İki yönlü tartışmalar ise çürütücü ve çürütme içermeyen olabilir. İki yönlü çürütme içermeyen bir tartışma, bir konunun her iki yönünü de sunar, fakat daha fazla kanıt göstererek, istenilen yönü daha mantıklıca açıklayarak veya yazarın tercih ettiğini durumu açıkça ifade etmeden tartışmayı daha zorlayıcı yapacak bir biçimde bir tarafı daha güçlü kılar. Çürütmenin kullanıldığı bir tartışma, istenilen yönü açıklamada çürütmenin kullanılmadığı bir tartışmaya göre daha iyidir.

Çürütme metinleri, öğrencilere bilimsel bilgiyi öğretmek için tasarlansa da, fenin yanında diğer disiplinlerde, metinlerde, makalelerde bulunan çürütücü tartışmalarla ortak özellikleri vardır. Herhangi bir çürütme metni yazmak için, yazar dinleyicilerin inanç sistemini ve bilgilerinin temelini ve bu inanç sistemi ile bilgi temeline ait elementleri tartışması gerekir.

Çürütme metinleri gerçekten ikna edici midir? Sosyal psikologlar çürütmenin belirli koşullar altında tercih edilen tartışma türü olduğunu ortaya çıkarmışlardır. Diğer türdeki ikna edici metinlerin de bir değeri vardır. Örneğin Buehl, ve başk. (2001) kolej öğrencilerinin kabul ettikleri tek yönlü tartışma içeren metinleri okudukları zaman mevcut fikirlerini güçlendirdiklerini ortaya çıkarmıştır. Ayrıca iki yönlü çürütme içermeyen metinleri okuduktan sonra mevcut fikirlerini değiştirdiler

veya güçlendirdiler fakat değişim yönü çeşitlilik gösterdi ama istenilen değişimler olmamıştır. Amaç istenilen yönde kavramsal değişimin sağlanması ise çürütme metinleri diğer metinlere göre daha etkindir. Ve okuma-yazma araştırmaları, fende kavramsal değişim üzerine yıllar süren bir çalışmadan sonra, Öğrenciler çürütme metinlerini okuyarak kendilerinin sezgisel fakat bilimsel olmayan fikirlerini bilimsel kavramla değiştirirler sonucuna ulaşmışlardır (Alverman ve Hynd, 1989; Hynd ve başk., 1994). Çürütme metinlerini okuduktan sonra öğrencilerin bilimsel teoriye doğru deneysel kanıt olmasının yanında, öğrencilerin çürütme içermeyen metinlere karşılık çürütme metinlerinin tercih ettiklerine dair kanıtlar da vardır (Guzzetti ve başk., 1993, 1997). Çürütme metinleri, ikna edici gücün önemli bir kısmını oluşturur. Bunun yanında çürütmenin niçin güçlü olduğunu açıklayan, kavramsal değişime ait nitel çalışma sonuçları vardır (Hynd, 2001).

Yapılan çalışmalar çürütme metinlerini içeren kitapların öğrencilerin alternatif kavramalarını gidermede geleneksel kitaplardan daha etkili olduğunu göstermiştir (Hynd ve Alverman, 1986; Maria ve Macginities, 1987). Alverman ve Hague (1989) ve Alverman ve Hynd (1989) kitabın yapısı ile okumaya başlamadan önce ön bilgilerin aktif hale getirilmesini incelemişler ve sadece ön bilgileri aktif hale getirmenin mevcut yanlış kavramaları hatırlatarak öğrencileri kendi fikirleriyle çelişebilecek düşüncelere dikkat etmeye yönlendirmek kadar etkili olmadığını göstermişlerdir. Bu yüzden öğrencilerin ön bilgisini metin içinde doğrudan ifade ederek aktif hale getirmek ve daha sonra bu kavramları çürütmek mantıklı bir yol olarak sunulmuştur. Öğrencilerin günlük fikirlerini ortaya koymak ve bir şekilde onları çürütmek öğrencilerin var olan bilgisinden memnun olmamasına neden olabilir. Daha sonra metinde mantıklı seçenekler sunulur ve öğrenciler yeni bilgiye katılabilir ve bu bilgi ile bağlantılı olan bilgilerini de yeniden yapılandırabilir.

Çürütme metinlerinin kökeni ve mantığı okuma süreci ile ilgili teorik kabullere ve kavramsal değişim öğrenimi konusunda yapılan bilimsel araştırmalara dayanır. Okuyucu ve metin arasındaki karşılıklı bir etkileşim olduğu için öğrencinin metni okurken sahip olduğu ön bilgi metinde kullanılan bilgi kadar önemlidir.

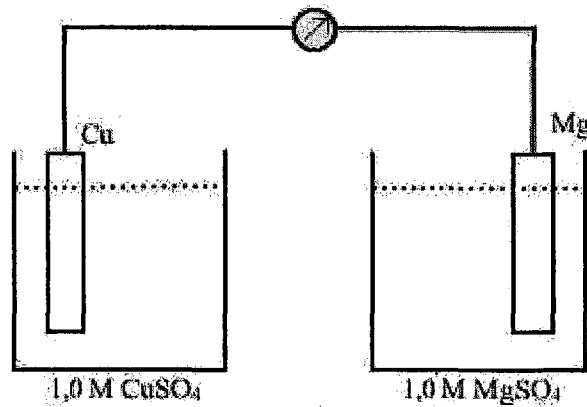
Dolayısı ile kavramsal değişim öğrenimine başlamadan önce okuyucunun var olan bilgisi belirlenmelidir. Posner ve başk., (1982) bilimsel bir olayın açıklanmasında ve anlaşılmasında var olan bilgilerden rahatsızlık duyulması ve mantıklı seçeneklerin sunulmasını kavramsal değişim öğrenimi için gerekli şartlar olarak sunmuştur (Dole, 2000).

Guzzetti ve başk., (1997) çürütme metnlerinin etkililiği onların doğru fikirlerle yanlış fikirleri karşılaştırıp bilişsel çelişki yaratma yeteneğinde yattığını ileri sürdü. Bir öğretim stratejisi olarak çürütme metinleri yapılandırmacı öğrenme görüşü ile uygunluk gösterir, çünkü çürütme metinleri, bilimsel bakış açısından farklılık gösteren öğrencilerin önbilgilerini tanır. Çürütme metinleri araştırma için ilgi çekicidir, çünkü onların okunması birkaç saniye alır, zaman en iyi şekilde kullanılır ve yoğun programa sahip okullarda faydalı olduğunu görmek mümkündür (Palmer, 2003).

Yürük ve Geban (2001) öğrencilerin galvanik hücre konusundaki yanlış kavramalarını ortadan kaldırmada çürütme metnlerinin geleneksel metinlerden daha etkili olacağını önermişlerdir. Yürük ve Geban tarafından hazırlanan çürütme metni aşağıda verilmiştir.

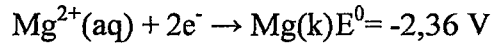
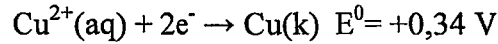
GALVANİK HÜCRELER

Şekil A'da bakır ve magnezyum elektrotlarından yapılmış bir galvanik hücre görüyorsunuz.



Şekil A

Şekil 5: Çürütme Metni Ders Örneği



Soru 1. Şekil A'da çizilen galvanik hücre diyagramında hangi elektrot anot ve hangi elektrot katottur.

Aşağıdaki metni okumadan önce metnin yanındaki boşluğa cevabınızı ve cevabınızın nedenini yazınız.

Galvanik hücrede anodun ve katottun belirlenmesi hakkındaki yanlış kavramalar

Yanlış kavrama I- Bazı öğrenciler anodun ve katotun belirlenmesinin yarı hücrenin yerine bağlı olduğunu düşünürler. Özellikle, anot daima hücrenin solundaki yarı hücredir ve katot hücrenin sağındaki yarı hücredir.

✓ Bu öğrenciler hatalıdır. Öğrencilerin bu yanlış kavraması öğrencilerin hücrenin solunda anot yarı hücresi sağında katot yarı hücresinin gösterildiği ders kitaplarındaki ve öğretmenlerinin çoğu çizimlerindeki gözlemlerinden kaynaklanabilir. Yarı hücrenin yerleşimi keyfidir ve anodu ve katodu belirlemede bir metot olarak göz önüne alınmamalıdır. Şekil A'daki yarı hücrelerin yerleri değiştirilirse ne olur? Anot ve katot değişecek midir? Tabii ki değil. Anodun ve katodun belirlenmesi yarı hücrelerin fiziksel yerlerine bağlı değildir. Sadece yarı hücrelerde yer alan reaksiyonlara bağlıdır. Kimyasal denge ile ilgili hazırlanan çürütme metinleri EK-1 de sunulmuştur.

2.11. Mülakatlar

Mülakat yöntemi oldukça basittir. İki kişi rahat bir köşede rahatsız edilmeyecek şekilde otururlar ve biri soru sorarken, diğeri soruları yanıtlar. Mülakatçı, kaydedici teyp kullanabileceği gibi, bazı tecrübeli mülakatçılar kendi

notlarını almayı yeğler. Çünkü, teypler, cevap verenleri rahatsız edebileceği gibi, verdikleri cevapların not alınması, cevaplayanlarda söylediklerinin önemli olduğu hissini uyandırabilir.

Yöntemdeki basitlik aldatıcıdır. Çünkü bir mülakatı yürütmek duyarlılık ve hüner ister. Mülakatçı, cevaplayana sakın tutmalı ve işbirliği yapmaya teşvik etmelidir. Bu nedenle, mülakat normal olarak sıcak ve görünüşte önemsiz bir sohbetle başlar. Eğer bir teyp kullanılacaksa mülakatçı, cevap veren kişinin rahatsız olup olmayacağını sorar ve izin verilirse, bu başlangıç bölümünde yani sorulara geçilmeden önce kaydedici açılır.

Mülakatı yapan kişide soracağı soruların bir listesi bulunmalıdır. Görüşmenin sohbet havasında ve verimli geçmesi için sorular, arka arkaya ve sabit bir hızla sorulmalıdır. Mülakatçı soruları biraz değiştirmekte ve soruların sırasını uygun gördüğü şekilde düzenlemekte özgürdür. Sorulan soruları işaretlemek ve böylelikle sorulmayan sorunun olup olmadığını kontrol etmek iyi bir yöntemdir.

Mülakat yapmadaki yeteneklerden biri de bir sonraki soruya ne zaman geçileceğine karar vermektir. Eğer sorular çok hızlı sorulursa, cevap veren kişinin kafası karışabilir veya verdiği cevapların önemsiz olduğunu düşünüp, cevap vermek istemeyebilir. Diğer yandan aşırı duraksamalar utanmaya ve sıkılmaya neden olur ve ayrıca cevaplayan kişide daha çok bilmesinin beklendiğini ve kötü bir performans gösterdiği hissini uyandırır. Tecrübeler; soruların yavaş sorulmasının hızlı sorulmasına göre daha az hataya neden olduğunu göstermiştir.

Mülakat yapmadaki bir diğer yetenek ise, yargılayıcı olmadan, cevaplayan kişiyi yeterince konuşturabilmektir. Tabii ki “Yanlış! Nasıl böyle düşünebilirsin?” gibi kötüleyici yargılar mülakat sırasında kötü sonuçlar verir. Fakat yukarıdaki söylem kadar mülakata ket vurmasa da “doğru, çok güzel” gibi ifadeler de mülakatta kullanılmamalıdır. Böyle bir durumda, cevaplayan kişi her söylediği sözden sonra bir

yargılama bekleyecek ve yansız cevaplar vereceğine, mülakatçıyı memnun edecek yanıtlar vermeye çalışacaktır. Mülakat sırasında “Evet, başka?”, “Oh, hım”, “Teşekkür ederim”, “Başka bir şey hatırlıyor musunuz” gibi cesaret verici, fakat yansız sorular ve sesler kullanmak çok daha iyidir. Bazen ilginç bir cevap, mülakatçıyı ikileme düşürebilir. Bu durumda söylenenleri yansız bir ses tonuyla tekrarlamak, her iki tarafa da zaman kazandırır, cevap veren kişinin konuyu açması için onu uyarmış olur.

Mülakat yaparken yargılayıcı davranmaktan da ciddi bir hata, görüşme sırasında öğretmektir. Bu durum sonuç ve amacı yıkararak mülakata ket vurur. Öğretmenlerin, kendi öğrencileriyle mülakat yaparken bu hatadan uzak durmaları zordur. Gerçekte, öğretmenlik ile mülakatçı olma rolleri arasındaki ikilem, öğretmenlerin neden mülakatları yeterince kullanmadıklarının bir nedeni olabilir.

Mülakat sırasında mülakatçı, mülakat yapılanın vereceği sinyallere karşı hazır ve tetikte olmalıdır. Bu sinyaller cevap verenin sıkıldığını gösterir. Sinyaller genellikle konuşma şeklinde olmayıp koltukta bükülme, sıkıntılı veya gergin bir yüz ifadesi ve el hareketleri olabilir. Böyle durumlarda “bundan sıkıldığınızı biliyorum, fakat bununla ilgili bir iki şey daha sorabilir miyim?” gibi sözler söylendiğinde, cevaplayan kişi daha olumlu şekilde cevap verebilir. Bu sorudan sonra mülakat bitmelidir. Genellikle, “bu konuyla ilgili eklemek istediğiniz bir şey var mı?” denildikten sonra, cevaplayana yardımları için teşekkür ederek mülakat bitirilir (Atasoy, 2004).

Klinik mülakatlar belirli bir alanla ilgili bireyin bilgisinin doğasını ve bu kavramla ilgili sahip olduğu kavramları ve kavramlar arası ilişkileri belirlemede kullanılabilir. Jean Piaget (1929) klinik mülakatları ilk kullananlardan biridir. Posner ve Gerrzog (1982) bir konunun bilişsel yapısının değerlendirmesinde klinik mülakatlar yazılı testlere göre araştırmacıya daha derin bir değerlendirme imkanı sağladığını ifade etmiştir.

Mülakatlar, genellikle yapılandırılmamış mülakatlar, yarı yapılandırılmış mülakatlar ve yapılandırılmış mülakat olarak üç formattan biri ile devam eder.

1. Yapılandırılmamış Mülakatlar: En açık uçlu mülakattır. Bu mülakatlarda önceden belirlenmiş bir soru seti kullanılmaz. İlk soru sorulduktan sonra mülakata katılan kişinin cevapları mülakat sırasında sorulacak soruları belirler.

2. Yarı Yapılandırılmış Mülakatlar: Bir mülakat sırasında araştırılacak konu veya sorular listesi kullanılır fakat mülakatçı gerekli görürse bireylerin cevaplarına göre gerekli açıklamalar derinlemesine incelenir. Bu format bir mülakat süreci için gerekli toplam zamanı düzenlemede yardımcı olmada faydalıdır. Mülakatçı hangi konuların tartışıldığını ve onların sırasını kontrol edebilir.

3. Yapılandırılmış Mülakatlar: yapılandırılmış mülakatlar en katı olanıdır. Her mülakata katılana aynı sırayla aynı sorular sorulur. Bu format birden fazla mülakatçıya ihtiyaç duyulduğu zaman tercih edilir. Bu durum farklı mülakatçılardan doğacak değişiklikleri azaltmaya yardımcı olur (aktaran, Piquette, 2001).

3. PROBLEMLER VE HİPOTEZLER

Çalışmanın bu bölümünde Problem Cümlesi, Alt problemler ve Alt Problemlerle İlgili Hipotezler sunuldu. Çalışmada kullanılan hipotezler, problemi ve alt problemleri çözmek için ortaya konuldu. Hipotezlerin tamamı null (H_0) hipotez formunda sunuldu.

3.1. Problem Cümlesi

Lise 2. sınıf öğrencilerinin kimyasal denge ile ilgili kavramsal başarıları üzerine kavramsal değişim metinlerinin kullanıldığı yapılandırmacı yaklaşımın ve ders kitaplarının kullanıldığı geleneksel öğretim yaklaşımın etkileri nasıldır?

3.2. Alt Problemler

1. Lise 2. sınıf öğrencilerinin kimyasal dengeyle ilgili kavramsal başarıları üzerine, öğrencilerin mantıksal düşünme yeteneklerinin anlamlı bir katkısı var mıdır?
2. Lise 2. sınıf öğrencilerinin kimyasal dengeyle ilgili kavramsal başarıları üzerine, öğrencilerin kimyasal dengeyi anlayabilmesi için gerekli ön bilgilerinin anlamlı bir katkısı var mıdır?
3. Lise 2. sınıf öğrencilerinin kimyasal dengeyle ilgili kavramsal başarıları üzerine, öğrencilerin kimyasal denge ile ilgili önbilgilerinin anlamlı bir katkısı var mıdır?

4. Lise 2. sınıf öğrencilerinin kavramsal başarıları, algoritmik başarıları ve kimya dersine olan tutumları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki var mıdır?

5. Lise 2. sınıf öğrencilerinin, mantıksal düşünme yetenekleri, kimyasal dengeyle ilgili önbilgileri, kimyasal dengeyi anlayabilmeleri için gerekli önbilgileri ve kimya dersine olan tutumları kontrol altına alındığında, kavramsal değişim metinlerinin kullanıldığı yapılandırmacı yaklaşımın ve ders kitaplarının kullanıldığı geleneksel öğretim yaklaşımın öğrencilerin kimyasal denge ile ilgili kavramsal başarıları üzerine anlamlı bir katkısı var mıdır?

3.3. Hipotezler

H₀₁: Lise 2. sınıf öğrencilerinin kimyasal dengeyle ilgili kavramsal başarıları üzerine, öğrencilerin mantıksal düşünme yeteneklerinin anlamlı bir katkısı yoktur.

H₀₂: Lise 2. sınıf öğrencilerinin kimyasal dengeyle ilgili kavramsal başarıları üzerine, öğrencilerin kimyasal dengeyi anlayabilmesi için gerekli önbilgilerinin anlamlı bir katkısı yoktur.

H₀₃: Lise 2. sınıf öğrencilerinin kimyasal dengeyle ilgili kavramsal başarıları üzerine, öğrencilerin kimyasal denge ile ilgili önbilgilerinin anlamlı bir katkısı yoktur.

H₀₄: Lise 2. sınıf öğrencilerinin kavramsal başarıları, algoritmik başarıları ve kimya dersine olan karşı tutumları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki yoktur.

H₀₅: Lise 2. sınıf öğrencilerinin, mantıksal düşünme yetenekleri, kimyasal dengeyle ilgili önbilgileri, kimyasal dengeyi anlayabilmeleri için gerekli önbilgileri ve kimya dersine olan tutumları kontrol altına alındığında, kavramsal değişim metinlerinin kullanıldığı yapılandırmacı yaklaşımın ve ders kitaplarının kullanıldığı geleneksel öğretim yaklaşımın öğrencilerin kimyasal denge ile ilgili kavramsal başarıları üzerine anlamlı bir katkısı yoktur.

4. ARAŞTIRMA DESENİ

Lise 2. sınıf öğrencilerinin kimyasal denge ile ilgili kavramsal başarıları üzerine, kavramsal değişim metinlerinin kullanıldığı yapılandırmacı yaklaşımın ve ders kitaplarının kullanıldığı geleneksel öğretim yaklaşımın etkilerini karşılaştırmayı amaçlayan çalışmanın bu bölümünde deneysel desen, örneklem, değişkenler, ölçüm araçları, verilerin nasıl analiz edileceği, varsayımlar ve sınırlılıkları sunulmuştur.

4.1. Deneysel Desen

Bu çalışmada lise 2. sınıf öğrencilerinin kimyasal denge kavramlarını anlayabilmesi için gerekli önbilgileri, Mantıksal düşünme yetenekleri ve kimya dersine olan tutumları kontrol altına alındığında, öğrencilerinin kimyasal dengeyle ilgili kavramsal başarıları üzerine kavramsal değişim metinlerinin kullanıldığı yapılandırmacı yaklaşımın ve ders kitaplarının kullanıldığı geleneksel öğretim yaklaşımının etkilerini karşılaştırmak için öntest-sontest kontrol gruplu desen kullanıldı (Howitt, 1997; aktaran, Büyüköztürk, 2001). Çalışmada yer alan öğrenciler, deney grubu ve kontrol grubu olmak üzere iki gruba ayrıldı. Öğrencilerin gruplara ayrılmasında rasgele örneklem seçimi imkanına sahip olmadığımızdan dolayı okulda var olan sınıflardan biri deney grubu diğeri de kontrol grubu olarak seçildiği için çalışmada yarı deneysel desen kullanıldı. Araştırma süresince kontrol

grubu öğrencileri ders materyali olarak ders kitaplarını, deney grubu ise yapılandırmacı yaklaşıma dayalı kavramsal değişim metinlerini kullandı.

Çalışmanın başlangıcında, öğrencilerin kimyasal denge ile ilgili kavramları anlayabilmeleri için gerekli ön bilgilerini, mantıksal düşünme yeteneklerini ve kimya dersine olan tutumlarını kontrol altına almak için her iki gruptaki öğrencilere Ön bilgi Testi (ÖBT), Mantıksal Düşünme Grup Testi (MDGT) ve Tutum Testi (TT) uygulandı. Kimyasal Denge İle İlgili Kavram Testi ise her iki gruptaki öğrencilere hem öntest hemde son test olarak uygulandı. Çalışma sonunda öğrencilerin kimyasal denge ile ilgili kavramsal başarıları, algoritmik başarıları ve kimyaya karşı tutumları arasındaki ilişkiyi tespit etmek için Başarı Testi (BT) ve Tutum Testi kullanıldı. Çalışmada kullanılan araştırma deseni Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3: Araştırma Deseni.

Grup	Ön-test	Yöntem	Ders Materyali	Son-test
DeneySEL	KDKT-i, MDGT, ÖBT, TT-i	YY	Kavramsal Değişim Metinleri	KDKT-s, BT, TT-s, DKTdy
Kontrol	KDKT-i, MDGT, ÖBT, TT-i	GÖY	Ders Kitapları	KDKT-s, BT, TT-s, DKTdy

4.2. Örneklem

Bu çalışmanın örneklemini 2003-2004 öğretim yılının ikinci döneminde Ankara'nın Mamak ilçesindeki Çağrıbey Anadolu Lisesinde iki farklı fen sınıfında öğrenim gören 44 lise II. sınıf öğrencisinin katılımıyla oluşturuldu. Sınıflardan biri deneySEL grup diğeri ise kontrol grubu olarak seçildi. Deney grubu 8'i kız ve 14'ü erkek olmak üzere 22 öğrenciden, kontrol grubu ise 8'i kız ve 14'ü erkek olmak üzere 22 öğrenciden oluştu. Örneklem 16 kız ve 28 erkek öğrenci olmak üzere toplam 44 öğrenciden oluştu. Deney ve kontrol gruplarına aynı öğretmen girdiğinden

öğretmenin yanlış davranıp davranmadığını kontrol etmek için ise aynı okuldan üçüncü bir fen sınıfı kontrol grubunu kontrol etmek için seçildi. Kontrol gruplarına uygulanan test sonuçları ve kontrol grupları arasında kimyasal denge ile ilgili kavramsal başarıları arasında anlamlı bir farkın olup olmadığı ile ilgili istatistiksel sonuçlar Tablo 4 ve Tablo 5 de sunulmuştur.

Tablo 4: Kontrol ve Kontrol (1) Gruplarına Uygulanan Testlerden Alınan Puanlar ve t-Testi Sonuçları.

Uygulanan Testler	Kontrol Grubu			Kontrol Grubu (1)			t	p
	N	$\bar{X}$	ss	N	$\bar{X}$	ss		
MDGT	22	17,454	1,625	23	14,391	2,369	0,035	0,000*
ÖBT	22	20,955	3,512	23	17,565	3,287	0,344	0,002*
KDKT-i	22	13,955	5,516	23	14,348	4,292	0,268	0,790
KDKT-s	22	26,909	7,432	23	23,913	6,022	0,489	0,144
TT-i	22	76,045	10,214	23	76,174	8,077	0,047	0,963

Analiz sonuçları, deney ve kontrol grubu öğrencilerinin KDKT-i, KDKT-s ve TT-i puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını göstermektedir. MDGT ve ÖBT puanlarına göre kontrol grubu ile kontrol (1) grubu arasında kontrol grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır. Öğrencilerin Mantıksal düşünme yeteneklerinin, kimyasal dengeyi anlayabilmesi için gerekli ön bilgilerinin, kimya dersine olan tutumlarının ve kimyasal dengeyle ilgili ön bilgilerinin, kimyasal dengeyle ilgili kavramsal başarı üzerine etkisinin olduğu düşünüldüğünden bu değişkenler kontrol altına alındı.

Tablo 5: Kontrol ve Kontrol (1) Gruplarının KDKT-s Puanlarıyla İlgili ANCOVA Sonuçları.

Varyansın Kaynağı	ΣX^2	sd	$\overline{X^2}$	F	p
-------------------	--------------	----	------------------	---	---

Kovaryantlar	MDGT	52,828	1	52,828	2,023	0,163
	ÖBT	458,516	1	458,516	17,555	0,000*
	KDKT-i	2,977	1	2,977	0,114	0,737
	TT-i	40,797	1	40,797	1,562	0,219
YÖNTEM		39,533	1	39,533	1,514	0,226
Hata		1018,626	39	26,119		
Toplam		31040,000	45			

$R^2 = 0,505$ (Düzeltilmiş $R^2 = 0,442$)

Bu sonuçlara göre kontrol grupları arasında kimyasal dengeyle ilgili kavramsal başarıları üzerine, uygulanan geleneksel yöntemlerin arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.

4.3. Değişkenler

4.3.1. Bağımlı Değişkenler

Bu çalışmanın bağımlı değişkeni, kimyasal denge ile ilgili kavram testi kullanılarak ölçülen, öğrencilerin kimyasal denge ile ilgili kavramsal başarılarıdır.

4.3.2. Bağımsız Değişkenler

Bu çalışmanın bağımsız değişkenleri, araştırma süresince gruplara uygulanan öğretim yaklaşımları, öğrencilerin mantıksal düşünme yetenekleri, kimyasal dengeyi anlayabilmek için gerekli önbilgileri, kimyasal denge ile ilgili önbilgileri ve kimya dersine olan tutumlarıdır.

4.3.3. Kontrol Altına Alınan Değişkenler (Kovaryantlar)

Bu çalışmada, kontrol altına alınan değişkenler; Mantıksal Düşünme Grup Testi ile ölçülen öğrencilerin mantıksal düşünme yetenekleri, Önbilgi Testi ile ölçülen öğrencilerin kimyasal dengeyi anlayabilmeleri için gerekli önbilgileri, Kimyasal Denge ile ilgili Kavram Testi ile ölçülen kimyasal dengeyle ilgili önbilgileri ve Güdüşel inanç anketi ile ölçülen kimya dersine olan tutumlarıdır.

4.4. Ölçüm Araçları

Bu çalışmada ortaya konulan alt problemleri çözmek için deney ve kontrol gruplarına şu testler uygulandı. (1) Öğrencilerin kimyasal dengeyle ilgili yanlış kavramalarını ve kavramsal değişimlerini belirlemek için KDKT, kimyasal denge kavramlarını anlayabilmeleri için gerekli önbilgilerini tespit etmek için (2) ÖBT, mantıksal düşünme yeteneklerini belirlemek için (3) MDGT, kimya dersine olan tutumlarını ölçmek için ise (4) TT, kimyasal dengeyle ilgili önbilgilerini belirlemek amacıyla KDKT-i uygulandı. ÖBT; MDGT; TT ve KDKT-i testleri öğrencilerin kavramsal başarılarını etkilediğinden kontrol altına alındı. (5) öğrencilerin kavramsal başarı, algoritmik başarı ve kimya dersine olan tutumları arasındaki ilişkiyi belirlemek için BT uygulandı. Deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin ve öğretmenlerin kimyasal dengeyle ilgili yanlış kavramlarını tespit etmek ve karşılaştırmak için de (6) DKTdy testi uygulandı.

4.4.1. Kimyasal Denge ile İlgili Kavram Testi

Bu araştırmada kullanılan test (Hackling ve Garnett 1985) tarafından geliştirilen testten faydalanılarak araştırmacılar tarafından hazırlandı. Test iki

basamaklı çoktan seçmeli 46 sorudan oluşmaktadır. Test; sistemin dengeye yaklaşması, denge durumu, sıcaklık ve derişimdeki değişme, inert gaz ve katalizör ilavesi durumunda meydana gelen değişmeleri içeren sorulardan oluşmaktadır. Test; öğrencilerdeki kimyasal denge ile ilgili sistemin dengeye yaklaşması, dengenin özellikleri, denge şartlarının değiştirilmesi, denge sabiti, katalizör ve inert gaz ilavesinin dengeye etkisi gibi konulardaki yanlış kavramalarını ve kavramsal değişimlerini tespit etmek için kullanıldı. Testin içerik geçerliği, fen eğitiminde uzman kişilerce kontrol edilerek, araştırmanın amacına uygun olduğuna karar verildi. Test 61 öğrenciye uyguladı ve güvenilirliği SPSS11 programı kullanılarak $\alpha=0,91$ olarak belirlendi. Kimyasal denge ile ilgili kavram testi Ek-2'de verilmiştir.

4.4.2. Mantıksal Düşünme Grup Testi

Bu araştırmada kullanılan testin orijinali Roadrangka, Yeany ve Padilla tarafından geliştirilmiştir. Toplam 21 sorudan oluşan bu test, daha önce bu alanda geliştirilmiş olan ve farklı muhakeme yeteneklerini ölçen testlerden (Classrom Test of Formal Operation (Lawson, 1978); Raven's Test of Logical Operations (Raven, 1973) ve Piagetian Logical Operations Test (Staver ve Gabel, 1979)) geçerliği ve güvenilirliği yüksek sorular seçilerek oluşturulmuştur. Test'in 6. sınıftan üniversiteye kadar olan aralıktaki öğrencilerin mantıksal düşünme yeteneklerini ölçebilecek geçerlik ve güvenilirliğe sahip olduğunu ifade etmişlerdir (Roadrangka, Yeany ve Padilla, 1983). Testin güvenilirliği (Cronbach's alpha) $\alpha=0,85$ olarak belirlenmiştir (aktaran, Engemann, 2000). Toplam 21 soruda oluşan testin özellikleri şöyle sıralanmaktadır.

1. Test altı farklı mantıksal muhakeme yeteneğini ölçer. Bunlarda birisi somut işlem yapabilme düzeyi, diğer beş tanesi olan orantısal muhakeme, değişkenlerin kontrol edebilme, birleştirci muhakeme, olasılıklı muhakeme ve ilişkişel muhakeme yetenekleri de soyut işlem yapabilme düzeyi ile ilgilidir.

2. Testte cevaplar ve gerekçeleri çoktan seçmeli olarak verilmiştir. Öğrencilerden doğru cevabı ve nedenini seçmesi istenmektedir. Puanlamada ilk 18 soru için doğru cevabı nedeni ile birlikte cevaplayan 1 puan, bunlardan herhangi birini veya her ikisini yanlış cevaplayan sıfır puan almaktadır. Son üç soruda ise öğrencinin ihtimaller sıralaması istenmektedir. Öğrencilerin yazmış olduğu ihtimallerin sayısı dikkate alınarak cevaplar “1” ve “0” olarak değerlendirildi. 19. sorunun doğru cevabında 9 ihtimal vardır. Bu soruya verilen cevap hatalı veya bir eksik ihtimal olduğu durumda doğru kabul edildi. 20. sorunun doğru cevabında 24 ihtimal vardır ve 21. sorunun doğru cevabında 16 ihtimal vardır. 20 ve 21. sorulara verilen cevaplarda 2 hatalı veya 2 eksik ihtimal olduğu durumda soruların cevapları doğru kabul edildi. Bunların dışındaki hatalı veya eksik durumlarda soru yanlış kabul edildi.

3. Tüm test sorularında nesneler ve durumları açıklamak için resimli ifadelere yer verilmiş ve altıncı sınıf ve daha yukarıdaki öğrenciler için uygulanabilir.

4. Test, somut işlem dönemi, geçiş dönemi ve soyut işlem dönemindeki öğrenci grupları arasındaki farkı ayırt edebilecek yeterlilikte güvenilirlik ve geçerliğe sahiptir. Toplam 21 sorudan 0 ile 8 arasında soru yapan öğrenci somut, 9-15 arasında soru yapan öğrenci geçiş, 16-21 arasında soru yapan öğrenci soyut düşünebilme becerisine sahip olarak değerlendirildi. Test bir ders saati süresinde büyük gruplara uygulanabilir (aktaran, Smith, 1998).

Test Türkçe’ye Aksu, Beberoğlu and Paykoç (1990) tarafından çevrilmiştir. Testin güvenilirlik katsayısı ITEMAN programı kullanılarak 0,88 olarak bulunmuştur.

4.4.3. Önbilgi Testi

Test öğrencilerin önbilgilerinin ne düzeyde olduğunu görmek ve ön bilgilerinin kimyasal denge kavramının anlaşılmasında etkili olup olmadığını

belirlemek amacıyla kullanıldı. Test araştırmacı tarafından hazırlandı. Test çoktan seçmeli 28 sorudan oluşmaktadır. Test; maddenin tanecikli doğası, kimyasal ve fiziksel değişme, derişim, stokiyometri, reaksiyon hızı ve hızı etkileyen faktörleri içeren sorulardan oluşmaktadır.

Testin içerik geçerliği, fen eğitiminde uzman kişilerce kontrol edilerek araştırmanın amacına uygun olduğuna karar verildi. 67 öğrenciye uygulanan testin güvenirliği ise SPSS11 programı kullanılarak $\alpha=0,65$ olarak belirlendi. Önbilgi Testi Ek-4'de verilmiştir.

4.4.4. Denge Kavram Testi (Doğru-Yanlış)

Araştırmacılar tarafından hazırlanan test doğru yanlış formatındadır. Test, literatürde belirtilen öğrencilerin sahip olduğu yanlış kavramalardan faydalanılarak hazırlandı (Hacklin ve Garnett, 1985; Banerjee, 1991; Bergquist ve Heikkinen, 1990; Akkuş ve başk., 2003). 32 sorudan oluşan testteki soruların çoğunluğu öğrencilerin yanlış kavramalarından oluşmaktadır. Testin içerik geçerliği, fen eğitiminde uzman kişilerce kontrol edilerek, araştırmanın amacına uygun olduğuna karar verildi. 67 öğrenciye uygulanan testin güvenirliği ise SPSS11 programı kullanılarak $\alpha=0,83$ olarak belirlendi. Denge kavram testi Ek-5'de verilmiştir.

4.4.5. Kimyasal Denge Başarı Testi

Öğrencilerin kimyasal denge ile ilgili kavramsal, algoritmik ve tutumları arasındaki ilişkiyi ölçmek için çoktan seçmeli 8 sorudan oluşan başarı testi kullanıldı. Test araştırmacılar tarafından, öğrencilerin ders kitaplarındaki soru tarzlarına benzer bir formatta hazırlandı ve öğrencilerin kimyasal denge ile ilgili bilgilerini algoritmik

problemlere uygulayabilme yetenekleriyle ilgiliydi. Testin içerik geçerliği, fen eğitiminde uzman kişilerce kontrol edilerek, araştırmanın amacına uygun olduğuna karar verildi. 64 öğrenciye uygulanan testin güvenilirliği ise SPSS11 programı kullanılarak $\alpha=0,61$ olarak belirlendi. Kimyasal dengeyle ilgili Başarı Testi Ek- 6'da verilmiştir.

4.4.6. GÜDÜSEL İNANÇ ANKETİ (TUTUM TESTİ)

Öğrencilerin kimya derslerine olan tutumlarını belirlemek amacıyla uygulanmıştır. Ölçek Likert-tipi ölçme tarzındadır ve öğrencilerin kimyaya karşı tutum ve algılamalarıyla ilgili 22 ifadeden oluşmaktadır. Her bir ifade için “Kesinlikle katılıyorum”, “Katılıyorum”, “Kararsızım”, “Katılmıyorum”, “Kesinlikle katılmıyorum” şeklinde ifade ile ilgili öğrencilerin fikirlerini yansıtabilecekleri cevaplar bulunmaktadır. Olumlu ifadelerde, yukarıdaki verilen sıralamaya karşılık gelecek şekilde sırasıyla 5, 4, 3, 2, 1, olumsuz ifadelerde ise 1, 2, 3, 4, 5 şeklinde puanlandırılmıştır. Öğrencilerin her bir ifade için verdikleri cevaplara karşılık gelen puanlar toplanarak öğrencilerin kimya dersine olan tutumu belirlenmiştir.

Pintrich ve De Groot (1990) tarafından geliştirilmiş olan test; Orta Doğu Teknik Üniversitesi modern dil bölümünden ve yabancı diller bölümünden birer eğitimci tarafından Türkçe'ye çevrilmiş ve adapte edilmiştir. Adapte edilen testin içerik geçerliği ve formatı Orta Doğu Teknik Üniversitesi Eğitim Fakültesinden üç eğitimci tarafından kontrol edilmiş ve eğitimcilerin önerileri göz önüne alınarak gerekli değişimler yapılmıştır. Testin güvenilirliği için ise, iki farklı okuldan toplam 238 onuncu sınıf öğrencilerine uygulanan bir pilot çalışma yapılmıştır. Bu çalışmadan elde edilen verilere göre faktör analizi ve güvenirlik analizi yapılmış ve testin güvenilirliği (Cronbach alfa) $\alpha=0,88$ olarak bulunmuştur (Özkan, 2001). GÜDÜSEL İNANÇ ANKETİ Ek- 7'de verilmiştir.

4.4.7. Mülakat

Araştırma sonunda öğrencilerin kavramsal düzeylerini derinlemesine incelemek ve yanlış kavramalarını belirlemek amacıyla mülakat yapıldı. Mülakat yapılacak olan öğrencilerin seçimi kimyasal denge ile ilgili kavram testinden aldıkları puanlara göre belirlendi. Mülakatın örnekleme tam olarak yansıtması için KDKT den düşük, orta ve en yüksek puan alan öğrenciler seçildi. Kontrol ve deney grubundan toplam 18 öğrenci ile mülakat yapıldı. Çalışmada yapılandırılmış mülakat tekniği kullanıldı. Çalışmada kullanılan mülakat soruları EK-8’de verilmiştir.

4.5. Yöntem

Bu çalışma, 2003-2004 öğretim yılının ikinci döneminde Ankara/Mamak ilçesindeki Çağrıbey Anadolu Lisesi’nde iki fen şubesinde bulunan 44 öğrencinin katılımı ile yapıldı. Çalışmada yer alan öğrenciler, deneysel grup ve kontrol grup olmak üzere iki gruba ayrıldı. Kontrol grubu öğrencileri ders kitaplarının kullanıldığı geleneksel yaklaşımla dersleri işlerken, deney grubu öğrencileri ise kavramsal değişim metinlerinin kullanıldığı yapılandırmacı yaklaşımla dersler işlendi. Çalışma 6 hafta sürdü. İlk haftada ön testler uygulandı, 2., 3. ve 4. haftalarda kimyasal denge konusu işlendi. 5. haftada son testler uygulandı ve 6. haftada ise mülakat yapıldı.

Araştırma boyunca her iki gruba da aynı program uygulandı. Dersin kapsamı; sistemin dengeye yaklaşması, denge durumu ve denge şartlarının değişmesi [derişim (hacmin veya basıncın değişmesi, inert gaz ilavesi) ve sıcaklık], katalizörün etkisi’nden oluşmaktadır. Her iki grup ile haftada her biri 45’er dakika süren 5 ders yapıldı.

Kontrol Grubu

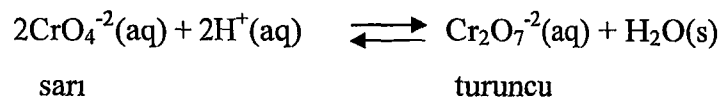
Kontrol grubunda geleneksel öğretim yaklaşımıyla dersler işlendi. Öğretmen, kimyasal denge kavramlarını öğretmek için düz anlatım ve tartışma metotlarını kullandı. Konuyla ilgili kavramlar öğretmen tarafından sözel olarak açıklandı, öğrenciler öğretmenin açıkladığı kavramla ilgili tanımları not aldılar. Öğretmen kavramla ilgili öğrencilere sorular yönelterek tartışma yapıldı ancak tartışma yapılırken öğrencilerin yanlış kavramaları göz önüne alınmadı. Öğretmen ders anlatımı sırasında önemli olduğunu düşündüğü kısımları öğrencilerin not almasını istedi. Dersin sonuna doğru öğretmen konuyla ilgili algoritmik ve kavramsal problemler çözdü. Öğretmen ders anlatımı sırasında, yardımcı ders materyali olarak yazı tahtası ve ders kitaplarını kullandı.

Deney Grubu

Deneysel grupta kavramsal değişim metinlerinin (bu metinler; Wilson (1998), Olney (1988), Huddle (1998), Van Driel (1999), Tyson ve Treagust (1999), Summerlin (1998), Van Driel (2002), Bilgin (2001) ve Stephen (2001) kaynaklarından faydalanılarak hazırlandı) kullanıldığı yapılandırmacı yaklaşımla dersler işlendi. Derslerin işlenmesi sırasında öğrenci-öğrenci ve öğretmen-öğrenci etkileşimleri üzerine odaklanıldı. Dersin başlangıcında öğretmen kavramsal değişim metinleri ve yapılandırmacı yaklaşımla ilgili öğrencileri bilgilendirdi. Öğrencide kavramsal değişimin olması için Posner ve başk., (1982) tarafından önerilen dört şartın sağlanması amaçlandı. Kavramsal değişim yaklaşımına göre bir öğrencinin var olan yanlış kavramını değiştirmesi için öncelikle var olan bu kavramdan hoşnutsuzluk duymalıdır ve sunulan yeni kavramın da öğrenciyi memnun etmesi için kavram; anlaşılabilir, makul ve verimli olmalıdır. Aksi durumda öğrenci kendi kavramını değiştirmeyecektir.

Bir öğrencide kavramsal değişimi sağlamak için öncelikle öğrencilerin konu ile ilgili yanlış kavramalarını ortaya çıkarmak ve bu kavramın yanlış olduğunu öğrencinin fark etmesinin sağlayarak kavramla ilgili hoşnutsuzluk yaratmaktır. Bu amaçla, genellikle öğrencilerin beklentileriyle uyuşmayan bir problem sunuldu. Bu aşamada TGA tekniğinin kullanıldığı bir aktivite uygulandı. Öğrencilerden bu problemle ilgili tahminleri ve tahminlerinin nedenleri istendi, bu aşamadan sonra öğrenciler tahmin yaptığı problem durumuyla ilgili gözlem yapmaları ve gözlemleri kaydetmeleri sağlandı. Sonra tahminle gözlemlerini karşılaştırılmaları istendi. Bu aşamada amaç, TGA tekniği yardımıyla öğrencilerin var olan alternatif kavramlarından rahatsızlık duymasını sağlamaktır. Kavramsal değişimin ikinci aşamasında bilimsel kavramı sunarken, bilimsel kavramın öğrenci için anlaşılabilir olmasına dikkat edildi. Bu aşamada analogiler kullanıldı. Buradaki amaç ise soyut kavramları veya teoremin altında yatan soyut prensipleri benzetme yaparak somutlaştırmaktır. Üçüncü aşama ise yeni kavram öğrenci için makul olmalıdır. Bu aşamada ise yeni kavramla kendisinde var olan diğer kavramlar arasında bağlantı kurmasını sağlayarak öğrenmesini kolaylaştırmak için kavram haritası kullanıldı. Dördüncü aşamada ise kavramı kullanarak kendisine sunulan problemleri çözebilmesi için sorular soruldu. Buradaki amaç kavramın problemlerine çözüm getirdiğini görmesini sağlamaktır.

Öğrencilerdeki bir yanlış kavramayı (denge sabiti ifadesinde yer almayan türlerin, denge sistemine ilave edilmesi durumunda sistem bu değişimden etkilenmez) ortadan kaldırmak için uygulanan yaklaşımlar örnek olarak aşağıda sunulmuştur.



Denge halindeki bu sisteme su ilave edilmesi denge durumunu etkilemez. Çünkü su denge sabiti ifadesinde yer almaz. Bu ifade hakkında ne düşünüyorsunuz?

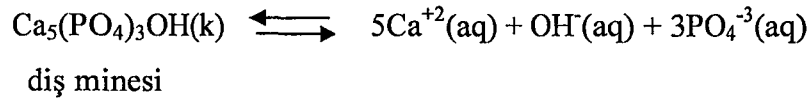
Tahminlerinizi ve nedenlerini yazınız.

Bu düşünceyi test etmek için TGA kullanıldı. Birinci aşamada öğrencilere bu problem durumuyla ilgili tahminlerini ve tahminlerinin nedenlerini bir kağıda yazmaları için 5 dakika süre verildi. Bu sürenin sonunda yazdıkları kağıtlar toplandı ve tahminleri üzerinde herhangi bir yargılama yapılmadan dinlendi. İkinci aşamada deneyi gözlemlemeleri ve gözlemlerini kayıt etmeleri istendi. Deney yapılırken rengin turuncudan sarıya döndüğünü gözlediler ve gözlemlerini kayıt ettiler. Üçüncü aşamada ise tahminleri ile gözlemlerini karşılaştırdılar. Tahminleri doğru ya da yanlış olan öğrencilere böyle düşünmelerine neden olan faktörün ne olduğunu açıklamaları istendi. Bazı öğrenciler bunun tesadüf olduğunu düşündüğünden deneyi tekrar yapmak istediler. Deney tekrarlandı ve sonucun değişmediği gözlemlendi. Sonra bu değişimin nedeni açıklanmaya çalışıldı. Sınıf olarak ortama su ilavesi durumunda neler olacağı düşünüldü. İleri sürülen fikirler öğrenci-öğrenci ve öğretmen-öğrenci arasında tartışıldı. Tartışmalar sonucunda su ilavesinin toplam hacmi artırdığı dolayısıyla ortamdaki bütün türlerin derişimlerinin azalacağı sonucuna ulaşıldı. Bu aşamadan sonra bir denge sisteminde derişimde bir değişme olursa sistemin bu duruma nasıl tepki vereceği ve nedeni açıklanmaya çalışıldı. Bu aşamada ise denge kanunu ve Le Chatelier prensibi kullanılarak sonuç açıklandı. Yani bir sistemde türlerin derişiminde bir azalma olursa sistem bu derişimdeki azalmanın etkisini giderecek yönde hareket edeceğinden girenler yönüne kayar, dolayısıyla renk sarıya döner sonucuna varıldı. Bu durum: “dengede olan bir sistemde şartlarda bir değişme olursa meydana gelen değişimin etkisini tahmin etmek için; şartlarda meydana gelen değişme türlerin derişiminde bir değişim meydana getiriyorsa denge durumu bu değişimden etkilenir, türlerin derişiminde bir değişme meydana getirmiyorsa denge durumunu bu değişimden etkilemez” olarak genelleştirildi. Benzer şekilde kireç taşından kireç oluşumuyla ilgili reaksiyonda sistem dengede iken sisteme kireç taşı ilavesi durumunda katının derişimi değişmediği için (kireç taşının ister 1g ister 100g olsun derişimlerin eşit olduğu matematiksel olarak gösterildi) denge durumu bu değişimden etkilenmez sonucuna tartışma ile ulaşıldı.

Bir denge reaksiyonunda, sisteme dışardan bir etki yapıldığında, yapılan etkiden denge durumunun etkilenip etkilenmeyeceği, türlerin dengede yer alıp

almasıyla ilgili değil, yapılan etkinin türlerin derişiminde bir değişme meydana getirip getirmemesiyle ilgilidir.

Kavram uygulama aşamasında ise “şeker yiyen çocukların dişleri neden çürür?” sorusu soruldu ve aşağıda verilen tepkime denkleminde bakarak sorunun çözülmesi istendi. (Şekerli yiyecekler yenildikten sonra ağızda kalan şekerler bir süre sonra fermantasyona uğrayarak ağızın asitliği artırır).



4.6. Verilerin Analizi

Çalışmanın başlangıcında gruplar arasında mantıksal düşünme yetenekleri, kimyasal denge ile ilgili kavramsal başarıları, kimyasal dengeyi anlayabilmesi için gerekli önbilgileri ve kimya dersine olan tutumları arasında anlamlı bir farkın olup olmadığını kontrol etmek için t-testi uygulanmıştır. Çalışmanın sonucunda grupların kimyasal dengeyle ilgili kavramsal başarılarını ölçmek için KDKT-s uygulandı. ÖBT, MDGT, TT-i, KDKT-i puanları kontrol altına alındığında gruplar arasında kimyasal denge ile ilgili kavramsal başarıları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olup olmadığını test etmek için ANCOVA (Analysis of Covariance) analizi kullanıldı. öğrencilerin kavramsal başarı, algoritmik başarı ve kimya dersine olan tutumları arasında anlamlı bir ilişkinin olup olmadığını kontrol etmek için ise korelasyon kullanıldı.

Verilerin değerlendirilmesinde SPSS11 (Statistical Package for the Social Sciences) bilgisayar programı kullanıldı ve sonuçlar 0,05 anlamlılık düzeyinde değerlendirildi.

4.7. Varsayımlar ve Sınırlamalar

4.7.1. Varsayımlar

1. Öğretmen farklı yöntemlerin uygulanması boyunca yanlış davranmamıştır.
2. Her iki gruptaki öğrenciler soruları cevaplarken samimi ve içten davranmışlardır.
3. Kontrol grubundaki öğrencilerle deney grubundaki öğrenciler arasında uygulama süresince etkileşim olmamıştır.
4. Deneysel grupta öğrencilerin son test sonuçlarını etkileyen kavramsal değişim metinlerinden başka bir materyal kullanılmamıştır.
5. Yapılacak olan mülakatta öğrencilerin gönüllü ve rahatça sorulara cevap vereceği varsayılmıştır.

4.7.2. Sınırlılıklar

1. Bu çalışmanın örneklemini 2003-2004 öğretim yılının ikinci döneminde Ankara'nın Mamak ilçesindeki Çağrıbey Anadolu Lisesinde iki farklı fen sınıfında öğrenim gören 44 lise II. sınıf öğrencisinin katılımı ile sınırlıdır.
2. Çalışmanın içeriği lise 2. sınıf müfredatında belirlenen kimyasal denge kavramı ile sınırlıdır.

3. Öğrencilerin yanlış kavramalarını belirlemek için kullanılan ölçüm araçları; kimyasal dengeyle ilgili kavram testi ve mülakat soruları ile sınırlıdır.

4. Araştırma süresince deney ve kontrol gruplarına eşit süre verildi. Araştırma süresi (iki hafta ön ve son testlerin uygulanması, üç hafta derslerin yapılması, bir hafta mülakat) 6 hafta ile sınırlıdır.

5. Araştırmaya katılan öğrencilerin yaşları 16 ve 18 arasındadır.

5. SONUÇLAR

Bu çalışmada ortaya konulan hipotezler SPSS11 bilgisayar programı kullanılarak $\alpha=0.05$ anlamlılık düzeyinde test edildi. Hipotezleri test etmek için korelasyon, t-testi ve ANCOVA analizi kullanıldı.

5.1 Sonuçlar

Tablo 6 da deney ve kontrol gruplarına uygulanan MDGT, ÖBT, KDK-i, KDKT-s, TT-i, BT ve DKTdy testlerinden alınan puanlar ve t-testi sonuçları gösterilmektedir.

Tablo 6: Deney ve Kontrol Gruplarına Uygulanan Testlerin t-Testi Sonuçları.

Uygulanan Testler	Deney Grubu			Kontrol Grubu			t	p
	N	$\bar{X}$	ss	N	$\bar{X}$	ss		
MDGT	22	15,045	2,319	22	17,454	1,625	-3,990	0,000*
ÖBT	22	21,727	2,208	22	20,954	3,512	0,874	0,388

KDKT-i	22	14,591	6,193	22	13,954	5,516	0,360	0,721
KDKT-s	22	39,000	5,136	22	26,909	7,432	6,278	0,000*
TT-i	22	75,727	6,416	22	76,045	10,214	-0,124	0,902
TT-s	22	81,545	6,435	22	78,500	11,062	1,116	0,272
BT	22	6,500	1,185	22	7,045	0,722	-1,843	0,074
DKTdy	22	29,909	1,571	22	20,454	1,845	18,303	0,000*

Analiz sonuçları, deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ÖBT, KDKT-i ve TT-i puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını göstermektedir. MDGT puanlarına göre, kontrol grubu ile deney grubu arasında kontrol grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır. Öğrencilerin Mantıksal düşünme yeteneklerinin, kimyasal dengeyi anlayabilmesi için gerekli ön bilgilerinin, kimya dersine olan tutumlarının ve kimyasal dengeyle ilgili ön bilgilerinin, kimyasal dengeyle ilgili kavramsal başarıları üzerine etkisinin olduğu düşünüldüğünden bu değişkenler kontrol altına alındı.

Testlerden elde edilen puanlara ANCOVA analizinin uygulanabilmesi için, grupları içi regresyon eğimleri eşit olmalı, ortak değişken ile bağımsız değişken arasında doğrusal bir ilişki olmalı, grupların her biri için bağımlı değişkenlere ait puanlar normal dağılım göstermeli, varyansları eşit olmalı ve ortalama puanları karşılaştırılacak örneklem ilişkisi olmalıdır (Büyüköztürk, 2002). Bağımlı değişken olan KDKT varyanslarının eşit olup olmadığını göstermek için Levene testi, kullanıldı. Analiz sonuçları Tablo 7’de gösterilmiştir.

Tablo 7: Levene Testi.

Bağımlı değişken	sd1	sd2	F	p
KDKT-s	1	42	1,656	0,205

Tablo 7’de görüldüğü gibi levene istatistiği anlamlı değildir. Bunun anlamı deneysel ve kontrol gruplarının KDKT ile ilgili varyansları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur ($p > 0,05$), yani varyansları eşittir.

Regrasyon doğrularının eğimlerinin eşit olup olmadığını belirlemek için ise kimyasal dengeyle ilgili kavramsal başarı üzerine yöntemxMDGT ($F = 0,101$, $p = 0,753$), yöntemxÖBT ($F = 0,182$, $p = 0,672$), yöntemxKDKT-i ($F = 0,360$, $p = 0,552$) ve yöntemxTT-i ($F = 0,167$, $p = 0,685$) etkilerinin anlamlı olup olmadığı kontrol edildi. P değerleri 0,05 den büyük olduğundan bu değişkenlerin regrasyon eğimleri eşittir.

Deney ve kontrol gruplarına uygulanan testlerin normal dağılım gösterip göstermediği ise “tek grup Kolmogorov-Smirnov Testi” ile belirlendi. Analiz sonuçlarına göre gruplara uygulanan testlerin normal dağılım gösterdiği belirlendi. Ancak kontrol grubuna uygulana BT normal dağılım sergilemediğinden kavramsal başarı-algoritmik başarı ve tutum arasındaki korelasyona bakılırken Spearman rho korelasyonu kullanılacaktır.

Tablo 8: Tek Grup Kolmogorov-Smirnov Test Sonuçları.

	Deney Grubu				Kontrol Grubu			
	N	$\bar{x}$	SS	p	N	$\bar{x}$	SS	p
MDGT	22	15,045	2,319	0,629	22	17,454	1,625	0,782
ÖBT	22	21,727	2,207	0,781	22	20,954	3,511	0,919
KDKT-i	22	14,590	6,192	0,515	22	13,945	5,516	0,996
KDKT-s	22	39,000	5,136	0,563	22	26,909	7,431	0,785
TT-i	22	75,727	6,415	0,588	22	76,045	10,214	0,985
TT-s	22	81,545	6,434	0,890	22	78,500	11,061	0,992
BT	22	6,500	1,185	0,292	22	7,045	0,722	0,013

Kavramsal değişim metnlerinin kullanıldığı yapılandırmacı yaklaşımın ve ders kitaplarının kullanıldığı geleneksel öğretim yaklaşımının öğrencilerinin kimyasal dengeyle ilgili kavramsal başarıları üzerine etkilerini ortaya koymak için, öğrencilerin kavramsal başarılarına etki ettiği düşünölen; ÖBT, MDGT, KDKT-i ve TT-i bağımsız değişkenleri kontrol altına alınarak, öğrencilerin kimyasal dengeyle ilgili kavramsal başarılarına etkilerini görmek amacıyla ANCOVA analizi kullanıldı. Analiz sonuçları Tablo 9’da gösterilmiştir.

Tablo 9: Deney ve Kontrol Gruplarının KDKT-s Puanlarıyla İlgili ANCOVA Sonuçları.

Varyansın Kaynağı		ΣX^2	sd	$\overline{X^2}$	F	p	η^2
Kovaryantlar	MDGT	127,296	1	127,296	5,265	0,027*	0,122
	ÖBT	229,675	1	229,675	9,499	0,004*	0,200
	KDKT-i	14,691	1	14,691	0,608	0,441	0,016
	TT-i	20,680	1	20,680	0,855	0,361	0,022
YÖNTEM		1359,285	1	1359,285	56,218	0,000*	0,597
Hata		918,791	38	24,179			
Toplam		51106,000	44				

$R^2 = 0,723$ (Düzeltilmiş $R^2 = 0,687$)

Tablo 9’un sonuçlarına göre kavramsal değişim metnlerinin kullanıldığı yapılandırmacı yaklaşımın ve ders kitaplarının kullanıldığı geleneksel öğretim yaklaşımına göre öğrencilerin kimyasal dengeyle ilgili kavramsal başarıları üzerinde daha etkili olduğu sonucuna varıldı. Diğer bir ifadeyle kavramsal değişim metinleri geleneksel ders kitaplarına göre öğrencilerin kimyasal dengeyle ilgili kavramları anlamalarında daha etkilidir.

Grupların kavramsal başarı, algoritmik başarı ve kimya dersine olan tutumları arasında anlamlı bir ilişkinin olup olmadığını kontrol etmek için ise korelasyon kullanılmıştır. Sonuçlar Tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 10: Kavramsal Başarı, Algoritmik Başarı ve Tutum Arasındaki İlişki.

Spearman's rho	TT-s		KDKT-s	TT-s	BT
		r	0,350	1,000	0,097
		p	0,020	,	0,530
		N	44	44	44

Öğrencilerin tutumları ile kavramsal algılamaları arasında orta düzeyde ve pozitif bir ilişki vardır ($r=0,35$). Yani kimya dersine tutumları yüksek olan öğrencilerin kimyasal denge ile ilgili kavramsal başarıları da yüksektir. Ama tutum ile algoritmik başarı arasında bir ilişki gözlenmemiştir.

5.2 Hipotez 1'in Test Edilmesi

Lise 2. sınıf öğrencilerinin kimyasal dengeyle ilgili kavramsal başarıları üzerine, öğrencilerin mantıksal düşünme yeteneklerinin anlamlı bir etkisi yoktur.

Tablo 11: Deney ve Kontrol Grubunun MDGT t-Testi Sonuçları.

	GRUP	N	$\bar{x}$	SS	t	p
MDGT	DENEY	22	15,045	2,3192	-3,990	0,000*
	KONTROL	22	17,454	1,6250		

Tablo 11'deki t-testi sonuçlarına bakıldığında kontrol grubunun mantıksal düşünme yetenekleri puanlarının deneysel gruptan daha yüksek olduğu görülebilir. Deney ve kontrol grupları arasında mantıksal düşünme yetenekleri açısından kontrol grubunun lehine istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır. Bu verilere göre kontrol grubu mantıksal düşünme yeteneği açısından deneysel gruptan daha iyidir. Deneysel gruptaki öğrencilerin %50'si soyut, %50 geçiş döneminde iken kontrol grubundaki öğrencilerin tamamı soyut düşünme yeteneğine sahiptir.

Hipotezi 1'i test etmek amacıyla; öğrencilerin ÖBT, MDGT, KDKT-ilk ve TT-i puanları kontrol altına alınarak KDKT-s ile ölçülen kavramsal başarıları üzerine öğretim yaklaşımlarının etkisini belirlemek için ANCOVA analizi yapıldı. ANCOVA analizinin sonuçlarına (Tablo 9) göre öğrencilerin mantıksal düşünme yeteneklerinin kimyasal denge ile ilgili kavramsal başarıları üzerine anlamlı bir katkısı vardır. $p=0,027$ dir. $p<0,05$ olduğundan bu hipotez reddedildi.

5.3. Hipotez 2'nin Test Edilmesi

Lise 2. sınıf öğrencilerinin kimyasal dengeyle ilgili kavramsal başarıları üzerine, öğrencilerin kimyasal dengeyi anlayabilmesi için gerekli önbilgilerinin anlamlı bir katkısı yoktur.

Tablo 12: Deney ve Kontrol Grubunun ÖBT t-Testi Sonuçları.

	GRUP	N	$\bar{x}$	SS	t	p
ÖBT	DENEY	22	21,727	2,2078	0,874	0,388
	KONTROL	22	20,954	3,5116		

Tablo 12'deki t-testi sonuçlarına bakıldığında deney grubunun ÖBT puanlarının kontrol grubundan daha yüksek olduğu görülebilir. Fakat deney ve

kontrol grupları arasında ÖBT puanları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur. Bu sonuca göre de kontrol ve deney grubundaki öğrencilerin kimyasal denge ile ilgili kavramları anlamaları için gerekli ön bilgilerinin aynı düzeyde olduğu söylenebilir.

Hipotezi 2'yi test etmek amacıyla; öğrencilerin ÖBT, MDGT, KDKT-ilk ve TT-i puanları kontrol altına alınarak KDKT-s ile ölçülen kavramsal başarıları üzerine öğretim yaklaşımlarının etkisini belirlemek için ANCOVA analizi yapıldı. ANCOVA analizinin sonuçlarına (Tablo 9) göre öğrencilerin ön bilgilerinin kimyasal denge ile ilgili kavramsal başarıları üzerine anlamlı bir katkısı vardır. $p=0,004$ dür. $P<0.05$ olduğundan bu hipotez reddedildi.

5.4. Hipotez 3'ün Test Edilmesi

Lise 2. sınıf öğrencilerinin kimyasal dengeyle ilgili kavramsal başarıları üzerine, öğrencilerin kimyasal denge ile ilgili ön bilgilerinin anlamlı bir katkısı yoktur.

Tablo 13: Deney ve Kontrol Grubunun KDKT-i t-Testi Sonuçları.

	GRUP	N	$\bar{x}$	SS	t	p
KDKT-i	DENEY	22	14,591	6,1926	0,360	0,721
	KONTROL	22	13,954	5,5160		

Tablo 13'deki KDKT-i ile ilgili t-testi sonuçlarına bakıldığında deney grubunun KDKT-i puanlarının kontrol grubundan daha yüksek olduğu görülebilir. Fakat deney ve kontrol grupları arasında KDKT-i puanları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur. Bu sonuca göre de kontrol ve deney grubundaki öğrencilerin kimyasal denge ile ilgili ön bilgilerinin aynı düzeyde olduğu söylenebilir.

Hipotez 3'ü test etmek amacıyla; öğrencilerin ÖBT, MDGT, KDKT-ilk ve TT-i puanları kontrol altına alınarak KDKT-s ile ölçülen kavramsal başarıları üzerine öğretim yaklaşımlarının etkisini belirlemek için ANCOVA analizi yapıldı. ANCOVA analizinin sonuçlarına (Tablo 9) göre öğrencilerin kimyasal denge ile ilgili önbilgilerinin kimyasal denge ile ilgili kavramsal başarıları üzerine anlamlı bir katkısı yoktur. $p=0,613$ dır. $p>0.05$ olduğundan bu hipotez kabul edildi.

5.5. Hipotez 4'ün Test Edilmesi

Lise 2. sınıf öğrencilerinin kavramsal başarıları, algoritmik başarıları ve kimya dersine olan tutumları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki yoktur.

Tablo 10'a göre öğrencilerin kimya dersine olan tutumları ile kavramsal başarıları arasında orta düzeyde ve pozitif bir ilişki vardır ($r=0,35$). Yani kimya dersine tutumları yüksek olan öğrencilerin kimyasal denge ile ilgili kavramsal başarıları da yüksektir. $p=0,020$ dır. $p<0.05$ olduğundan bu hipotez reddedildi. Öğrencilerin tutumları ile kavramsal algılamaları arasında anlamlı bir ilişki varken aynı öğrencilerin tutumları ile algoritmik başarıları arasında anlamlı bir ilişki yoktur.

5.6. Hipotez 5'in Test Edilmesi

Lise 2. sınıf öğrencilerinin, mantıksal düşünme yetenekleri, kimyasal dengeyle ilgili önbilgileri, kimyasal dengeyi anlayabilmeleri için gerekli önbilgileri ve kimya dersine olan tutumları kontrol altına alındığında, kavramsal değişim metinlerinin kullanıldığı yapılandırmacı yaklaşımın ve ders kitaplarının kullanıldığı geleneksel öğretim yaklaşımın kimyasal denge ile ilgili kavramsal başarıları üzerine anlamlı bir katkısı yoktur.

Bu hipotezi test etmek amacıyla; öğrencilerin ÖBT, MDGT, KDKT-i ve TT-i puanları kontrol altına alınarak KDKT-s ile ölçülen kavramsal başarıları üzerine öğretim yaklaşımlarının etkisini belirlemek için ANCOVA analizi yapıldı. ANCOVA analizinin sonuçlarına (Tablo 9) göre kavramsal değişim metinlerinin kullanıldığı yapılandırmacı yaklaşımın ve ders kitaplarının kullanıldığı geleneksel öğretim yaklaşımına göre öğrencilerin kimyasal dengeyle ilgili kavramsal başarılarında daha etkili olduğu sonucu çıkarılır. $p=0,000$ dır. $p<0.05$ olduğundan bu hipotez reddedildi.

Tablo 3'e göre bağımlı değişken olan kimyasal denge ile ilgili kavramsal başarı üzerine etki eden faktörlerin % 68,3'ü araştırmada kullanılan bağımsız değişkenler tarafından açıklanmıştır. Eta-kare değeri değişkenler arasındaki ilişkinin gücünü karşılaştırmada kullanılan bir korelasyon katsayısıdır ve bağımsız değişkenin bağımlı değişken üzerinde ne derece etkili olduğunu gösterir. Tablo 3 deki eta-kare değerine bakıldığında, öğrencilerin kimyasal dengeyle ilgili kavramsal başarılarındaki değişimin % 59,7'si uygulanan yöntem tarafından, % 12,2'si mantıksal düşünme yetenekleri tarafından, %20'si önbilgileri tarafından açıklanmıştır.

5.7. Kimyasal Denge ile İlgili Kavram Testi Sonuçlarının Analizi

KDKT her iki gruptaki öğrencilere hem ilk test hem de son test olarak uygulandı. Test kimyasal dengeyle ilgili; sistemin dengeye yaklaşması, denge durumu, sıcaklık ve derişimdeki değişme, inert gaz ve katalizör ilavesi durumunda meydana gelen değişmelerle ilgili öğrencilerin yanlış kavramalarını ve kavramsal değişimlerini belirlemek amacıyla uygulandı. Analiz sonuçlarına göre kavramsal değişim metinlerinin kullanıldığı yapılandırmacı yaklaşım, ders kitaplarının kullanıldığı geleneksel öğretim yaklaşımına göre öğrencilerin kimyasal dengeyle ilgili kavramların anlaşılmasında istatistiksel olarak daha etkilidir (Tablo 9).

Öğrencilerin kimyasal dengeyle ilgili yanlış kavramaları üç şekilde belirlendi. Birincisi öğrencilere uygulanan KDKT sonuçlarına göre öğrencilerin yanlış kavramaları belirlendi (Tablo 14). Bu tabloda her bir soru için kontrol ve deney grubundaki öğrencilerin yanlış kavrama yüzdeleri, kontrol ve deney grubundaki toplam yanlış kavrama yüzdesi ve yanlış kavrama yüzdesi %14 ve daha yüksek oranda olan yanlış kavramalar gösterildi.



Tablo 14: Deney Grubu (DG) ve Kontrol Grubu (KG) Öğrencilerinin KDKT-s Analizi.

YANLIŞ KAVRAMALAR				
SORU	KG %	DG %		DG %
1			Bir denge reaksiyonunda girenlerden herhangi birinin tamamen bitip bitmeyeceği stokiyometrik katsayılara bakılarak bulunur. Kimyasal eşitlikten de görüldüğü gibi NO den 2 mol harcanırken Cl₂ den 1 mol harcanır ve NO derişimi ürünlerin derişimine eşit olurken Cl₂ derişimi daha az azalır. (b1) Bir reaksiyonun başlangıcından dengeye ulaşıncaya kadar girenlerin derişimi azalırken ürünlerin derişimi artar ve dengede derişimler eşit olur. (c5)	a1 10,5 0,0
				a5 5,3 0,0
				b1 47,4 5,0
				b5 0,0 10,0
				c5 15,8 0,0
2				d1 5,3 10,0
				d2 5,3 5,0
				d5* 10,5 70,0
				a1 4,8 0,0
				b1 4,8 0,0
3				d3* 81,0 100,0
				d4 9,5 0,0
				c3 4,8 0,0
				d1 14,3 0,0
				d2 4,8 4,8
4				d3* 76,2 95,2
				a3 0,0 4,8
				a4* 19,0 57,1

			Bir reaksiyonun denge sabiti büyük ise, geri yöndeki reaksiyon hızı ileri yöndeki reaksiyon hızından büyüktür. Çünkü geri yöndeki reaksiyon hızı büyükse ürün derişimi fazla demektir. (d5)	a5	33,3	19,0
				b2	9,5	0,0
				b5	4,8	0,0
				c3	4,8	0,0
				c4	0,0	4,8
				d4	0,0	4,8
				d5	28,6	9,5
5	81	66,7	Bir denge reaksiyonunda sistem dengede değilken, $Q > K_d$ olduğu durumda, ürünlerin derişimi girenlerin derişiminden büyük olduğundan ileri yöndeki reaksiyon hızı geri yöndeki reaksiyon hızından büyüktür. (b2)	b2	52,4	38,1
				b3*	19,0	33,3
				b5	4,8	0,0
			Bir denge reaksiyonunda sistem dengede değilken, $Q > K_d$ olduğu durumda, girenlerin derişimi ürün derişiminden büyüktür. dolayısıyla ileri yöndeki reaksiyon hızı geri yöndeki reaksiyon hızından büyüktür. (c2)	c2	19,0	14,3
				c3	4,8	14,3
6	5	-		c4*	95,0	100,0
				d4	5,0	0,0
7	5	-		a3*	95,0	100,0
				b1	5,0	0,0
8	-	-		c3*	100,0	100,0
				a1	4,8	0,0
9	9,5	4,8		a3	4,8	0,0
				b3*	90,5	95,2
				c3	0,0	4,8
10	81	14,3	Dengede olan bir reaksiyonda, girenlerdeki türlerden birinin derişimi artırıldığı anda (giren ilave ederek) geri yöndeki reaksiyon hızı değişmez. Çünkü sıcaklık değişmediğinden reaksiyon hızı değişmez. (a1)	a1	19,0	0,0
				a3*	19,0	85,7

			Dengede olan bir reaksiyonda girenlerdeki türlerden birinin derişimi artırıldığı anda (giren ilave ederek) denge sola kayacağı için geri yöndeki reaksiyon hızı artar. (b5)	a5	4,8	0,0
				b5	19,0	9,5
				c3	4,8	0,0
			Dengede olan bir reaksiyonda girenlerdeki türlerden birinin derişimi artırıldığı anda (giren ilave ederek) denge sola kayacağı için geri yöndeki reaksiyon hızı azalır. (c4)	c4	33,3	4,8
11	47,6	14,3	Dengede olan bir reaksiyonda girenlerdeki türlerden birinin derişimi artırıldığı anda (giren ilave ederek) ileri yöndeki reaksiyon hızı, geri yöndeki reaksiyon hızından büyük olur. Çünkü girenlerden birinin derişimi artırılrsa sistem bu değişimdeki artışın etkisini azaltmak için daha çok ürün oluşturmaya çalışır. Ürün derişimi arttığı için de geri yöndeki reaksiyon hızı ileri yöndeki reaksiyon hızından büyük olur. (b5)	a1	4,8	0,0
				b2*	52,4	85,7
				b3	0,0	4,8
				b5	33,3	9,5
				c3	4,8	0,0
				c5	4,8	0,0
12	38,1	9,5	Dengede olan bir reaksiyona girenlerdeki türlerden biri ilave edildikten sonra denge bozulur bir süre sonra sistem yeniden dengeye ulaştığında, ilk denge ile yeniden kurulan dengenin reaksiyon hızları aynıdır. Çünkü yeniden dengenin kurulması için ileri ve geri yöndeki reaksiyon hızları ilk dengedeki gibi olmalıdır. (b1)	a3	9,5	0,0
				a4*	61,9	90,5
				b1	23,8	9,5
				b5	4,8	0,0
13	30	-		a1	5,0	0,0
				a2	5,0	0,0
				b2	10,0	0,0
				b4	10,0	0,0
				c3*	70,0	100,0
14	38,1	9,5	Ekzotermik ve dengede olan bir reaksiyonda sıcaklık aniden artırıldıktan sonra sistem yeniden dengeye ulaştığı zaman girenlerdeki türlerin derişimi ilk dengedeki değerinden daha küçük olacaktır. Çünkü sıcaklık artışı sonucu taneciklerin kinetik enerjisi artar. Kinetik enerjinin artması sonucu daha çok çarpışma olur, daha çok ürün oluşur. daha çok ürün	a3	0,0	4,8
				a4	33,3	0,0
				b1	4,8	0,0

		oluşturduğu için girenlerin derişimi azalır. (a4)		b2	0,0	4,8
				c3*	61,9	90,5
15	33,3	4,8	Ekzotermik ve dengede olan bir reaksiyonda sıcaklık aniden artırıldıktan sonra sistem yeniden dengeye ulaştığı zaman girenlerdeki türlerin derişimi ilk dengedeki değerinden daha küçük olacaktır. Çünkü sıcaklık artışı sonucu taneciklerin kinetik enerjisi artar. Kinetik enerjinin artması sonucu daha çok çarpışma olur, daha çok ürün oluşur. daha çok ürün oluştuğu için girenlerin derişimi azalır. (a4)	a4	28,6	0,0
				b3*	66,7	95,2
				c1	4,8	0,0
				c2	0,0	4,8
16	47,6	4,8	Ekzotermik ve dengede olan bir reaksiyonda sıcaklık aniden artırıldıktan sonra sistem yeniden dengeye ulaştığı zaman ürünlerin derişimi ilk dengedeki değerinden daha büyük olacaktır. Çünkü sıcaklık artışı sonucu taneciklerin kinetik enerjisi artar. Daha çok çarpışma olduğu için daha çok ürün oluşur ve ürün derişimi artar. (c4)	a3*	52,4	95,2
				b1	4,8	0,0
				b2	0,0	4,8
				c4	42,9	0,0
17	71,4	28,6	Ekzotermik ve dengede olan bir reaksiyonda sıcaklık aniden yükseltildiği anda ileri yöndeki reaksiyon hızı azalır. Çünkü ekzotermik bir reaksiyonda sıcaklık artışı ileri yöndeki reaksiyon hızını azaltırken geri yöndeki reaksiyon hızını artırır. (b1)	a2	4,8	0,0
				b1	61,9	28,6
				c1	4,8	0,0
				c3*	28,6	71,4
18	76,2	38,1	Ekzotermik ve dengede olan bir reaksiyonda sıcaklık aniden yükseltildiği anda geri yöndeki reaksiyon hızı artar Çünkü ekzotermik bir reaksiyonda sıcaklık artışı ileri yöndeki reaksiyon hızını azaltırken geri yöndeki reaksiyon hızını artırır. (b1)	b1	61,9	33,3
				b2	4,8	0,0
				b3*	23,8	61,9
				c1	9,5	0,0
				c3	0,0	4,8
19	47,6	80	Ekzotermik ve dengede olan bir reaksiyonda sıcaklık aniden yükseltildiği anda ileri yöndeki reaksiyon hızı geri yöndeki reaksiyon hızından büyük olacaktır. Çünkü sıcaklık artışı taneciklerin kinetik enerjilerini attırdığı için ileri yöndeki reaksiyon hızı geri yöndeki reaksiyon hızından büyüktür. (b3)	a1	9,5	0,0
				b1	4,8	0,0
				b3	28,6	0,0
				c2*	52,4	20,0

						c3	4,8	80,0
					Ekzotermik ve dengede olan bir reaksiyonda sıcaklık aniden artırıldıktan sonra sistem yeniden dengeye geldiği zaman yeni kurulan dengenin ileri ve geri yöndeki reaksiyon hızları, ilk dengedeki değerlerine eşit olacaktır. Çünkü ikisi de aynı denge olduğu için hızlar açısından bir fark yoktur. İkisinin de ileri ve geri yöndeki reaksiyon hızları aynıdır. (b1)	a3	4,8	0,0
20	42,9	14,3			Yeni dengedeki ileri ve geri yöndeki reaksiyon hızları ilk dengedeki değerlerinden daha küçük olacaktır. Çünkü ekzotermik bir reaksiyonda sıcaklık artışı sistemi girenler yönüne kaydıracağı için ileri ve geri yöndeki reaksiyon hızlarını azaltır (c3)	a4*	57,1	85,7
						b1	28,6	0,0
						c3	9,5	14,3
					Ekzotermik ve dengede olan bir reaksiyonda sıcaklık aniden artırıldıktan sonra sistem yeniden dengeye geldiği zaman denge sabitinin değeri ilk dengedeki değerinden daha büyük olacaktır. Çünkü sıcaklık artışı sonucu reaksiyon hızı artar ve daha çok ürün oluştuğu için denge sabitinin değeri artar. (a2)	a2	14,3	0,0
21	28,6	-				a4	9,5	0,0
						b3*	71,4	100,0
						c1	4,8	0,0
						a1	4,8	0,0
22	14,3	9,5				b2*	85,7	90,5
						c3	0,0	4,8
						c5	9,5	4,8
					$2\text{NO(g)} + \text{Cl}_2\text{(g)} \rightleftharpoons 2\text{NOCl(g)} + \text{enerji}$	a1	9,5	0,0
					Sabit sıcaklıkta dengede olan yukarıdaki reaksiyonda sistemin hacmi azaltıldıktan sonra sistem yeniden dengeye geldiği zaman NO in derişimi hacmin azaltıldığı andaki değerinden daha büyük olacaktır. Çünkü hacim azaltılırsa sistem mol sayısı az olan yönden çok olan yöne doğru kayar. Yani NO derişimi artar. (a4)	a2	4,8	9,5
23	38,1	19				a4	14,3	9,5
						b3	4,8	0,0
						c1*	61,9	81,0
						c4	4,8	0,0
24	28,6	23,8			Sabit sıcaklıkta dengede olan yukarıda verilen reaksiyonda sistemin hacmi azaltıldıktan sonra sistem yeniden dengeye geldiği zaman Cl ₂ derişimi hacmin azaltıldığı andaki değerinden daha büyük olacaktır. Çünkü hacim azalması sonucu	a1*	71,4	76,2
						b1	4,8	0,0

			derişim azaldığı için sistem derişimdeki bu azalışın etkisini artıracak yönde hareket edeceği için sola kayacak ve Cl_2 derişimi artacaktır. (b2)	b2	0,0	14,3
			Cl_2 derişimi hacmin azaldığı andaki değerinden daha büyük olacaktır. Çünkü hacim azaltılırsa sistem mol sayısı az olan yönden çok olan yöne doğru kayar. Yani Cl_2 derişimi artar. (b4)	b4	14,3	9,5
			Sabit sıcaklıkta dengede olan yukarıda verilen reaksiyonda sistemin hacmi azaltıldıktan sonra sistem yeniden dengeye geldiği zaman $NOCl$ 'ün derişimi hacmin azaldığı andaki değerinden daha küçük olacaktır. Çünkü hacim azalması ile derişim azaldığı için sistem derişimdeki bu azalışın etkisini artıracak yönde hareket edecek ve $NOCl$ derişimi azalacaktır. (b2)	c3	9,5	0,0
25	42,9	23,8	$NOCl$ 'ün derişimi hacmin azaldığı andaki değerinden daha küçük olacaktır. Çünkü hacim azaltılırsa sistem mol sayısı az olan yönden çok olan yöne doğru kayacağı için $NOCl$ derişimi azalır. (b4)	a1*	57,1	76,2
				a2	9,5	0,0
				b2	9,5	19,0
				b4	14,3	4,8
				c3	9,5	0,0
26	19	4,8	Sabit sıcaklıkta dengede olan bir reaksiyonda sistemin hacmi aniden azaldığı anda ileri yöndeki reaksiyon hızı azalır. Çünkü hacmin azalması sonucu birim hacimdeki tanecik sayısı azaldığı için ileri yöndeki reaksiyon hızı azalır. (c4)	a1	4,8	0,0
				b3*	81,0	95,2
				c4	14,3	4,8
27	38,1	9,5	Sabit sıcaklıkta dengede olan bir reaksiyonda sistemin hacmi aniden azaldığı anda geri yöndeki reaksiyon hızı değişmez. Çünkü sıcaklık ve mol sayısı değişmediği için reaksiyon hızı değişmez. (a1)	a1	19,0	0,0
				b3*	61,9	90,5
				c3	4,8	0,0
				c4	14,3	9,5
28	33,3	4,8	Sabit sıcaklıkta dengede olan bir reaksiyonda sistemin hacmi aniden azaldığı anda ileri yöndeki reaksiyon hızı geri yöndeki reaksiyonun hızından daha küçük olacaktır. Çünkü hacim azalması sonucu birim hacimdeki tanecik sayısı azaldığı için ileri yöndeki reaksiyon hızı geri yöndeki reaksiyon hızından daha küçük olur. (b2)	a1	4,8	4,8
				a4	4,8	0,0
				a5	4,8	0,0
				b2	19,0	0,0

				c3*	66,7	95,2
29	35	-	Sabit sıcaklıkta dengede olan bir reaksiyonda sistemin hacmi aniden azaltıldıktan sonra sistem yeniden dengeye geldiği zaman ileri ve geri yöndeki reaksiyon hızları ilk dengedeki değerlerine eşit olacaktır. Çünkü aynı reaksiyon olduğu için ileri ve geri yöndeki reaksiyon hızları da aynıdır. (a1)	a1	15,0	0,0
				a2	5,0	0,0
				a5	5,0	0,0
				b3*	65,0	100,0
				c3	5,0	0,0
30	40	4,8	Sabit sıcaklıkta dengede olan bir reaksiyonda sistemin hacmi aniden azaltıldıktan sonra sistem yeniden dengeye geldiği zaman denge sabitinin değeri ilk dengedeki değerinden daha büyük olacaktır. Çünkü hacim azaltılırsa derişim artar. Denge sabiti de derişimler oranı olduğu için artar. (a1)	c5	5,0	0,0
				a1	30,0	4,8
				a4	10,0	0,0
				c3*	60,0	95,2
31	42,9	28,6	Dengede olan bir reaksiyonda sıcaklık, basınç ve hacim sabitken sisteme katalizör ilave edildiği anda ileri yöndeki reaksiyon hızı değişmez. Çünkü dengeye ulaşmış bir sisteme katalizör ilavesi reaksiyon hızlarını etkilemez. (a4)	a4	14,3	28,6
				a5	4,8	0,0
				c2	9,5	0,0
				c5	4,8	0,0
				d1	4,8	0,0
				d2	4,8	0,0
				d5*	57,1	71,4
32	28,6	33,3	Dengede olan bir reaksiyonda sıcaklık, basınç ve hacim sabitken sisteme katalizör ilave edildiği anda geri yöndeki reaksiyon hızı değişmez. Çünkü dengeye ulaşmış bir sisteme katalizör ilavesi reaksiyon hızlarını etkilemez. (a4)	a4	14,3	28,6
				b2	9,5	0,0
				c3	0,0	4,8
				c5*	71,4	66,7
				d2	4,8	0,0
33	52,4	33,3	Dengede olan bir reaksiyonda sıcaklık, basınç ve hacim sabitken sisteme katalizör ilave edildiği zaman ileri yöndeki reaksiyon hızı geri yöndeki reaksiyon hızına eşit olacaktır. Çünkü dengeye ulaşmış bir sisteme katalizör ilavesi reaksiyon	a3	4,8	0,0
				a4	19,0	28,6

			hızlarını etkilemez. (a4)		a5*	47,6	66,7
					b1	9,5	0,0
					b2	4,8	0,0
					c3	4,8	4,8
					d2	4,8	0,0
					d5	4,8	0,0
34	9,5	4,8			b2*	90,5	95,2
					b4	0,0	4,8
					d2	9,5	0,0
35	9,5	-			a1	4,8	0,0
					c2	4,8	0,0
					d2*	90,5	100,0
36	4,8	-			b4	4,8	0,0
					c2*	95,2	100,0
					b4*	90,5	90,5
					c1	4,8	0,0
37	9,5	9,5			c3	0,0	4,8
					c4	4,8	4,8
					a1	23,8	0,0
					a2	14,3	0,0
					a3	4,8	0,0
38	47,6	-			b5	4,8	0,0
					c4*	52,4	100,0

39	71,4	23,8	Sabit sıcaklıkta dengede olan yukarıda verilen reaksiyona inert gaz ilave edildikten sonra sistem yeniden dengeye ulaştığı zaman NO derişimi inert gaz ilave edildiği andaki değerinden daha küçük olacaktır. Çünkü sabit basınçta inert gaz ilavesi hacmin artmasına ve derişimlerin azalmasına neden olur. Sistem derişimdeki bu azalmanın etkisini gidermek için ürünler yönüne kaydığı için NO derişimi azalır. (a4)	a3	0,0	4,8
				a4	33,3	19,0
				b3*	28,6	76,2
				c1	14,3	0,0
				c2	19,0	0,0
				c5	4,8	0,0
40	71,4	33,3	Sabit sıcaklıkta dengede olan yukarıda verilen reaksiyona inert gaz ilave edildikten sonra sistem yeniden dengeye ulaştığı zaman Cl ₂ derişimi inert gaz ilave edildiği andaki değerinden daha küçük olacaktır. Çünkü sabit basınçta inert gaz ilavesi hacmin artmasına ve derişimlerin azalmasına neden olur. Dolayısıyla Cl ₂ derişimi azalır. (b4)	a3*	28,6	66,7
				b3	0,0	4,8
				b4	33,3	28,6
				c1	14,3	0,0
				c2	19,0	0,0
				c5	4,8	0,0
41	61,9	19	Sabit sıcaklıkta dengede olan yukarıda verilen reaksiyona inert gaz ilave edildikten sonra sistem yeniden dengeye ulaştığı zaman NOCl derişimi inert gaz ilave edildiği andaki değerinden daha büyük olacaktır. Çünkü sabit basınçta inert gaz ilavesi hacmin artmasına ve derişimlerin azalmasına neden olur. Dolayısıyla NOCl derişimi azalır. (b4)	a3*	38,1	81,0
				a4	0,0	4,8
				b3	4,8	0,0
				b4	19,0	9,5

			girmediği için derişimler değişmez. (c1)	c1	14,3	0,0
			NOCl derişimi inert gaz ilave edildiği andaki değerine eşit olacaktır. inert gaz ilavesi sabit basınçta yapıılıyor. Basınçta değişme olmadığı için derişimler değişmez. (c2)	c2	19,0	4,8
				c5	4,8	0,0
42	61,9	-	Dengede olan bir reaksiyonda sıcaklık ve basınç sabitken sisteme inert gaz ilave edildiği anda ileri yändeeki reaksiyonun hızı değişmez. Çünkü inert gaz dengedeki türlerle reaksiyona girmediği için derişimler değişmez. (a1)	a1	28,6	0,0
				a2	9,5	0,0
				a3	4,8	0,0
				a4	4,8	0,0
				b4*	38,1	100,0
				c2	4,8	0,0
				c4	4,8	0,0
				c5	4,8	0,0
43	57,1	4,8	Dengede olan bir reaksiyonda sıcaklık ve basınç sabitken sisteme inert gaz ilave edildiği anda geri yändeeki reaksiyonun hızı değişmez. Çünkü inert gaz dengedeki türlerle reaksiyona girmediği için derişimler değişmez. (a1)	a1	23,8	0,0
				a2	19,0	0,0
				a3	4,8	0,0
			Dengede olan bir reaksiyonda sıcaklık ve basınç sabitken sisteme inert gaz ilave edildiği anda geri yändeeki reaksiyonun hızı değişmez. Çünkü inert gaz ilavesi dengedeki türlerin derişimlerini değiştirmez. (a2)	b5	9,5	4,8
				c4*	42,9	95,2
44	71,4	9,5	Dengede olan reaksiyonda bir sıcaklık ve basınç sabitken sisteme inert gaz ilave edildiği anda ileri yändeeki reaksiyonun hızı geri yändeeki reaksiyon hızına eşit olacaktır. Çünkü inert gaz dengedeki türlerle reaksiyona girmediği için reaksiyonun hızını etkilemez. (a1)	a1	23,8	0,0
				a2	19,0	0,0
			İleri ve geri yändeeki reaksiyon hızı geri yändeeki reaksiyon hızına eşit olacaktır. Çünkü inert gaz dengedeki türlerin derişimlerini değiştirmediği için reaksiyon hızını etkilemez. (a2)	b3	23,8	9,5

			İleri ve geri yöndeki reaksiyon hızı geri yöndeki reaksiyon hızından büyük olacaktır. Çünkü inert gaz ilavesi hacmin artmasına ve derişimlerin azalmasına neden olur. Sistem derişimlerdeki azalmanın etkisini artıracak yönde hareket edeceği için ileri yöndeki reaksiyon hızı geri yöndeki reaksiyon hızından daha büyük olur. (b3)	b4	4,8	0,0
			Dengede olan reaksiyonda sıcaklık ve basınç sabitken sisteme inert gaz ilave edildikten sonra siysem yeniden dengeye ulaştığı zaman yeni kurulan dengenin ileri ve geri yöndeki reaksiyon hızları ilk dengedeki değerlerine eşit olacaktır. Çünkü inert gaz dengedeki türlerle reaksiyona girmedeği için reaksiyon hızlarını etkilemez. (a2)	a1	4,8	0,0
45	57,1	-	Yeni kurulan dengenin ileri ve geri yöndeki reaksiyon hızları ilk dengedeki değerlerine daha büyük olacaktır. Çünkü inert gaz ilavesi hacmin artmasına neden olur. Hacim artışı da türlerin derişimini artırdığı için reaksiyon hızları artar. (b4)	a2	38,1	0,0
			Dengede olan reaksiyonda sıcaklık ve basınç sabitken sisteme inert gaz ilave edildikten sonra siysem yeniden dengeye ulaştığı zaman yeni den kurulan dengenin denge sabitinin değeri ilk dengedeki değerinden daha küçük olacaktır. Çünkü inert gaz ilavesi türlerin derişimlerinin azalmasına neden olduğu için denge sabitinin değeri azalır. (a2)	b4	14,3	0,0
46	65	4,8	Yeni kurulan dengenin denge sabitinin değeri ilk dengedeki değerine eşittir. Çünkü inert gaz dengedeki türlerle reaksiyona girmedeği için denge sabitinin değeri değışmez. (c3)	c3*	42,9	100,0
				a2	30,0	4,8
				b1	10,0	0,0
				c2	5,0	0,0
				c3	20,0	0,0
				c4*	35,0	95,2

* Doğru cevapları göstermektedir.

Ayrıca öğrenciler uygulanan KDKT sonuçlarına göre deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin ilk ve son testteki kimyasal denge kavramları ile ilgili yanlış kavramaları ve öğretim sonunda bu yanlış kavramalarında meydana gelen değişimler Tablo 15’de verilmiştir. Tablo soru bazında deney ve kontrol gruplarının yanlış kavramalarındaki değişimi göstermektedir. Tablo incelendiğinde kavramsal değişim metinlerinin kullanıldığı yapılandırmacı yaklaşımın, öğrencilerin kimyasal dengeyle ilgili kavramsal değişimleri açısından, ders kitaplarının kullanıldığı geleneksel öğretim yaklaşımına göre daha iyi olduğu görülebilir.

Tablo 15: DG ve KG Öğrencilerinin Kimyasal Dengeyle İlgili Yanlış Kavramaları ve Kavramsal Değişimleri.

	Deney grubundaki ilk ve son testteki yanlış kavramaların sayısı		Kontrol grubundaki ilk ve son testteki yanlış kavramaların sayısı		Deney ve kontrol gruplarındaki Kavramsal değişim			
					Deney Grubu		Kontrol Grubu	
soru	KDKT-i	KDKT-s	KDKT-i	KDKT-s	Frekans	Yüzde	Frekans	Yüzde
1	19	6	17	17	13	65	0	0
2	10	0	12	4	10	50	8	40
3	13	1	11	4	12	60	7	35
4	10	9	17	17	1	5	0	0
5	17	13	19	16	4	20	3	15
6	14	0	13	2	14	70	11	55
7	15	0	16	2	15	75	14	70
8	13	1	14	0	12	60	14	70
9	10	1	12	1	9	45	11	55
10	17	3	15	17	14	70	-2	-
11	11	2	16	10	9	45	6	30
12	19	2	19	8	17	85	11	55
13	11	1	16	7	10	50	9	45
14	19	2	20	8	17	85	12	60
15	18	1	16	7	17	85	9	45
16	16	1	18	10	15	75	8	40
17	9	6	11	14	3	15	-3	-
18	16	8	16	14	8	40	2	10
19	16	16	17	10	0	0	7	35

20	19	3	19	8	16	80	11	55
21	20	1	15	6	19	95	9	45
22	8	2	9	3	6	30	6	30
23	16	4	11	8	12	60	3	15
24	15	5	11	6	10	50	5	25
25	12	5	11	9	7	35	2	10
26	8	1	7	4	7	35	3	15
27	13	2	9	8	11	55	1	5
28	11	1	12	7	10	50	5	25
29	13	0	13	8	13	65	5	25
30	9	1	8	9	8	40	-1	-
31	8	5	8	9	3	15	-1	-
32	11	6	12	6	5	25	6	30
33	11	6	12	11	5	25	1	5
34	11	1	11	2	10	50	9	45
35	10	0	11	2	10	50	9	45
36	11	0	12	1	11	55	11	55
37	6	1	12	2	5	25	10	50
38	12	0	17	10	12	60	7	35
39	17	5	15	15	12	60	0	0
40	18	7	19	15	11	55	4	20
41	17	4	16	13	13	65	3	15
42	16	0	18	13	16	80	5	25
43	13	1	16	12	12	60	4	20
44	16	2	16	15	14	70	1	5
45	14	0	19	12	14	70	7	35
46	13	1	15	14	12	60	1	5

İkincisi ise çalışmanın sonunda öğrencilerle mülakat yapıldı. Mülakata seçilen öğrenciler KDKT'inden aldıkları puanlara göre belirlendi. Mülakatın örneklemini tam olarak yansıtabilmesi için KDKT'inden yüksek, orta ve düşük puan alan öğrenciler seçildi. Deney grubunda 9 (3 yüksek +3 orta +3 düşük Puan alan) ve deney grubundan 9 (3 yüksek +3 orta +3 düşük Puan alan) öğrenci olmak üzere toplam 18 öğrenci ile mülakat yapıldı. Mülakatlardaki amaç, öğrencilerin homojen heterojen dengeyle ilgi bakış açıları, derişim, katı ve sıvı ilavesi durumunda denge

durumunun bu durumdan etkilenip etkilenmeyeceği, hızlarda ve denge sabitinin sayısal değerinde bir değişme beklenip beklenmeyeceği, kimyasal eşitlikte var olan fakat denge sabiti ifadesinde yer almayan türlerin siteme ilavesi durumunda sitemin bu durumdan etkileyip etkilemeyeceği, denge durumu yalnızca derişimdeki veya sıcaklıktaki bir değişme ile değişmesine rağmen öğrenciler Le Chatelier prensibini algoritmik olarak kullanarak etki-tepki durumu gibi düşüncelerindeki değişim ve denge sabitinin sayısal değeri, girenlerdeki ve ürünlerdeki türlerin sayısına bağlı olarak değişip değişmeyeceği ile ilgili fikirlerini derinlemesine incelemek amacıyla yapılmıştır.

Üçüncüsü ise öğrencilerin ve öğretmenlerin kimyasal dengeyle ilgili yanlış kavramalarını karşılaştırmak amacıyla, hem öğrencilere hem de öğretmenlere 32 sorudan oluşan doğru-yanlış formatındaki sorular soruldu. Sorulara verdikleri cevaplara göre yanlış kavramalar belirlendi. Tablo 16 öğretmenlerin, deney grubu ve kontrol grubu öğrencilerinin kimyasal dengeyle ilgili soru bazında her bir soruya verilen doğru cevap sayısını ve başarı yüzdesini göstermektedir.

Tablo 16: Öğretmen, DG ve KG Öğrencilerinin Dktdy İlgili Her Bir Soru için Verdikleri Doğru Cevap Sayısı ve Başarı Yüzdesi.

Soru Sayısı	Deney Grubu		Kontrol Grubu		Öğretmen	
	Doğru cevap sayısı	Başarı Yüzdesi	Doğru cevap sayısı	Başarı Yüzdesi	Doğru cevap sayısı	Başarı Yüzdesi
1	22	100	20	95	18	75
2	22	100	20	95	24	100
3	22	100	21	100	24	100
4	22	100	17	81	23	96
5	22	100	13	62	20	83
6	22	100	19	90	18	75
7	22	100	20	95	22	92
8	21	95	14	67	17	71
9	22	100	14	67	15	63

10	20	91	3	14	16	67
11	19	86	4	19	16	67
12	18	82	2	10	12	50
13	22	100	8	38	19	79
14	22	100	18	86	21	88
15	22	100	21	100	21	88
16	22	100	19	90	23	96
17	22	100	18	86	18	75
18	22	100	21	100	23	96
19	22	100	12	57	18	75
20	17	77	2	10	10	42
21	7	32	4	19	6	25
22	20	91	18	86	10	42
23	22	100	17	81	14	58
24	22	100	18	86	22	92
25	15	68	4	19	14	58
26	18	82	11	52	21	88
27	22	100	16	76	21	88
28	22	100	16	76	22	92
29	21	95	14	67	21	88
30	22	100	12	57	19	79
31	22	100	4	19	9	38
32	20	91	7	33	15	63

Tablo 16 incelendiğinde kavramsal değişim metinlerini kullanan öğrencilerin kavramsal başarılarının öğretmenlerden ve kontrol grubundan yüksek olduğu görülebilir. Deney grubu öğrencilerinin başarılı olmasındaki nedenlerden biri de dersler işlenirken çürütme metinlerinin kullanılmasıdır. Çünkü çürütme metinleriyle öğrenci hem o konudaki yanlış kavramalardan haberdar olur hem de bu yanlış kavramaların çürütülmesi sırasında neden yanlış olduğunu öğrenir. Tablo 17’de her bir öğretmen veya öğrencinin 32 sorudan oluşan testteki bireysel başarılarını, yani testte yaptıkları toplam doğru cevap sayısı ve başarı yüzdesi kıyaslanmıştır.

Tablo 17: Her Bir Öğretmen veya Öğrencinin DKTDy ile İlgili Bireysel Başarıları.

Öğrenci/ öğretmen	Deney Grubu		Kontrol Grubu		Öğretmen	
	Doğru cevap sayısı	yüzde	Doğru cevap sayısı	yüzde	Doğru cevap sayısı	yüzde
1	31	97	19	59	23	72
2	31	97	22	69	18	56
3	31	97	20	63	22	69
4	31	97	21	66	15	47
5	28	88	22	69	26	81
6	31	97	20	63	21	66
7	31	97	21	66	28	88
8	28	88	17	53	25	78
9	31	97	19	59	27	84
10	29	91	19	59	25	78
11	30	94	21	66	22	69
12	26	81	17	53	21	66
13	30	94	22	69	23	72
14	31	97	24	75	19	59
15	32	100	19	59	29	91
16	31	97	21	66	21	66
17	31	97	22	69	32	100
18	28	88	20	63	23	72
19	28	88	21	66	30	94
20	28	88	22	69	27	84
21	31	97	18	56	24	75
22	30	94			30	94
23					19	59
24					22	69

Tablo 17 incelendiğinde her öğrenci ve öğretmenin bireysel başarıları görülebilir. Deney grubu öğrencileri toplam 32 sorudan 26 ile 32 arasında değişen oranlarda doğru cevaplarken bu durum kontrol grubunda 17 ile 24 arasında, öğretmenlerde ise 15 ile 32 arasında değişmektedir.

5.8. Mülakat Analizleri

Uygulamanın sonunda deney ve kontrol grubundan toplam 18 öğrenciyle mülakat yapıldı. Bu mülakattaki amaç daha çok ekte verilen mülakat sorularıyla ilgili öğrencilerin episod ve önermelerini belirlemektir. Öğrencilerin kimyasal dengeyle ilgili imajları, dengenin tanecikli doğasıyla ilgili fikirleri mastır çalışması sırasında tespit edildiğinden bu çalışmada yapılmamıştır.

Aşağıda öğrencilerle yapılan mülakatlardan seçilen öğrencilerin episodları (E) ve önermeleri (Ö) verilmiştir.

Kireç gördün mü ve nasıl oluştuğu hakkında bilgin var mı?

- E: Kireç gördüm, taş şeklinde, beyaz renkli, badana yaptım, suya konulunca kaynadığını ve elle dokunulmaması gerektiğini biliyorum.
- E: Gördüm beyaz renkli kayalardan oluşuyordu ama nasıl.... hatırlamıyorum.
- E: Kireç hakkında sadece CaCO_3 dan oluştuğunu biliyorum.
- E: Kireç gördüm beyaz renkliydi, kullandım badana yaptım. İlk başta taşı suya koyuyor bekletiyorlardı, bu arada herhalde kimyasal reaksiyon oluyordu.
- E: Kireç gördüm beyaz renkli, 8. sınıfta çaydanlığa attıktan sonra suyun ısındığını görmüştük. Çocuklar şişenin içine koyuyorlardı sonra patlatıyorlardı oradan hatırlıyorum. Kirecin nasıl oluştuğuyla ilgili bilgim yok.
- E: Kireç gördüm beyaz renkliydi inşaatlar yapılırken merak edip dokunmuştum.
- E: Kireç gördüm beyaz renklidir. Daha çok babam badana yaparken gördüm.

Kapalı bir kaba bir miktar CaCO_3 konulduktan sonra ısıtılmaya başlanıyor ne olmasını beklersiniz?

Ö: CaO ve CO_2 gazının oluşmasını beklerim. Bu oluşma sitem dengeye ulaşınca kadar devam eder. Yani ileri yöndeki reaksiyon hızı ile geri yöndeki reaksiyon hızı eşit oluncaya kadar artar.

Ö: Denge sabitine bağlı olarak CaO ve CO_2 gazı oluşur. Başlangıçta bu türler yoktu.

Reaksiyonun başlangıcından sistem dengeye ulaşınca kadar dengedeki türlerin miktarında ve derişimlerinde bir değişme bekler misiniz?

Ö: Başlangıçtan dengeye ulaşınca kadar CaCO_3 'ün miktarı azalır bu arada CaO ve CO_2 gazının miktarları artar. Ama bu artış sürekli olmaz girenlerin ürünlere dönüşme hızı, ürünlerin girenlere dönüşme hızına eşit oluncaya kadar devam eder.

Ö: CaCO_3 ve CaO derişimim değişmez. Çünkü katıların derişimi sabittir. CO_2 gazının derişimim ise artar. Hacim sabit dengeye ulaşınca kadarda CO_2 gazının miktarı artacağından derişimi artar.

Ö: Burada CaCO_3 katısının miktarı azalırken hacmi de azaldığı için derişimi sabit kalıyor ama miktarı değişiyor. CO_2 gazının derişimi gazlar bulundukları kabın hacmini kapladıkları için değişir. İlk başta az miktardaydı sonra CO_2 gazı arttığı için derişim de artar.

Ö: Dengeye ulaşınca kadar CaCO_3 miktarı azalır CaO ve CO_2 gazının miktarları artar. Dengede bu türlerin miktarı değişmez. Derişimleri ise CaCO_3 azalırken CaO ve CO_2 ise artar.

Ö: Katıların derişimi tabii ki var hacimleri ile birlikte mol sayıları değiştiği için derişimleri sabittir.

Ö: Katıların derişimi olmaz. Aslında katıların derişimi vardır da denge reaksiyonuna almayız.

Ö: Katı ve sıvıların derişimi yoktur olsa alınırdı herhalde.

Ö: Katı ve sıvıların derişimi birdir. Dengeyi etkilemezler.

Ö: Katıların derişimi yoktur. Derişim hacimle ilgilidir. Birim hacimdeki madde miktarıdır. Sıvı ve katıların hacmi değişmediğinden derişimleri de değişmez.

Ö: Derişim; bir kabın içindeki maddenin kabın hacmine oranıdır.

Sistem dengeye ulaştığı zaman kaba bir miktar CaO ilave edilirse dengedeki türlerin derişimi ile ilgili ne söyleyebilirsiniz? Neden?

- Ö: CaO ilave edildiği zaman sistem bu değişimden etkilenmez. Çünkü CaO ilavesi ile CaO in derişimi değişmez. Derişim değişmediği için de denge etkilenmez.
- Ö: Ortama CaO ilave edilince sistem bu değişimden etkilenmez. Derişimler değişmediği için denge değişmez, sadece CaO in dengedeki miktarı artar.
- Ö: Ortama CaO ilave edilince sistem bu değişimden etkilenmez. Çünkü katıların derişimi yoktur. Eğer CaCO_3 ilave edilseydi CaO ve CO_2 gazının miktarları artardı. (dengeye ürün ilavesi etkilemez ama giren ilave edilirse etkilenir.)
- Ö: CaO ilave edilince sistem eklenen maddenin etkisini azaltmak için denge girenler yönüne kayar. Bu durumda CaCO_3 ın derişimi artar, CaO derişimi önce artar sonra azalır ama ilk değerinden daha büyüktür, CO_2 gazının derişimide azalacaktır... Aslında derişim değişmediği için denge bozulmaz... değişir herhalde ... kararsız kaldım.
- Ö: sisteme CaO toz halinde ilave edilirse derişim artacak, denge girenler yönüne kayacaktır.
- Ö: sisteme CaO ilave edilince sistem eklenen maddenin etkisini azaltmak için denge girenler yönüne kayar. Bu durumda CaCO_3 ın derişimi artar, CaO derişimi önce artar sonra azalır ama ilk değerinden daha büyüktür CO_2 gazının derişimi ise azalır.

Kaba bir miktar CaO ilave edildikten sonra ileri ve geri yöndeki reaksiyon hızları hakkında ne söyleyebilirsiniz? Neden?

- Ö: CaO sisteme ilave edildiği zaman hızlar değişebilir... yok ama derişimler değişmediği için hızlarda değişmez.
- Ö: CaO toz halinde ilave edilirse hızlar artacaktır. Madde eklenince çarpışma oranı artacak dolayısıyla ileri ve geri yöndeki hızlar artacaktır.
- Ö: Madde ilave edildiği için yeni kurulan dengenin hızları ilk dengeden daha fazladır.

- Ö: Önce ileri yöndeki reaksiyon hızı olur sonra geri yöndeki reaksiyon hızı olur. Sonra eşitlenirler.
- Ö: CaO in toz halinde ilave edilmesi reaksiyon hızını artırır çünkü temas yüzeyi artar.
- Ö: Önce ileri yöndeki reaksiyon oluyor sonra bir yandan da geri yöndeki reaksiyon oluyor sonra bir yerlerde eşit olunca da duruyorlar diye düşünüyorum.

Sistem dengede iken reaksiyon kabına bir miktar CaO toz haline getirilerek ilave edilirse denge bu durumdan etkilenir miydi? Neden?

- Ö: Toz haline getirmek yüzey alanını genişlettiği için hızı artırır... ama hızları etkilemez derişimleri sabittir.
- Ö: Toz haline getirilip konulsa da fark etmez. Katıların derişimi sabittir. Katı tozda olsa katı yine katıdır.
- Ö: Katının toz haline getirilmesi yüzeyi genişlettiği için hızı artırır dolayısıyla CaO toz halinde ilave edilince hız artar.
- Ö: CaO toz veya büyük külçe olarak ilave edilmesi reaksiyon hızını etkiler. Toz haline getirilirse reaksiyon hızı artar.

Sistem dengede iken ortama CaCO_3 ilave edilirse ne olmasını beklersiniz?

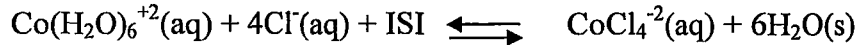
- Ö: Sisteme CaCO_3 ilave edilince derişimler değişmediği için sistem bu değişimden etkilenmez.
- Ö: Sisteme CaCO_3 ilave edilirse CaO ve CO_2 gazının miktarı artar.
- Ö: Sisteme CaCO_3 ilave edilirse CO_2 gazının derişimi artar denge sabiti artmaz ama bu tepkimede artar... evet artar.
- Ö: Sisteme CaCO_3 ilavesi CO_2 gazının derişimin artırır. Bu durumda denge sabiti artacaktır.

- Ö: Dengedeki sisteme CaCO_3 ilave edilirse CO_2 gazının derişimi artacaktır. Bu durumda K_d artacaktır. Böyledir bence.... Kafam karıştı bu konuda çok şaşıyorum. Normal mantığımla bildiklerim uyuşmuyor.
- Ö: Denge sabiti değişmez. Denge sabiti yalnız sıcaklıkla değişir.
- Ö: CaCO_3 ilavesi ile derişimler değişmediğinden denge bu değişimden etkilenmez. Denge sabiti değişmez. Ortamdan CaO çekilse de sonuç yine aynıdır.
- Ö: Ortama CaCO_3 ilavesi ile daha çok CO_2 gazı oluşur. denge sabiti artıyor görünüyor ama... eklenen madde ile değişmiyordu... o zaman denge sabiti artmamalı. Ama biz denge sabitinin yalnız sıcaklıkla değiştiğini görmüştük bu durumda bir ikilem yaşıyorum.
- Ö: Denge sabiti sadece sıcaklıkla değişirdi o zaman yanlış oldu CO_2 gazının derişiminin artmaması lazım ikileme düştüm. Bana göre ileri ve geri yöndeki hızlar artar denge sabiti değişmez.
- Ö: CaO ilave edilince denge sabiti değişmez. Çünkü CaO in derişimi artmış CO_2 gazının ise azalmış, CaCO_3 ise artmıştır oran değişmediği için denge sabiti değişmez.
- Ö: İlk başta katıların denge sabiti ifadesine yazılmayacağını düşünüyordum sadece CO_2 kaldığı için sanırım diğerleri de (CaCO_3 ve CaO) denge sabiti ifadesine yazılmalıdır.
- Ö: Denge sabiti ifadesini yazmasını unuttum hatırlayamadım.
- Ö: Denge sabitine katılar alınır derişimleri değişmediğinden bu değerler K_d nin içinde yer alırlar.
- Ö: Katıların derişimi sabit olduğu için onlar zaten denge sabiti değerinin içinde yer alırlar.
- Ö: Katılar denge sabiti ifadesinde yer alır ama sabit olduğu için denge sabiti tarafındadır.
- Ö: Katılar ve sıvılar dengeye katılmazlar nedenini bilmiyorum böyle öğrendim.
- Ö: Katılar denge sabitine alınmadığını biliyorum ama nedenini bilmiyorum.
- Ö: Katıları neden denge sabiti ifadesine almadım... 2 ile 2 yi toplayınca dört eder kimse neden diye sormaz buda böyledir.
- Ö: Denge sabitinde yer almayan türlerin miktarındaki değişme dengeyi etkilemez. Çünkü değeri sabit oramı değiştirmiyor.

Ö: Sıvılar denge sabiti ifadesine alınmaz. Çünkü suyu artırırsak hem mol sayısı hemde hacmi arttığı için derişimi değişmez.

Ö: Sıvılar denge sabiti ifadesine alınmaz ama nedenini bilmiyorum.

Ö: Denge sabitine sıvılar alınmaz onlarında derişimi sabittir.



Ö: Sisteme su ilavesi hacmi değiştirdiğı için türlerin derişimi azalır. Derişim değiştirdiğı için sistem girenler yönüne kayar.

Ö: Sisteme su ilavesi dengeyi etkilemez. çünkü su ürünler tarafındadır. Su girenler tarafında olsa etkilerdi.

Ö: Ortama su ilavesi suyun derişimini artırır.

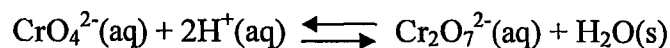
Ö: Su ilave edilirse derişimler azalır sistem bu derişimdeki azalmanın etkisini gidermek için girenler yönüne kayar.

Ö: Sistem girenler yönüne kaydığı için denge sabiti azalır.

Ö: Su ilave edilince denge bu değişimden etkilenmez. Çünkü denge sabiti ifadesinde yer almıyor... aslında etkilenir. Eklenen suyu azaltmak için sistem girenler yönüne kayar.

Ö: Su denge sabiti ifadesinde yer almadığından göre su ilavesiyle etkilenmez.

Bir miktar Na_2CrO_4 alınıp suda çözülürse aşağıdaki denge kurulur. 81g Na_2CrO_4 alınıp bir litre suda çözülerek 0,5 molarlık bir çözelti hazırlanıyor. Reaksiyon dengede iken dengede olan bu sisteme 0,5 M 50 mL Na_2CrO_4 ilave edilirse ne olmasını beklersiniz? Neden?



Ö: Sistem derişim değiştirdiğı zaman etkilenir. Burada derişimler değişmediğı için sistem bu değişimden etkilenmez.

Ö: Ortama 0,5 M CrO_4^{2-} ilave edilince kromat derişimi arttığından dolayı sistem ürünler yönüne kayar. Derişim arttığı için yeni kurulan dengenin hızları da artmıştır.

Ö: Ortama 0,5 M CrO_4^{2-} ilave edilince denge ürünler yönüne kayar su ve bikromatın derişimi artar.

Sistem dengeye ulaştığı zaman girenlerin kütlesi ve mol sayısı ürünlerin kütlesi ve mol sayısına eşit olur mu?

Ö: Denge ile kütle ve mol arasında böyle bir ilişki yok. Denge hızlarla ilgili bir durumdur.

Ö: Böyle bir şey söylenemez denge sadece hızların eşitliğidir.

Ö: Denge kütle ve mol sayısının eşitliği değildir. Denge girenlerin ürünlere dönüşmesi ile ürünlerin girenlere dönüşme hızlarının eşitliğidir. Denge sabiti ve ayrışma oranına bakılarak mol sayılarının eşit olup olmadığı bulunabilir ama mol sayısının eşitliği dengeye ulaştığını ifade etmez.

Ö: Girenlerin kütlesi ürünlerin kütesine eşit olur. Çünkü bu tepkimede (amonyağın oluşum tepkimesi) 28+6 gram girenlerde var 34 gram da ürünlerde vardır.

Ö: Dengede girenlerin kütlesi ürünlerin kütesine eşit olur. Sonuç olarak girenlerde ve ürünlerdeki H ve N sayıları aynıdır. Girenlerde 6 mol H var ürünlerde de 6 mol H var sonuçta eşit olur.

Ö: Bu tepkimede girenlerin mol sayısı ürünlerin mol sayısına eşit değildir. Çünkü 4 mol giren varken 2 mol ürün vardır.

Ö: Dengede girenlerin ve ürünlerin kütlesi eşittir. Eğer reaksiyon denkleminde girenlerin ve ürünlerin mol sayısı eşit ise dengeye ulaştığı zaman girenlerin mol sayısı ürünlerin mol sayısına eşit olur.

$H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons HI(g)$ böyle bir tepkimede girenlerin mol sayısı ürünlerin mol sayısına eşit olur mu? Neden?

Ö: Bu tepkimede de dengede mol sayıları eşit olabilirde olmayabilirde çünkü tepkime belirli oranlarda ayrışır bunu bilmeden bir şey söylenemez. Böyle bir şey söylemek için tepkime denklemini, denge sabitini ve ürünlerin mol sayısının bilinmesi gerekir.

Ö: Olabilir ama kesin değildir. Ne kadarının ürünlere dönüştüğünü veya ne kadarının harcandığını bilmeden bir şey söylenemez.

Ö: Böyle bir dengede girenlerin mol sayısı ürünlerin mol sayısına eşit olur. Çünkü 2 mol giren 2 mol da ürünler vardır.

$A(g) \rightleftharpoons B(g)$ tepkimesinin denge sabitinin kaç olmasını beklersiniz?

Ö: Birden büyük, bire eşit veya birden büyük olabilir. Bunu sadece tepkimeye bakarak karar veremeyiz, dönüşüm oranını bakarak karar verilir.

Ö: Bu tepkime ne kadar dönüştüğü hakkında bilgi vermez. Sadece A dan B'nin ve B den de A'nın oluştuğunu gösterir. Tepkimede ürünlerin derişimi az yada çok olabilir. Çünkü tepkime belli bir orana göre ayrılır.

Ö: Böyle bir tepkimede denge sabiti 1'e eşittir. Birden büyük veya küçük olamaz. Çünkü mol sayıları eşit dengede mol sayıları oranı olduğu için sonuç birdir.

Ö: Bir olmasını beklerim. Eşit mol sayılarında oldukları için dengede derişimlerinin de eşit olacağını düşünüyorum bu nedenle de denge sabiti 1 olabilir.

Ö: Dönüşüm oranına bağlı olduğu için her şey olabilir.

Ö: Denge sabiti 1 dir. İkisinin de mol sayıları eşit hacim sabit 1 mol A ve 1 mol B var dolayısıyla denge sabiti birdir.

Ö: Denge sabiti bir olur çünkü katsayılar birdir. Oranlarsan bir çıkar.

Ö: Denge sabitinin birden küçük olmalıdır. A Bden daha karalıdır. Çünkü A Bye dönüşüyor. Tüm sistemlerde girenler daha karalıdır diyemeyiz ama burada girenler daha karalıdır.

$2A(g) + B(g) \rightleftharpoons 4C(g) + 3D(g)$ denge sabiti K_1 ve $3F(g) + 5K(g) \rightleftharpoons 2E(g)$ tepkimesinin de denge sabiti K_2 olsun. Sadece bu tepkimelere bakarak bu iki tepkimenin denge sabitleri arasında bir fark olduğunu söyleyebilir misiniz?

Ö: Bunlar hakkında tepkimelere bakarak bir şey söylenemez. Derişimlerini bildiğimiz zaman söyleyebiliriz. Çünkü ne oranda dönüştüğünü bilmiyoruz.

Ö: K_1 daha büyük olabilir. Katsayılara bakarak düşündüm. Her biri x mol olsa birinci tepkimenin denge sabiti diğerinden büyük olur.

- Ö: Farklı reaksiyonlar olduğu için denge sabiti de farklıdır. Girenlerin ne kadarının ürünlere dönüştüğü bilinmeden bir şey söylenemez.
- Ö: Birinci tepkimenin denge sabiti daha büyüktür. Çünkü ürünlerin mol sayısı girenlere göre daha fazladır.
- Ö: Birinci dengenin denge sabitinin daha büyük olmasını beklerim çünkü derişimler hesaplanırken mol sayıları kullanılıyor. Birinci dengede ürünlerin mol sayısı daha fazladır. Denge sabiti de ürünlerin derişimi/girenlerin derişimi olduğu için K_1 daha büyüktür.
- Ö: Her birine x mol dersem buradan işlem yaparsam birinci tepkimenin denge sabiti daha büyük olur derim.
- Ö: Birinci tepkimenin denge sabiti daha büyüktür. Birinci tepkimede 7 mol ürün iki mol giren var. İkinci tepkimede 8 mol giren 2 mol ürün vardır. Birinci tepkime daha çok mol ürün oluşturduğu için K_d si daha büyüktür.
- Ö: Normal bizim günlük hayattan bildiğimiz dengeyle kimyasal denge karışıyor yaptığım doğrumu yanlış mı onu bilmiyorum.

Uygulanan yaklaşımla ilgili öğrenci fikirleri

Bu dersler alışılmışın dışındaydı sayısal ağırlıklı ve ezbere dayalı değildi daha çok yoruma dayalıydı. Normal derslerde bizim düşünmemize fırsat verilmeden bu böyledir denildi. Bu derslerde ise bizim düşünmemize fırsatlar verildi.

Daha önce ezbere dayalı hesap yapıyorduk. Bu derste ise neyi neden yaptığımızı öğrenmeye çalışıyoruz.

Bu ders daha görsel olduğu için daha kalıcı oldu. Dersler daha düşündürücü ve önceki öğrendiklerimizle bağlantı kurulması yapılıyor.

Yapılan mülakatların sonucunda öğrencilerin bir çok yanlış kavramalara sahip olduğu görüldü. Anacak kontrol grubu öğrencilerinin yanlış kavrama oranları deney grubuna göre daha yüksektir. Bu çalışmada tespit edilen yanlış kavramalar 9 madde halinde gruplandırıldı. Bunlar; (1) Bir reaksiyonda girenlerin ne kadarının ürünlere

dönüşüp dönüşmediğini göz önüne almadan eğer ürünlerin mol sayısı girenlerden büyük ise bu tepkimenin denge sabiti ürünlerdeki mol sayısı az olan başka bir tepkimeden daha büyüktür. (2) Katı ve sıvıların derişimleri yoktur veya birdir. (3) Dengede olan sisteme katı ilave edilince katının derişimi artar veya ortamdan katı uzaklaştırılırsa derişimi azalır. (4) Katı ilavesi durumunda derişimler değişmediği için dengeyi etkilemez diyen öğrenciler katı toz haline getirildiği zaman denge durumu bu değişimden etkilenir, temas yüzeyi arttığı için reaksiyon hızı artar. (5) Dengede olan sisteme girenlerden birinin ilave edilmesi ürün derişimini artırdığı için denge sabiti artar. (6) Le Chatelier prensibinin bir etki tepki durumu gibi algılayıp buna göre sonucu yorumladılar. Bir litre 0,5 M Na_2CrO_4 çözeltisine 50 mL 0,5 M Na_2CrO_4 daha ilave edilirse sistem ürünler yönüne kayar. Çünkü girenler tarafına Na_2CrO_4 ilave edilirse sistem bu etkiyi azaltmak için ürünler tarafına kayar yorumu yapılmıştır. (7) Sistem dengeye ulaştığında girenlerin kütleri ürünlerin kütlesine eşittir. Çünkü maddenin korunumu kanununa göre bu reaksiyona girenlerin kütlesi ürünlerin kütlesine eşittir şeklinde açıklamışlardır. (8) Reaksiyon dengeye ulaştığı zaman girenlerin mol sayısı ürünlerin mol sayısına eşit olup olamayacağı reaksiyondaki stokiyometrik katsayıları bağlıdır. (9) $\text{A(g)} \rightleftharpoons \text{B(g)}$ böyle bir tepkimenin denge sabiti 1 dir. Çünkü kapalı bir kap olduğundan hacim sabit ve her iki gazında derişimi 1 mol olduğundan denge sabiti birdir.

6. TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Çalışmanın bu bölümünde Sonuçlar, Tartışma ve gelecekteki araştırmalar için Öneriler yer almaktadır.

6.1. Sonuçlar

Bu çalışmanın amacı; öğrencilerin kimyasal denge ile ilgili kavramları anlamalarını kolaylaştıracak ve yanlış kavramaların oluşmasını azaltacak kavramsal değişim metinleri hazırlamak ve öğrencilerin ÖBT, MDGT, KDKT-ilk ve TT puanları kontrol altına alındığında, lise 2. sınıf öğrencilerinin kimyasal denge ile ilgili kavramsal başarıları üzerine kavramsal değişim metnlerinin kullanıldığı yapılandırmacı yaklaşımın ve ders kitaplarının kullanıldığı geleneksel öğretim yaklaşımının etkilerini karşılaştırmaktır.

Öğrencilerin kimyasal dengeyle ilgili kavramsal başarılarını ve kavramsal değişimlerini test etmek için ÖBT, MDGT, TT-i, KDKT-i, ve KDKT testleri deney ve kontrol gruplarına uygulandı. Gruplara uygulanan uygulamalar arasındaki tek fark uygulanan öğretim yaklaşımlarıydı. Deney grubuna kavramsal değişim metnlerinin kullanıldığı yapılandırmacı yaklaşım, kontrol grubuna ise ders kitaplarının kullanıldığı geleneksel öğretim yaklaşımı uygulandı. Fakat öğrencilerin kimyasal dengeyi anlayabilmeleri için gerekli önbilgileri, mantıksal düşünme yetenekleri, kimya dersine olan tutumları ve kimyasal dengeyle ilgili önbilgileri, kimyasal dengeyle ilgili kavramsal başarılarını etkileyeceğinden bu testlerden elde edilen puanlar kontrol altına alındı. Analiz sonuçlarına göre deney grubu ile kontrol grubu öğrencilerinin MDGT haricinde diğer testlerden aldıkları öntest puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur. Kontrol grubun MDGT puan ortalamaları deney grubundan anlamlı derecede yüksektir. Buna rağmen deney ve kontrol grubu öğrencilerinin uygulamadan sonraki kimyasal dengeyle ilgili kavramsal başarıları arasında deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır. Bu fark, deney grubuna uygulanan kavramsal değişim metnlerinin kullanıldığı yapılandırmacı yaklaşımdan kaynaklanmaktadır.

Geleneksel öğretim yaklaşımının uygulandığı kontrol grubunda genellikle fen ders kitaplarında görülen kavramların sunumu yapılırken, kavramsal değişim metnlerinin kullanıldığı yapılandırmacı yaklaşımın uygulandığı grupta ise öğrencilerin önbilgileri belirlendi, belirlenen yanlış kavramalar öğretim teknikleri kullanılarak düzeltildi. Bunun yanında öğrencilerin kimyasal dengeyle ilgili yanlış

kavramaları bilindiğinden bu yanlış kavramaların yerine bilimsel olarak kabul edilen kavramların geçmesi için, yani kavramsal değişimin sağlanması Posner ve başk. (1982) tarafından önerilen gerekli dört şart göz önüne alınarak öğretim faaliyetlerine devam edildi. Öğrencilerin var olan yanlış kavramalarından rahatsızlık duyması için “TGA” kullanıldı. Bu aşamada çürütme metinleri de kullanıldı. Bu metinler kullanılırken yanlış kavrama tahtaya bilgisayar yardımıyla yansıtıldı. Bu ifade hakkında ne düşünüldüğü soruldu. Düşüncelerinin nedeni yargılama yapılmadan açıklamaları istendi. Sonra tahtaya “bu ifade yanlıştır, doğrusu şu şekilde olmalıydı” şeklinde yansıtıldı. “Çünkü” şeklinde bir açıklamayla doğru olarak sunulan fikir desteklendi. Yeni sunulan kavramın anlaşılabilir olması için analogi, makul olması için kavram haritaları ve verimli olması için ise yeni kavramı kullanarak çözmesi gereken bir problem kullanıldı.

Öğretmen ve öğrencilerin kimyasal dengeyle ilgili yanlış kavramaları karşılaştırıldığında, deney grubu öğrencilerinin kavramsal başarıları, kontrol grubu ve öğretmenlerden daha iyi olduğu gözlemlendi (deney grubu öğrencileri bazı sorularda öğretmenlerden daha iyi bazılarında ise eşit kavramsal düzeye sahiptir). Bu bulgu Banerjee’nin (1991) öğretmen ve öğrencilerin kimyasal dengeyle yaptığı yanlış kavramalarını tespit ettiği çalışmayla örtüşüyor. Deney grubu öğrencilerinin kavramsal başarılarının yüksek olmasının nedeni, deney grubuna uygulanan öğretim yaklaşımı ve ders materyalidir (özellikle çürütme metinleridir). Çünkü bu metinlerde öğrenciler kimyasal dengeyle ilgili hangi yanlış kavramaların olduğunu, bunların nedenleri hakkında bilgi sahibi olmaktadır. Chambers ve Andre (1997), Alvermann ve Hynd (1989), Guzzetti ve başk., (1997) çürütme metinlerinin öğrencilerde daha iyi bir kavramsal algılamaya yol açtığını tepsil etmişlerdir.

Mantıksal düşünme yeteneği fen kavramlarının anlaşılmasında önemli bir paya sahiptir. Lise 2. sınıf fen derslerinde işlenen kimyasal denge kavramları, soyut kavramlardır ve öğrencilerin bu kavramları anlayabilmesi için mantıksal düşünme yeteneği açısından soyut işlem döneminde olmasını gerektirir. Algılamaları fiziksel deneyime ve gözlenebilir özelliklere bağlı olan öğrenciler fen kavramlarının çoğunu

zor ve anlaşılmaz bulurlar. Bu aşamada analogilerin kullanılması, soyut kavramları somut örneklere benzeterek açıkladığından öğrencinin kavramsal algılamasını kolaylaştıracaktır. Çalışmanın sonucunda öğrencilerin kimyasal dengeyle kavramsal başarılarında mantıksal düşünme yeteneğinin istatistiksel olarak anlamlı bir katkısı olduğu tespit edildi. Bu bulgu Krajik ve Honey, (1987); Chiapetta ve Russell, (1982) öğrencilerin mantıksal düşünme yeteneği ile farklı fen konularındaki performansları arasında pozitif bir ilişkinin olduğunu belirttiği çalışma sonuçlarıyla örtüşmektedir.

Öğrencilerin önbilgilerinin kimyasal dengeyle ilgili kavramsal başarılarına anlamlı bir katkısı vardır. Yapılan bir çok araştırmada öğrencilerin önbilgilerinin, öğrenme sürecinde ve performansında belirleyici bir etkiye sahip olduğu belirtilmiştir (Ausubel, 1968; Dochy, 1992; weinert, 1989; aktaran, Wolfgang;; Vosniadou,, Carretero, 1999).

Öğrencilerin kavramsal algılama ile tutumları arasında orta derecede pozitif bir ilişkinin olduğu tespit edilmiştir. Bu bulguya göre deney grubuna uygulanan kavramsal değişim metinlerinin öğrencilerin kavramsal algılamaları üzerinde pozitif bir etkisinin olduğunu göstermiştir.

6.2. Tartışmalar

1. Yeni öğretim yaklaşımlarının doğmasının nedeni mevcut öğretim yaklaşımlarının öğrencilerdeki yanlış kavramaları ortadan kaldıramamasıdır. Kavramsal değişim metinlerinin kullanıldığı yapılandırmacı yaklaşım, ders kitaplarının kullanıldığı geleneksel öğretim yaklaşımına göre öğrencilerin kimyasal dengeyle ilgili kavramsal başarılarında daha yüksek bir artışa neden oldu. Kavramsal değişim metinlerinin ders materyali olarak sınıflarda kullanılması, geleneksel olarak hazırlanan ders kitaplarına göre öğrencilerin kavramsal başarılarında daha iyi sonuç verecektir. Çünkü kavramsal değişim yaklaşımına göre, öğrenci var olan yanlış

kavramalarından rahatsızlık duyması sağlandıktan sonra yeni kavramın sunumuyla bu rahatsızlık durumu ortadan kaldırılır. Ancak öğrenci yeni kavramın sunumundan tatmin olabilmesi için yeni kavram anlaşılabilir, makul ve verimli olmalıdır. Öğretmenler öğrencilerin var olan kavramlarından rahatsızlık duyulmasını sağlamak için TGA tekniğini, yeni kavramın anlaşılabilir olması için, analogileri, makul olması için kavram haritası oluşturma tekniklerini kullanabilirler. Yeni kavramın verimli olması içinde yeni kavramı kullanarak çözebileceği bir problemle karşılaştırılabilir. Bu durumda yeni kavramın problemlerine çözüm olduğunu görmesini sağlamada yardımcı olur.

2. Kavramsal değişim metinlerinin kullanıldığı yapılandırmacı yaklaşım, ders kitaplarının kullanıldığı geleneksel öğretim yaklaşımına göre öğrencilerde kimyasal dengeyle ilgili kavramsal değişimi sağlamada daha başarılıdır. Kavramsal değişim metinleri geleneksel ders kitaplarına göre kavramsal değişimi sağlamada daha etkindir. Hem deney hem de kontrol grubu öğrencileri ilk ve son testlerle belirlenen kimyasal dengeyle ilgili yanlış kavramalarında bir değişim sağladılar. Fakat deney grubu öğrencilerinin kavramsal değişimi kontrol grubuna göre daha iyidir (Tablo 15).

3. Anlamlı öğrenmeyi sağlamak için öğrencilerin yanlış kavramalarının belirlenmesi ve bu yanlış kavramalarının giderilmesi önemlidir. Hiçbir öğrenci var olan kavramsal algılamasının bir takım problemleri çözmede işe yaramadığını görmeden bu düşünceden vazgeçmez. Bazen işe yaramadığı ispat edilse bile bu durumun tesadüf olduğunu düşünür ve başka örneklerle de desteklenmesini ister. Öğrencinin var olan yanlış kavramalarından rahatsızlık duymasının en iyi yolu TGA tekniğinin kullanılmasıdır. Bu teknikte öğrenci kendine sunulan problem durumuyla ilgili bir tahminde bulunmak ve tahminin nedenini yazmak durumundadır. Bu aşamada öğrenci önbilgilerini kullanarak aktif hale getirir. İkinci aşamada ise öğrenci tahmin ettiği olayın gözler ve gözlemine kaydeder. Bu durumda öğrencinin olaya olan motivasyonu arttığı için derse çekmek kolaylaşır. Üçüncü aşama ise tahminle gözlemin kıyaslamasıdır. Bu durumda öğrencinin mevcut bilgisiyle yeni kavram arasında öğrencinin önbilgisine bağlı olarak özümleme veya düzenleme olmaktadır.

4. Öğrencilerin önbilgileri, kimyasal dengeyle ilgili kavramsal başarı için önemli bir göstergedir. Öğrenme; var olan kavramla yeni kavram arasında ilişki kurulması olarak tanımlanırsa öğrencilerin ne bildiğini bilmek ve ona göre ders anlatmak önemlidir. Eğer öğretmenler konuya başlamadan önce öğrencilerin önbilgilerini belirler ve önbilgiler arasındaki çelişkileri giderirse yeni sunulacak olan kavramın öğrenci tarafından anlaşılması kolay olacaktır. Ayrıca sınıfta etkileşimler sonucu öğrencilerin verdiği yanlış cevaplar da doğru cevapları kadar önemlidir. Çünkü öğrencilerin yanlış cevapları onların yanlış kavramlarının ortaya çıkarılmasında önemli bir ipucudur. Öğrenciye yeni kavram tanıtıldıktan sonra konuyla ilgili bir kavram haritasının oluşturulması öğrenciye yeni kavramın hangi kavramlarla ilişkili olduğunu görme ve diğer kavramlarla bağlantı sayısını artırma şansı verir.

5. Çürütme metinlerinin sınıflarda kullanılması öğrencilerin hangi konularda yanlış kavramların olduğunu ve bunun nedenini ve doğrusunu görme imkanına sahip olur. Dolayısıyla derslerde çürütme metinlerinin kullanılması kavramsal başarıyı artırmaktadır.

6. Mantıksal düşünme yeteneği öğrencilerin kimyasal dengeyle ilgili kavramsal başarıları için önemli bir göstergedir. Kimya kavramları üç boyutlu (mikroskopik, mikroskobik ve sembolik) olduğundan öğretmenler konuyu anlatırken soyut işlem döneminde olmayan öğrencilerin kavramları anlamakta zorlanacakları göz önüne alınmalıdır. Bu aşamada öğretmen kavramla ilgili analogi geliştirebilir ya da geliştirilen analogileri kullanarak kavramın anlaşılmasını kolaylaştırabilir.

7. Kavram oluşturma aşamasında öğrenme döngüsünün kullanılması kavramsal algılamayı artırır. Çünkü bu metotta önce olay sonra terim tanıtılır. Bu durum öğrenmenin doğasıyla paraleldir (somuttan soyuta ilkesi).

8. Yapılan mülakatlar sonucunda kavramsal değişim metinlerini kullanan öğrencilerin kimyasal dengeyle ilgili kavramsal başarıları geleneksel yaklaşımla öğrenim gören öğrencilere göre daha iyi olduğu tespit edildi.

6.3. Öneriler

Çalışmada elde edilen bulgulara göre benzer çalışmalar farklı sınıflarda ve farklı branşlarda örneklem sayısı artırılarak yapılabilir.

Yapılandırmacı yaklaşıma dayalı kavramsal değişim metinleri diğer öğretim yaklaşımları ile kıyaslanabilir.

Farklı aştırmacılarla işbirliği yaparak bir kitabın bütün konuları kavramsal değişim yaklaşımına göre hazırlanıp bir yıl süresince öğrencilerde meydana gelen kavramsal değişim test edilebilir.

Kavram haritalarının, analogilerin, öğrenme döngülerinin, çürütme metinlerinin ve aktivitelerin kullanıldığı farklı konularla ilgili ders materyali hazırlanabilir.

KAYNAKÇA

- ABRAHAM, M.R, E.B. GRZYBOWSKI, J.W. RENNER ve E.A. MAREK. (1992). *Understandings and Misunderstandings of Eight Graders of Five Chemistry Concepts Found in Textbooks. Journal of Research in Science Teaching*; **29**(2), 105-120.
- AKKUŞ, Hüseyin; H. KADAYIFÇI; B. ATASOY ve Ö. GEBAN. (2003). *Effectiveness of Instruction Based on Constructivist Approach on Understanding of Chemical Equilibrium Concepts. Research in science and Technological Education*, **21**(2), 209-227.
- AKSU, M, Giray BERBEROĞLU ve F. PAYKOÇ. (1990). "Can the GALT test be used in a Different Cultural Setting?", Research Report.
- ALVERMAN, D.E ve S.A. HAUGE. (1989). *Comprehension of Counterintuitive Science Text: Effect of Prior Knowledge and Text Structure. Journal of Educational Research*, **83**(4), 197.
- ALVERMANN, D.E ve C.R. HYND. (1989). *Effects of Prior Knowledge Activation Modes and Text Structure on Nonscience Majors' Comprehension of Physics. Journal of Educational Research*, **83**, 97-102.
- ANDERSON, R.D. ve J.V. HELMS. (2001). The ideal of standards and the reality of schools: Needed research. *Journal of Research in Science Teaching*, **38**, 3-16.
- APPLE, M. (1992). *The Text and Cultural Politics. Educational Researcher*, **21**, 4-11
- ATASOY, Basri. (2004). *Fen Öğrenimi ve Öğretimi*. Pagem Yayıncılık, Ankara.
- AUSUBEL, D.P. (1968). *Educational Psychology, A Cognitive View*, Holt, Rinehart and Winston, Inc., New York.

BAKER, Dale R ve M.D. PIBURN. (1997). **Constructing Science in Middle and Secondary School Classrooms**. A Viacom Company Needham Heights.

BANERJEE, Anil C. (1991). *Misconceptions of Students and Teachers in Chemical Equilibrium*. **International Journal of Science Education**. 13 (4), 487-494.

BARNETT, Michael. (2003). **Investigating Inquiry Teaching and Learning: The Story of Two Teachers**. Indiana: Indiana University. (Yayınlanmamış Doktora Tezi)

BERGQUIST, Wilbur ve Henry HEIKKINEN. (1990). *Student Ideas Regarding Chemical Equilibrium*. **Journal of Chemical Education**. 67 (12), 1000-1003.

BİLGİN, İbrahim ve Ömer GEBAN. (2001). *Benzeşim (analoji) yöntemi kullanılarak lise ikinci sınıf öğrencilerinin kimyasal denge konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesi*. **Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi** 20, 26-32

BİLGİN, İbrahim. (2002). **The Effect of Cooperative Learning Approach Based on Conceptual Change Conditions on Students' understanding of chemical Equilibrium**. Middle East Technical University (yayınlanmamış doktora tezi).

BLANK, Lisa M. (1997). **Metacognition and the Facilitation of conceptual and Status change in students' concepts of Ecology**. Indiana University. (Yayınlanmamış Doktora Tezi)

BÖDNER George M. (1987). The Role of Algorithms in teaching Problem Solving. **Journal of Chemical Education**, 64, 513-514.

BODNER, George M. (1986). *Constructivism: A theory of knowledge*. **Journal of Chemical Education**, 63(10), 873-878.

BODNER, George M. ve T.T.B. MCMILLEN. (1986). *Cognitive restructuring as an early stage in problem solving*. **Journal of Research in Science Teaching**, 23 727-737.

BOUJAOUDE Saouma. (1993). **Students' Systematic Errors When Solving Kinetic and Chemical Equilibrium problems**. Paper Presented at the Annual

Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, April 16-19, 1993, Atlanta.

BROWN, David E ve John CLEMENT. (1989). *Overcoming misconceptions via analogical reasoning abstract transfer versus explanatory model construction*. **Instructional Science**, 18, 237-261.

BROWN, David ve John CLEMENT. (1991). **Classroom teaching experiments in mechanics**. In Research in Physics Learning: Theoretical Issues and Empirical Studies, R. Duit, F. Goldberg, and H. Niedderer, eds. San Diego, Calif. San Diego State University.

BÜYÜKÖZTÜRK, Şener. (2001). **Deneyisel Desenler Öntest-Sontest Kontrol Grubu Desen ve Veri Analizi**. Pagem Yayıncılık, Ankara.

CAMACHO, Moises ve Ron GOOD. (1989). *Problem Solving and Chemical Equilibrium Successful versus Unsuccessful Performance*. **Journal of Research in Science Teaching**, 26 (3), 251-272.

CHAMBERS, Sharon K ve Thomas ANDRE. (1997). *Gender, prior knowledge, interest, and experience in electricity and conceptual change text manipulations in learning about direct current*, **Journal of Research in Science Teaching**, 34, 107-123.

CHAMPAGNE, A., R.GUNSTONE ve L. KLOPPER. (1983). *Naïve knowledge and science learning*. **Research In Science and Technological Education**, 1, 173-183.

CHIAPETTA, E ve J. M. RUSSELL. (1982). *The Relationship among Logical Thinking, Problem Solving Instruction, and knowledge and Application of Earth Science Subject Matter*. **Science Education**, 66, 85-93.

CLEMENT, John (1989). **Learning via Model Construction and Criticism: Protocol Evidence on Sources of Creativity in Science**. In J.A. Glover, R.R. Ronning and C.R: Reynolds (eds.). Handbook of Creativity (pp.341-381). New York: Plenum Press.

CLEMENT, John, David E. BROWN ve A. ZIETSMAN. (1989). Not all preconceptions are misconceptions: finding 'anchoring conceptions' for grounding instruction on students' intuitions. **International Journal of Science Education**, 11, 554-565.

COSGROVE, Mark ve R. OSBORNE. (1985). *Lesson Frameworks for Changing Children's Ideas*. **Learning in Science: The Implications of Children's Science**. Osborne, Roger and Freyberg, Peter. 101-111.

CUSE Committee on Undergraduate Science Education. (1997). **Misconceptions as Barriers to Understanding Science, Science Teaching Reconsidered: A Handbook**, National Academy Press, Washington, D.C. Ulaşılabilir on-line <http://bob.nap.edu/readingroom/books/str/4.html>.

deVos, VAN BERKEL, B. ve A.VERDONK. (1994). *A coherent structure of the chemistry curriculum*. **Journal of chemical education**, 71, 743-746

DOLE, Janice A. (2000). *Readers, Text And Conceptual Change Learning*. **Reading & Writing Quarterly**, 16; 99-118.

DRIVER, Rosalind (1995). **Constructivist Approaches to Science Teaching**. In Steffe & Gale (Eds.), *Constructivism in Education*. 385-400. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

DRIVER, Rosalind ve Beverley BELL. (1986). *Students' thinking and the learning of science: A constructivist view*. **The School Science Review**, 67(240), 443-456.

DRIVER, Rosalind ve J. EASLEY. (1978). *Pupils and Paradigms: A Review of Literature Related to Concept Development in Ado-lescent Science Students*. **Studies in Science Education**, 5, 61-84.

DUIT, Reinders ve David F. TREAGUST. (1998). **Learning in science - from behaviorism towards social constructivism and beyond**. In B. J. Fraser & K. G. Tobin (Eds.), *The International Handbook of Science Education*. Dordrecht: Kluwer Academic Publisher, 3-25.

EBENEZER, Jazlin V. (1992). *Making chemistry learning. more meaningful.* **Journal of Chemical Education**, 69 (6), pp. 464-467.

ENGEMANN, Josep F. (2000). **Performance in chemistry problem solving: A study of expert/novice strategies and specific cognitive factors.** New York State University (Yayınlanmamış Doktora Tezi).

FENNEMA E, T.P CARPENTER, V.R JACOBS, M. FRANKE ve L.W. LEVI (1998). *A Longitudinal Study of gender Differences in Young Children's Mathematical Thinking.* **Educational Researcher**, 27(5), 6-11.

GABEL, D. L., K.V., SAMUEL, ve D.J. HUNN. (1987). *Understanding the Particulate Nature of Matter.* **Journal of Chemical Education**, 64, 695-697.

GABEL, D.L ve K.V. SAMUEL. (1986). *High School Students' Ability To Solve Majority Problems and Their Analog Counterparts.* **Journal of research in science teaching**, 23, 165-176.

GABEL, D.L. ve BUNCE, D.M. (1994). **Research On Problem Solving: Chemistry.** In Gabel, D.L., (Ed.) *Handbook of research on science teaching and learning* (pp. 301-326). New York: Macmillan.

GABEL, Dnaleh L. (1993). *Use of The Particle Nature of Matter In Developing Conceptual Understanding.* **Journal of chemical education**, 70, 193-194.

GABEL, Dorothy. (1999). *Improving Teaching and Learning through Chemistry Education Research: A Look to the Future.* **Journal of Chemical Education**, 76, 548-553.

GENÇ, Esra. (2004). **İlköğretim 7. Sınıf Öğrencilerinin Fiziksel ve Kimyasal Değişmeler Konusunu Anlamalarında İşbirlikli Öğrenmenin Etkisi.** Gazi Üniversitesi Eğitim bilimleri Enstitüsü, Ankara (Yayınlanmamış mastır tezi).

GLYNN, S.M. (1991). **Explaining Science Concepts: A Teaching-With-Analogies Mode**. In S.M. Glynn, R.H. Yeany and B.K. Britton (Eds.), *The Psychology of Learning Science* (pp. 219-239). Hillsdane, NJ, Erlbaum.

GLYNN, S.M., BRITTON, B.K., SEMRUD-CLIKEMAN, M, ve K.D. MUTH, (1989). **Analogical Reasoning And Problem Solving In Textbooks**. In J.A. Glover, RUNNING, R.R. ve C.R. REYNOLDS (Eds.), **Handbook of Creativity: Assessment, Theory and Research** (pp. 383-393). New York, Plenum.

GOLDEN, Terrance. (2001). **Assessing The Effects of Traditional and Constructivist Teaching Methodologies on Comprehension of Content of An Acids and Bases Chemistry Unit in the 7th Grade**. Pittsburg: Duquesne University (Yayınlanmamış Doktora Tezi)

GUSSARSKY, Esther ve M. Gorodetsky. (1990). On the Concept "Chemical Equilibrium": The Associative Framework. **Journal of Research in Science Teaching**, 27(3), 197-204.

GUZZETTI, B.J., SNYDER, T.E., GLASS, G.V., ve W.S. GAMAS, (1993). *Promoting Conceptual Change In Science: A Comparative Meta-Analysis of Instructional Interventions From Reading Education and Science Education*. **Reading Research Quarterly**, 28, 116-159.

GUZZETTI, B.J; WILLIAMS, W.O; SKEELS, S.A, ve WU, S.M. (1997). Influence of Text Structure on Learning Counterintuitive Physics Concepts. **Journal of Research in Science Teaching**, 34, 701-719.

HACKLING, Mark W. ve P. J. GARNETT. (1985). *Misconceptions of Chemical Equilibrium*. **European Journal of Science Education**, 7 (2), 205-214.

HARRISON, Allan G. ve David F. TREAGUST (2000) *A Typology of School Science Models*. **International Journal fo Science Education** v:22 (9), 1011-1026.

HARRİSON, Allan G.(1996). **Conceptual Change in Secondary Chemistry: the Role of Multiple Analogical Models of Atoms and Molecules**. Curtin University of Technology, Perth, Western Australia (yayınlanmamış doktora tezi)

HARRİSON, A. ve TREAGUST, D. (1993). *Teaching With Analogies: A Case Study In Grade 10 Optics*. **Journal of Research in Science Teaching**, 30, 1291-1307.

HASSARD Jack. (2000). Minds on Science. Georgia State University Atlanta, Georgia 30303 USA Website <http://scied.gsu.edu/Hassard/mos/mos.html>.

HAWKES, S.J. (1996). *Salts Are Mostly NOT Ionized*. **Journal of Chemical Education**; 73(5), 421-423.

HEWSON Peter W ve Richard Thorley. (1989). *The Conditions of Conceptual Change In The Classroom*, **International Journal of Science Education**, 11, 541-553.

HEWSON Peter. (1981). A Conceptual Change approach to learning science. *European Journal of Science Education*, 3(4), 383-396.

HEWSON, Mariana. G ve Peter W. HEWSON. (1983). *Effect of Instruction Using Students' Prior Knowledge and Conceptual Change Strategies On Science Learning*. **Journal of Research in Science Teaching**, 20, 731-743.

HUDDLE, Benjamin P. (1998). *"conceptual question" on Lecahtelier's Principle*. **Jornal of Chemical Education**, 75, 1175.

HUDDLE, P. A ve A.E PILLAY. (1996). *An In-Depth Study of Misconceptions in Stoichiometry and Chemical Equilibrium at a South African University*. **Journal of Research in Science Teaching**; 33 (1), 65-77.

HYND Cynthia R, D.E. Alvermann ve G. Qian. (1993). **Prospective Teachers' and Teaching of a Complex Science Concept**. Reading Research Report No.4, National Reading Research Center, Universities of Georgia and Maryland, Athens, GA.

HYND Cynthia R. (2001) *Refutational Text and the Change Process*. **International Journal of Educational Research**, 35, 699-714.

HYND, C., Y. MCWHORTER, V. PHARES ve W. SUTTLES. (1994). *The role of instructional Variables in Conceptual Change in High School Physic Topics*. **Journal of Research in Science Teaching**, 31, 933-946.

HYND, Cynthia ve D.E. Alverman. (1986). *The role of refutation text in overcoming difficulty with science concepts*. **Journal of Reading**, 29,440.

JEGEDE, O. J., ALAIYEMOLA, F. F. ve P.A.OKEBUKOLA, (1990). The effect of concept mapping on students' anxiety in biology. **Journal of Research in Science Teaching**, 27(10), 951-960.

JENSEN, W.B. (1998). *Logic, History, and The Chemistry Textbook I: Does Chemistry Have A Logical Structure?* **Journal of chemical education**, 75, 679-687.

JOHNSTONE, A.H.; J.J. MACDONALD ve G.WEBB (1977) *Chemical Equilibrium and Its Conceptual Difficulties*. **Education in Chemistry**, 14 (6), 169-171.

JONASSEN, David.H. (1991). *Objectivism versus Constructivism: Do We Need a New Philosophical Paradigm?*. **Journal of Educational Research**, (39)3, 5-14.

JORDAAN, Faan .(1993). *Disturbing Le Chatelier's Principle*, **The Australian Journal of Chemical Education**, 38, 9-15.

KÖSEOĞLU, Fitnat; B. Atasoy ve başk. (2003). **Yapılandırıcı Öğrenme Ortamı için Bir Fen Ders Kitabı Nasıl Olmalı**. Asil Yayın Dağıtım Ltd. Şti. Ankara.

KRAJÍK, J.S. ve Honey, R.E. (1987). *Proportional Reasoning and Achievement in High School Chemistry*. **School Science and Mathematics**, 87, 25-32.

LEE, K-WL. N-K. Goh, L-S. Chia, ve C. Chin. (1996). *Cognitive Variables In Problem Solving In Chemistry: A Revised Study*. **Science Education**, 80, 691-710.

LYTHCOTT, J. (1990). *Problem Solving And Requisite Knowledge Of Chemistry*. **Journal of chemical education**, 67, 248-252.

MARIA, K. ve W.H. MACGINITIE. (1981). **Congruence of Prior Knowledge and Text Information as A Factor in the Reading Comprehension of Middle-Grade Children** (Technical Report 16). Washington DC: Office of Special Education and Rehabilitative Services (ED). (ERIC Documented Reproduction Service No. ED 220 803)

MATTHEWS, M. R. (ed.) (1998). **Constructivism in Education: A Philosophical Examination**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

MAYER, M. 1987. *Common Sense Knowledge Versus Scientific Knowledge: The Case of Pressure, Weight And Gravity*. Pp. 299-310 in **Proceedings of the Second International Seminar: Misconceptions and Educational Strategies in Science and mathematics**, Vol.1. Ithaca, N.Y.: Cornell University Press.

MAZUR, E. (1996). **Conceptests**. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall.

MCDERMOTT, L. C. 1991. *What We Teach and What Is Learned—Closing The Gap*. **American Journal Of Physics** 59, 301-315.

MIDDLECAMP, C. ve E. KEAN .(1987). *Generic And Harder Problems: Teaching Problem Solving*. **Journal of chemical education**, 64, 516-517.

MINTZES, Joel J., J.H. WANDERSEE ve J.D. NOVAK (1998) **Teaching science for understanding A human constructivist View**, Academic pres, San Diego (under the editorship of Gary D. Phye).

MUSHENO Birgit V ve Anton E. LAWSON (1999) *Effects of Learning Cycle and Traditional Text on Comprehension of Science Concepts by Students at Differing Reasoning Levels*. **Journal of Research in Science Teaching**. 36, 23-37.

NAKHKLEH, M. B. (1992). *Conceptualization And Assessment of Laboratory Experiences: The Use of Vee Diagrams And Concept Maps*. **The Hoosier Science Teacher**, 1, 5-12.

NAKHKLEH, Mary B. (1994). *Chemical Education Research In Laboratory Environment*. **Journal of Chemical Education** 71(3), 201-205.

NAKHLEH, M.B. (1992). *Why Some Student Don't Learn Chemistry: Chemical Misconceptions*, **Journal of Chemical Education**, 69, 191-196.

NAKHLEH, Mary B. ve R. C. Mitchell. (1993). *Concept Learning Versus Problem Solving: There Is A Difference*. **Journal of Chemical Education**, 70 (3), 190-192.

NIAZ, Mansoor. (1995). **A Lakatosian Conceptual Change Teaching Strategy Based on Student Ability to build Models with Varying Degrees of Conceptual Understanding of Chemical Equilibrium**. Paper Presented at the 68 Annual Conference of the National for Research in science Teaching (NARST) San Francisco, April. ED: 390 637.

NIAZ, Mansoor. (1995). *Progressive Transitions From Algorithmic To Conceptual Understanding In Student Ability To Solve Chemistry Problems: A Lakatosian Interpretation*. **Science Education**. 79, 19-36.

NURRENBERN, S.C. ve M. Pickering. (1987). *Concept Learning Versus Problem Solving: Is There A Difference?* **Journal of chemical education**, 64, 508-510.

NUSSBAUM, J. ve S. NOVICK. (1982). *A Study of Conceptual Change In The Classroom*. **Paper presented in the National Association for research in science Teaching**.

OGUDE, N. A, J.D. Bradley. (1998). *A Simple Explanation of Salt Bridges for Post-16 Students*, **School Science Review**, 80(209), 116-119.

OLNEY, David J (1988). *Some Analogies for Teaching Rates/Equilibrium*. **Jornal of Chemical Education**, 65, 696-697.

ÖZDEN, Yüksel. (2003). **Öğrenme ve Öğretme**. Ankara: Pagem Yayıncılık

ÖZKAN, Sule (2001). **The role of students motivational beliefs and the preferred learning styles on biology achievement**. Middle East Technical University, Ankara. (Yayınlanmamış mastır tezi).

PALMER, David H. (2003). *Investigating the Relationship Between Refutational Text and Conceptual change*. **Science Education**, 87(5), 663-684.

PARIDA B.K., M. GOSWAMI. (2000). *Using Analogy as a Tool in Science Education*, **School Science Quarterly Journal Of Science Education**, 38(4) <http://www.ncert.nic.in/journalnew/sschap10.htm>

PHILLIPS, D. (2000). *Constructivism in Education: Opinions and Second Opinions on Controversial Issues*. Chicago: The University of Chicago Press.

PINTRICH, P.R ve E. De GROOT. (1990). Motivational and Self-Regulated Learning Components of Classroom academic Performance. **Journal of Educational Psychology**, 82, 33-40.

PIQUETTE, Jeff S. (2001) **An analysis of Strategies used by chemistry Instructors to address student alternate conceptions in Chemical Equilibrium**. University of Northern Colorado (Yayınlanmamış Doktora Tezi)

POSNER, George J, K.A. STRIKE, P.W. HEVSON, ve W.A. GERTZAG. (1982) Accommodation of A Scientific Conception: Toward A Theory Of Conceptual Change. **Science Education**, 66, 211-227.

PRENZEL, M. ve Reinders DUIT. (2000). *Increasing The Efficiency Of Science and Mathematics Instruction: Report of A National Quality Development Program*. **Paper presented at the Annual Meeting of the National association for Research in Science Teaching (NARST)**, New Orleans.

QUILEZ-PARDO, Juan. ve J. J. SOLAZ-PORTOLES. (1995). *Students' and Teachers' Misapplication of Le Chatelier's Principle: Implications for the Teaching*

of Chemical Equilibrium. Journal of Research in Science Teaching, **32** (9), 939-957.

REGIS, A, P.G. ALBERTAZZI ve E. ROLETTTO. (1996). *Concept Map In Chemistry Education. Journal of Chemical Education*, **73**(11), pp. 1084-1088.

ROADRANGKA Vantipa, Russell H. YEANY ve Micheal J. PADILLA. (1983). **The Construction and Validation of Group Assessment of Logical Thinking (GALT)**. Paper Presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Dallas, TX.

ROJAS DE ASTUDILLO, L. ve Mansoor NIAZ. (1996). *Reasoning Strategies Used By Students To Solve Stoichiometry Problems And Its Relationship To Alternative Conceptions, Prior Knowledge, And Cognitive Variables. Journal of Science Education and Technology*, **5**, 131-141.

Sanger, M.J, T.J. GREENBOWE (1999). *An Analysis of College Chemistry Textbooks as Sources of Misconceptions and Errors in Electrochemistry. Journal of Chemical Education*, **76**(6), 853-860.

SCHNOTZ, Wolfgang, S. VOSNIADOU, M. CARRETERO (1999). **New Perspectives on Conceptual Change**. Elsevier Science Ltd. UK.

SENEMOĞLU, Nuray. (1998). **Gelişim Öğrenme ve Öğretim**. Ankara: Gazi Kitapevi.

SINATRA, M.C ve J. Dole. (1998). **Case Studies in Conceptual Change: A Social Psychological Perspective**. In B.

SLAVIN, Robert, E. (1994). **A Practical Guide to Cooperative Learning**: John Hopkins University, United States of America

SMITH, Shane H. (1998). **The Change in Students' Understanding of the Mole Concept in Introductory College Chemistry**. The University of Southern Mississippi (Yayınlanmamış Doktora Tezi).

STEPHAN, J. (1996) *Targeting Students' Misconceptions: Physics science concepts using the conceptual change model*. Idea Factory, Riverview, Florida.
<http://www.humboldt.edu/~jww12/CCM.htm>

STEPHEN K. (2001). Lower Dept of Chemistry, Simon Fraser University
 Lower@sfu.ca. <http://www2.sfu.ca/person/lower/Chem1Text/equilibrium/index.html>

SUITS Jerry P. (2000). *Conceptual change and chemistry achievement: A two-Dimensional Model*. (paper presented at the 81st Annual Meeting of the American Educational Research Association, New Orleans, 24-28 April 2000).

SUMMERLIN, Lee R ve James L EALY. (1988). **Chemical Demonstrations A Sourcebook for Teachers**, Volume I second edition. Washington, DC: American Chemical Society.

TAYLOR, P. C, B.J. FRASER, ve D. L. FISHER. (1997). *Monitoring Constructivist Classroom Learning Environments*. **International Journal of Educational Research** 27, 293-302.

THIELE, Rodney B. ve David F. TREAGUST. (1995). *Analogies in chemistry textbooks*. **International Journal of Science Education**. 17, 783-795.

THOMAS, Peter L, ve Richard W. SCHWENZ. (1998). *College Physical Chemistry Students' Conceptions of Chemical Equilibrium And Fundamental Thermodynamics*. **Journal Research in Science Teaching**, 35 (10), 1151-1160.

TOBIN, K. (ed.) (1993). **The Practice of Constructivism in Science Education**. Washington DC: AAAS Press.

TREAGUST, David, Allan HARRISSON, G. VENVILLE, ve Z. DAGHER. (1996). *Using An Analogical Teaching Approach To Engender Conceptual Change*. **international journal of science education**, 18, 213-229.

TYNJÄLÄ, Päivi. (1999). *Towards expert knowledge? A comparison between a constructivist and a traditional learning environment in the university.* **International Journal of Educational Research**, 31, 357-442.

TYSON, Luise ve David F. TREAGUST. (1999). *The Complexity of Teaching and Learning chemical Equilibrium.* **Jornal of Chemical Education** 76, 554-558.

VAN DRIEL, Jan H. (1999). *Introduction Dynamic Equilibrium as an Explanatory Model.* **Jornal of Chemical Education**, 75, 559-561.

VAN DRIEL, Jan H. (2002). *Students' Corpuscular Conceptions in the Context of Chemical Equilibrium and Chemical Kinetics.* **Chemistry education: Research and Practice in Europe**, 3(2), 201-213.

Von GLASERSFELD, Ernst. (1995). **A Constructivist Approach to Teaching.** In Steffe & Gale (Eds.), *Constructivism in Education*. 3-15. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Von GLASERSFELD, Ernst. (1995). **Radical Constructivism: A Way of Knowing and Learning.** Falmer Press. Taylor & Francis Inc.

VOSKA, Kirk W. ve Henry W. HEIKKINEN. (2000). *Identification And Analysis of Students Conceptions Used To Solve Chemical Equilibrium Problems.* **Journal Research in Science Teaching**, 37 (2), 160-176.

WATT, M. (1994). **Constructivism, Re-Constructivism and Task Oriented Problem-Solving.** In Fensham, Gunstone and White (Ed.) *The Content of Science: A Constructivist Approach to Its Teaching and Learning*. London: The Falmer Press.

WEBB, Michael J. (1985). *Analogies and Their Limitations.* **School Science and Mathematics**, 85(8), 645-650.

WHEELER, Alan E. ve Heidi KASS. (1978). *Student Misconceptions in Chemical Equilibrium.* **Science Education**, 62 (2), 223-232.

WHITE, Janet M. (1999). **Constructivism in a College Biology Classroom: Effects on content Achievement, Cognitive Growth, and Science attitude of At-Risk students**. North Caroline State University. (Yayınlanmamış Doktora Tezi)

WIDODO, Ari ve Reinders DUIT. (2002). *Conceptual Change Views And The Reality of Classroom Practice*, **Third European Symposium On Conceptual Change, A process approach to conceptual change**, June 26-28. Turku, Finland.

WILSON, Audrey H. (1998). *Equilibrium: A Teaching / Learning Activity*. **Jornal of Chemical Education**. 75, 1176-1177

YÜRÜK, Nejla ve Ömer GEBAN (2001) Conceptual change text: A sublementary material to facilitate conceptual change in electrochemical cells concepts. **Meeting of the National Association for Research in Science Teaching**.



EKLER



EK-1

KAVRAMSAL DEĞİŞİM METİNLERİ

KİMYASAL DENGE

Bir kimyasal olay tanecik boyutunda açıklanamıyorsa o olayın bilinmediği gerçeğinden hareketle öğrencilerin, reaksiyon hızı ve dengenin dinamik doğası gibi kavramları anlamalarını ve bu kavramları açıklarken maddenin tanecikli doğasını kullanması kavramları anlamaları açısından çok önemlidir.

Bu nedenle konunun iyi anlaşılabilmesi için maddenin tanecikli doğasıyla ilgili öğrencilerin ön bilgilerinin aktif hale getirilmesi önemlidir ve öğrencilerde olması veya yoksa oluşturulması gereken bilgiler başlıklar halinde aşağıda verilmiştir.

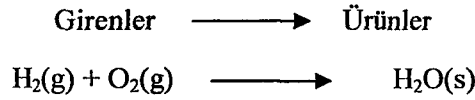
1. Bütün maddeler taneciklerden oluşmuştur (bu tanecikler atom, molekül ve iyon olabilir) ve tek bir tanecik görülemeyecek kadar küçüktür. Bu taneciklerin bir araya gelmesi ile maddelerin görünen bütünsel yapısı oluşur. Maddenin katı, sıvı veya gaz hallerinde olması taneciklerin bir araya geliş biçiminin sonucudur. Tek başına bir taneciğin katı, sıvı ve gaz halinden bahsedilemez.
2. Maddeleri oluşturan tüm tanecikler hareketlidir. Taneciklerin hareketi ve ortalama kinetik enerjileri ile sıcaklık arasında doğru bir orantı vardır.
3. Gaz fazındaki tanecikler bulunduğu kabın her tarafına dağılırlar ve bu tanecikler arasında boşluk vardır.
4. Tanecikler karşılıklı olarak birbiri ile etkileşirler. Bu etkileşme aralarındaki uzaklığın artması ile azalır.
5. Katı ve sıvılardaki tanecikler gazlara göre birbirine daha yakındır tanecikler arası boşluklar daha azdır. Bu yüzden tanecikler arası etkileşim daha fazladır. Sonuç olarak katı fazdaki tanecikler yalnızca titreşim hareketi yaparlarken (bu titreşim sırasında yerleri değişmez) sıvılarda ise yer değiştirebilirler.
6. Farklı maddeler farklı taneciklerden oluşmuştur. Bir saf maddenin tüm tanecikleri özdeştir. Bir karışımda iki veya daha çok çeşitte tanecik vardır.
7. Bir maddenin hal değiştirmesi sırasında taneciğin yapısında bir değişme olmaz yalnızca tanecikler arası uzaklık ve enerjileri değişir.
8. Kimyasal reaksiyon açısından atomlar ve moleküller arasındaki farkı ayırt etmek gereklidir. Bir kimyasal reaksiyon atomların yeniden düzenlenmesi, atom tür ve sayısının korunması, moleküllerin başka molekül ve türlere dönüşmesi olarak algılanmalıdır.

İnsanların günlük hayatında en çok kullandığı maddelerden biri sudur. Çevremize baktığımızda kış aylarında suyun buz tuttuğunu, yaz aylarında ise buharlaştığını görürüz. Sizce bu donma ve buharlaşma olayları nasıl oluyor? Su donduğu zaman su molekülleri de donar mı? Günlük hayatta çevremizde kışları elektrik tellerinin gerildiğini yaz aylarında ise uzadığını görürüz. Acaba su donunca da su moleküllerinin hacminde bir küçülme olur mu yada su buharlaşınca su moleküllerinin hacminde bir büyüme olur mu? Su molekülleri ısınınca hacmi büyüyüp yoğunluğu azaldığı için mi buharlaşır? Teller uzayıp kısalınca teli oluşturan maddenin taneciklerine ne oluyor?

Maddelerdeki bütün değişimleri iki başlık altında topladığımızı hatırlayalım. Bir maddedeki tanecikler arası uzaklığın ve taneciklerin hareketliliğinin değişmesi sonucu meydana gelen değişmelere fiziksel değişme denir.

Kullandığınız gümüş takıların kararması, mutfakta kullanılan doğal gazın yakılarak enerji elde edilmesi, havadaki karbondioksitin deniz suyunda çözünerek bazı deniz canlılarının kabuğu olan kalsiyum karbonatı meydana getirmesi, okul bahçesinin çevresindeki demir parmaklıkların boyasız kısımlarında rengin değişmesi, çatılarda bulunan saçların zamanla parlaklığını kaybetmesi, su borularının renginin değişmesi gibi olayların nasıl olduğunu düşünüyorsunuz? Bunun nedeni gümüş, doğal gaz, demir, çinko ve su borularındaki kurşunun oksijenle etkileşerek yeni maddelerin oluşması mıdır?

Bir madde ısı etkisiyle veya diğer kimyasal maddelerle etkileşmesiyle yeni maddelere dönüşüyorsa bu değişmeye kimyasal değişme denir. Kimyasal değişme tanecığın elektronik yapısında meydana gelen değişmedir. Tüm kimyasal reaksiyonlar birer kimyasal değişme örnekleridir. Bir kimyasal reaksiyonda miktarı azalanlara girenler, miktarı artana/artanlara ise ürün/ürünler denir. Bir kimyasal reaksiyon denkleştirilmiş kimyasal eşitlikle ifade edilir ve bu eşitlikte de elementlerin sembolleri kullanılır.



Bir reaksiyon kabında yukarıda yazılan kimyasal eşitlikte olduğu gibi kabın bir tarafında girenler diğer tarafında ürünler mi vardır?

Reaksiyon kabında böyle bir durumdan bahsedilemez. Çünkü maddenin tanecikli, taneciklerin de hareketli olduğunu biliyoruz. İster gaz isterse sıvı olsun her durumda da tanecikler hareketli olduğu için kapta böyle bir ayrım olamaz. Girenler ve ürünler kabın her tarafında olabilirler. Çünkü tüm tanecikler hareketlidir ve bu hareketi her yöne doğru olabilir. Böyle yazılmasının nedeni kaba konulanlardan hangi ürün veya ürünlerin oluştuğunu sembollerle ve formüllerle ifade etmek içindir.

—————→ Tek yönlü ok kabı iki ayrı bölmeye ayırmış gibi bir düşünceyi desteklemez mi?

Tek yönlü okun anlamı girenler kabın bir tarafında ürünler diğer tarafında olduğunu göstermez. Yalnızca girenlerden ürünün oluştuğunu gösterir. Yani ok değişimin yönünü gösterir.

Bir reaksiyonun olduğunu nasıl anlarız? Laboratuvarında deney yaparken reaksiyonun oluşumu sırasında renk değişimi, gaz çıkışı (buharlaşımdan farklı olarak), girenlerden farklı olarak çökelek oluşumu, reaksiyonun oluşumu sırasında ısı alışı verişinin olması (reaksiyon kabının soğuması veya reaksiyon kabının ısınması) açıkça görülebilir. Bu değişimler kapta bir reaksiyonun olduğunu düşündürür. Yalnız bu değişimlerin olmaması da reaksiyonun olmadığı anlamını taşımaz.

Bir reaksiyonda girenlerin tamamı ürünlere dönüşür mü?

Bir reaksiyon sonucu oluşan ürün tekrar girenlere dönüşür mü?

Aktivite

Gösterim

Kobalt klorürün alkoldeki çözeltisinden 5 mL alınır üzerine damla damla su ilave edilerek pembe renkli çözelti hazırlanır. Daha sonra bu çözelti;

i) Su banyosunda ısıtılır (25 °C den 85 °C)

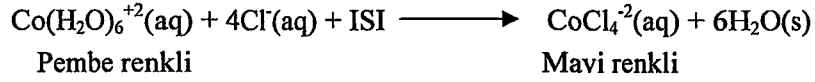
ii) Aynı çözelti buzlu suda soğutulur.

iii) Sonra aynı çözelti banyo sıcaklığı 55 °C olan su banyosunda bir süre bekletilir.

1. Çözeltinin rengi pembe olarak kalır mı?

2. Isıtılan çözeltinin renginin mavi olması sonra soğutularak oda sıcaklığına geldiğinde tekrar başlangıçtaki rengine dönmesi size ne ifade eder?

3. Eflatun rengin oluşmasını nasıl açıklarsınız?



Kavramın sunulması

Öğrenciler şimdiye kadar girenlerin ya tamamen ürünlere dönüştüğünü ya da reaksiyon vermediğini gördüler. Kapalı bir kapta girenler ürünleri oluştururken ürünlerin de girenleri oluşturması reaksiyonun tersinir olduğunu gösterir.

Kimyasal reaksiyonlar daima biten reaksiyonlar değildir. Yani reaksiyon girenlerden biri bitinceye kadar devam etmez. (Kibritin yanması biten reaksiyonlara bir örnektir.)

Kimyasal reaksiyonlar tersinir olabilirler. Yani girenler ürünlere dönüşürken ürünler de girenlere dönüşür.

Bu durumda kimyasal denge kavramı tanıtılır. Dinamik kimyasal denge kavramı verilmez. Onun yerine pembe-mavi renk değişimi olan denge reaksiyonu göz önüne alınarak öğrencilere;

1. Sistem dengeye ulaştığı zaman bu ileri ve geri yöndeki reaksiyonların olabileceğini düşünüyor musunuz?
2. Farz ediniz bu her iki yönde olan reaksiyon da gerçekten oluyor. Bu reaksiyonların hızları ile ilgili ne söyleyebilirsiniz?

Bu sorular tartışıldıktan sonra dinamik kimyasal denge kavramı verilir. Tanecikli doğa kullanılarak makroskobik düzeyde renk değişiminin olamadığı ve mikroskobik olarak da taneciklerin hareket ettiğini ve hareketleri esnasında birbirleriyle çarpışarak girenlerin ürünlere dönüşürken ürünlerin de girenlere dönüştüğü sınıfla tartışılır.

Uygulama

Bu aktivite ile reaksiyonların tersinir olduğu gösterilir. Bunun anlamı girenlerin ürünleri oluşturduğu gibi ürünlerin de tekrar girenleri oluşturmasıdır.



Şeklinde gösterilir. Bir kimyasal eşitlikteki çift yönlü ok reaksiyon karışımını girenler ve ürünler şeklinde ikiye ayıran bir araç değil sadece olayın tersinir olduğunu göstermek amacıyla kullanılır.

Kimyasal reaksiyonların tersinir olabileceği fikri 1798 yılında Fransız kimyacı J. Berthelot tarafından keşfedilmiştir. Berthelot Mısır da tuz gölünün etrafında gezinirken sodyum karbonat tortularını fark etmiş. O zamana kadar laboratuvarında yapılan $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CaCl}_2 \longrightarrow \text{CaCO}_3 + 2\text{NaCl}$ reaksiyonu tek yönlü biten reaksiyon olarak biliniyordu. CaCO_3 ve NaCl den sodyum karbonat olacağı fikri bilinmiyordu. Bu gözlem reaksiyonların tersinir olacağı fikrinin ortaya çıkmasına neden oldu ancak Berthelot bu gözlemini yanlış açıklamıştır. Bu durumu, sodyum karbonatlı tuzlu sudaki suyun yavaş yavaş buharlaşması ve tuz derişiminin çok yüksek olması durumunda ortaya çıkabilecek bir reaksiyon olarak açıklamıştır.

1851-1854 yıllarında Williamson bazı reaksiyonların niçin tamamlanmadığını açıklamak için reaksiyonların tersinir olması gerektiğini vurgulamıştır. 1857 yılında fizikçi Rudolf Clausius sıvıların kısmi buharlaşmaları ile ilgili bir açıklama yayınlamıştır. Kendisinin ortaya attığı moleküler-kinetik teoriye göre aynı sıcaklıkta farklı sıvıların moleküllerinin hızlarının farklı olduğunu ifade etmiştir. Clausius göre makroskobik olarak sıvının buharlaşarak denge durumuna ulaştığı ve bundan sonra buharlaşmanın olmadığı fikri yerine buharlaşma ve yoğunlaşma olaylarının olmaya devam ettiğini ve buharlaşma ve yoğunlaşma hızları eşit hızda olduğu için de birbirini yok ettiğini ifade etmiştir. Mikroskobik açıdan da birim zamanda sıvı fazdan buhar fazına geçen molekül sayısı ile sıvı faza dönen ortalama molekül sayısının eşit olduğunu ifade etmiştir.

Kimyasal reaksiyonların tersinir olduğunu doğru olarak açıklayan ilk bilim adamı Avustralyalı fizikçi Leopold Pfaundler dir (1867). Pfaundler bir reaksiyonda herhangi bir anda sabit sıcaklık ve basınçta bazı moleküllerin çarpışarak parçalanıp yeni molekülleri oluşturduğunu ve yeni moleküllerin de çarpışarak tekrar bozulan molekülleri oluşturduğunu ifade etmiştir. Denge durumunda ise birim zamanda bir miktar moleküller çarpışarak parçalanırken eşit sayıda yeni moleküllerin oluştuğunu ifade etmiştir.

Kendi gözlem ve deneyimlerinize dayanarak biten (tek yönlü) ve tersinir reaksiyonlara birer örnek veriniz.



Bazı öğrenciler tek yönlü reaksiyonlarla (girenlerin tamamının ürünlere dönüştüğü reaksiyonlar) tersinir reaksiyonlar arasında fark olmadığını düşünürler.



Bu düşünce yanlıştır. Denge şartlarını sağlayan ortamlarda tüm reaksiyonlar tersinirdir. Tersinir reaksiyonlarda girenlerin tamamı ürünlere dönüşmez. Girenlerin belirli bir miktarı (sıcaklığa ve maddenin cinsine bağlı olarak) ürünlere dönüşür. Tek yönlü reaksiyonlarda ise girenlerin tamamı ürünlere dönüşür. Örneğin odunun veya kömürün açık havada yanma reaksiyonu gibi.



Bazı öğrenciler denkleştirilmiş kimyasal eşitliklere bakarak reaksiyon kabında girenleri reaksiyon kabının sol tarafında, ürünlerin ise kabın sağ tarafında olduğunu ve sistem dengeye ulaşıncaya birbirleri ile karışmadığını düşünürler.



Bu düşünce yanlıştır. Kimyanın makroskobik (görülebilir), mikroskobik (tanecikli boyutu elektron mikroskobu dahil hiçbir araçla görülemeyen) ve sembolik boyutu vardır. kimyasal reaksiyonlar denkleştirilmiş kimyasal eşitlikle ifade edilir. Kimyasal eşitlikler kapta gerçekleşen reaksiyonun sembollerle ifade edilmesidir. Bu eşitliğin sol tarafı reaksiyon kabına konulanları, sağ tarafı ise reaksiyon sonucu oluşan ürün veya ürünleri gösterir. Bütün maddeler tanecikli boşluklu ve hareketli özelliğe sahip olduğu için kabın bir tarafında girenlerin diğer tarafında ürünlerin olması imkansızdır. Kapta girenlerle ve ürünler karışmış haldedir.

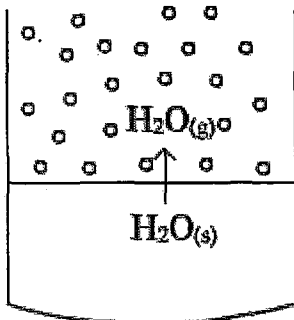
Denge nedir?

Denge kelimesi kimya için önemli bir kavramdır. Çünkü bir çok konunun anlaşılmasında temel oluşturur. Fakat yalnızca kimyada kullanılan bir kelime değildir. Sosyal hayatta, yaşamımızda ve ekonomide denge kurulması üzerine bir çok konuşmaları duyar yada katılırız. Gerçekte bizim sosyal durumlarımızın çoğu bir güçler dengesidir. Biz ailemizle ve çevremizle mümkün olduğu kadar iyi yürüyen kişisel ilişkiler kurarız. Yani aile ve çevremiz ile rahat olabileceğimiz bir denge kurarız. Fakat aileye yeni bir kişi geldiğinde eski ilişkiler alt üst olur bir süre sonra herkesin rahat yaşayabileceği yeni bir denge kurarız. Örneğin ailede ilk çocuk ile aile fertleri arasında bir denge varken ikinci çocuğun doğması ile ilk kardeşin kurduğu denge bozulur bir süre sonra herkesin rahatça yaşayabileceği bir denge kurulur. Eğer denge kurulmasa idi tüm kardeşler birbirinden hoşlanmazdı. Kimyasal sistemleri de bizim sosyal hayatta kurduğumuz dengelere benzetebiliriz. Kimyasal sistemlerde denge durumuna ulaşır. Dışarıdan bir etki yapıldığında (sıcaklığın değişmesi veya derişimin değişmesi gibi) denge bozulur bir süre sonra yeni bir denge kurulur. Bu kurulan yeni denge ilk dengeden etki durumuna bağlı olarak çoğunlukla yada tamamen farklıdır.

Denge deyince ne düşünüyorsunuz? Verebileceğiniz örnekler var mı? Bir kitabın sıra üzerinde durmasının denge ile bir ilişkisi var mıdır? Sirklerde akrobatların ip üzerinde durmasının denge ile bir ilişkisi var mıdır? Bisiklete binerken bisiklet üzerinde durmanız bir denge olayı mıdır? Parkta iki çocuk tahterevallli oynarken yerden aynı yükseklikte bulundukları an bir denge durumudur? Sıcaklıkları farklı iki cismin birbirine değmesi sonucu ısı alış verişi olması ve bir süre sonra bu ısı alışverişinin durduğu an bir denge durumudur? Niçin inşaatlarda izolasyon yaparız? Yazları niçin terleriz yada kışları neden kalın elbise giyeriz?

Kefeli terazide bir şey tartarken kefelerin aynı hizada kalması bir denge midir? Burada dengeyi sağlayan şey nedir? Aldığınız mal ile tartımda kullanılan ağırlıkların kütleleri birbirine eşit mi? Dengeye ulaştığında kefeleler hareket eder mi? Kefeler hareket etmediğine göre nasıl bir dengedir? (statik durağan bir dengedir) Burada meydana gelen olaylar kimyasal mıdır? Burada verilen olaylar kimyasal olmadığına göre verilen bu örneklerdeki dengeler fiziksel ve statik dengedir.

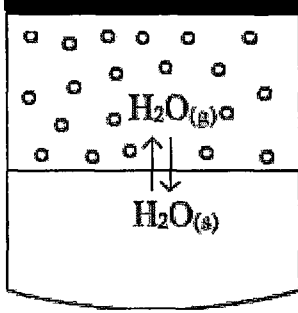
Bir cam behere konulan suyun bir süre sonra azaldığı gözlenmiştir. Sizce bunun nedeni ne olabilir? (buharlaşma) $\text{H}_2\text{O}(\text{s}) \longrightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{g})$



Buharlaşmanın nasıl olduğunu düşünüyorsunuz?

Sabit sıcaklıkta su moleküllerinin toplam kinetik enerjileri sabittir. Ancak taneciklerin kinetik enerjileri farklıdır. Eğer böyle olmasa idi su buharlaşmazdı. Çünkü buharlaşması için yeterli enerjiye sahip olamazdı. Su molekülleri hareketli olduğundan birbirleri ile çarpışmalar bu çarpışma sonucunda molekülün birinden diğerine enerji aktarımı olur. Enerjisi yükselen su molekülü ise diğer su molekülleri ile kendisi arasındaki çekim kuvvetini yenerek buhar fazına geçer. Bu olay buharlaşmadır.

Eğer bu beherin ağzı kapatılırsa buharlaşma devam eder mi? Kaptı buharlaşmanın olduğunu nasıl ispatlarsınız? (kabın kenarlarında su damlacıklarının olması veya kabın üzerine bir parça buz konularak bir süre sonra kapakta su damlacıklarının olması). Buharlaşan su molekülleri hep buhar fazında mı kalır? Tanecikler hareketli olduğuna göre buhar fazında bulunan su molekülleri birbiri ile yada kabın çeperlerine çarparak enerjisini kaybederse ne olur? (yoğunlaşma olur). Yoğunlaşma olduğu



için buhar fazındaki tanecik sayısında azalma olmaz mı? Sabit sıcaklıkta suyun buhar basıncının sabit olduğu deneysel olarak biliniyorsa bu basıncın varlığını nasıl açıklarsınız? (örneğin 25 °C de suyun buhar basıncı 23,8 mm Hg dir).

O halde buhar basıncının sabit kalması için hem buharlaşma hem de yoğunlaşma olayı olmalıdır. Aynı zamanda da bu buharlaşma ile yoğunlaşma hızları birbirine eşit olmalı ki buhar basıncı sabit kalsın. Aksi durumda ise buhar basıncı sabit kalmaz. Sabit sıcaklıkta suyun buhar basıncı sabit olduğuna göre buharlaşma hızı ile yoğunlaşma hızı birbirine eşit olmalıdır.

Buharlaşma ve yoğunlaşma olayları devam ederken öyle bir an gelir ki birim zamandaki buharlaşma hızı, yoğunlaşma hızına eşit olur ve buharlaşma hızının yoğunlaşma hızına eşit olduğu bir denge kurulur. Bundan dolayı da sıvıların sabit sıcaklıkta buhar basınçları sabittir. (Burada kurulan dengede yalnızca buharlaşma hızı ile yoğunlaşma hızı birbirine eşittir. Buharın hacmi sıvının hacmine, buharın kütlesi sıvının kütlesine eşit değildir. Burada ürünler kabın üst tarafında girenler kabın alt tarafında gibi düşünülmemelidir. Bu benzetme yalnızca dengede hızların eşit olduğunu göstermek içindir.)

Buharlaşma hızının yoğunlaşma hızına eşit olduğu anda bir denge kurulur. Denge kurulduktan sonra buharlaşma ve yoğunlaşma olayları devam eder mi? Neden?

Burada meydana gelen olay kimyasal mıdır fiziksel midir? Su moleküllü ortamdan enerji aldı enerjisi yükselen su moleküllü buhar fazına geçti. Buhar fazına geçen su molekülleri de birbirleri ile veya camın çeperlerine çarparlar bu çarpışma sırasında enerjisini kaybeden su moleküllü tekrar su fazına döner. Bu sırada su moleküllünün yapısında bir değişme meydana gelir mi? Bu olayda değişen şey nedir? Sadece moleküller arası uzaklık ve moleküllerin enerjisi. O halde meydana gelen olay fizikseldir. Buharlaşma yoğunlaşma dengesi statik midir dinamik midir? Buharlaşma yoğunlaşma olayları sürekli devam ettiği için burada meydana gelen olay fiziksel ve dinamik bir dengedir.

Sıvı- buhar dengesi kurulduğu zaman; Sıvının hacmi ile buharın hacmi eşit midir? Sıvı fazın kütlesi ile buhar fazının kütlesi eşit midir?

Bir dengeden bahsetmek için sizce hangi şartlar sağlanmalıdır?

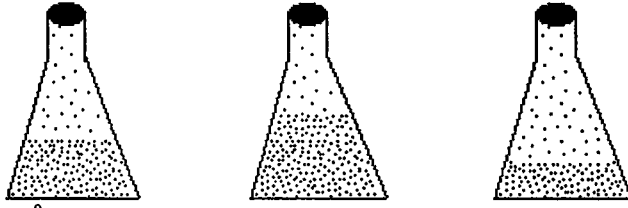
1- Kapalı bir kapta olmalı (hacim sabit)

2- Sıcaklık sabit olmalı

3- Basınç sabit olmalı

4- Dinamik olmalı (birbiriyle ilişkili zıt yönlü iki farklı olayın olması. Bu örnekte olduğu gibi kapta buharlaşma yoğunlaşma olayının olması)

Kapalı bir sistem deyince ne düşünüyorsunuz? Denge konusu öğrencilere tanıtılırken sık sık reaksiyonların kapalı kaplarda gerçekleştiğinden bahsedilir. Kapalı sistemin anlamı öğretmen tarafından vurgulanmazsa öğrenci gaz reaksiyonları için kapalı sistemi ağzı sıkı bir şekilde kapatılmış bir ilaç şişesine benzetirken çözünürlük dengesini ise ağzı açık kapta çözülmüş doymuş NaCl çözeltisi olarak görür. Burada “kapalı sistem” den kastedilen reaksiyon kabına madde girişi ve çıkışının olmadığı yalnızca ısı alış verişinin olduğu bir sistemdir.

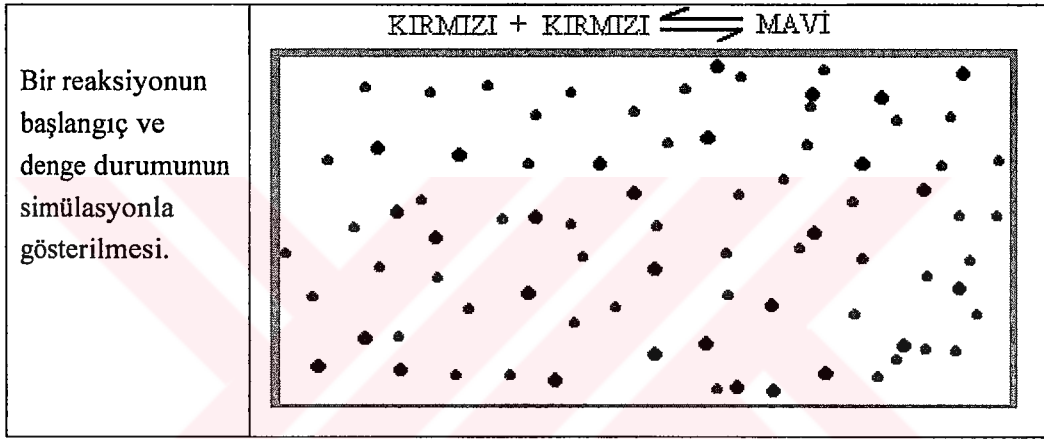


25 °C sıcaklıkta ve 1 atmosfer basınçta yukarıdaki kaplarda su bulunmaktadır. Bu sistemlerden hangisi veya hangileri dengededir?

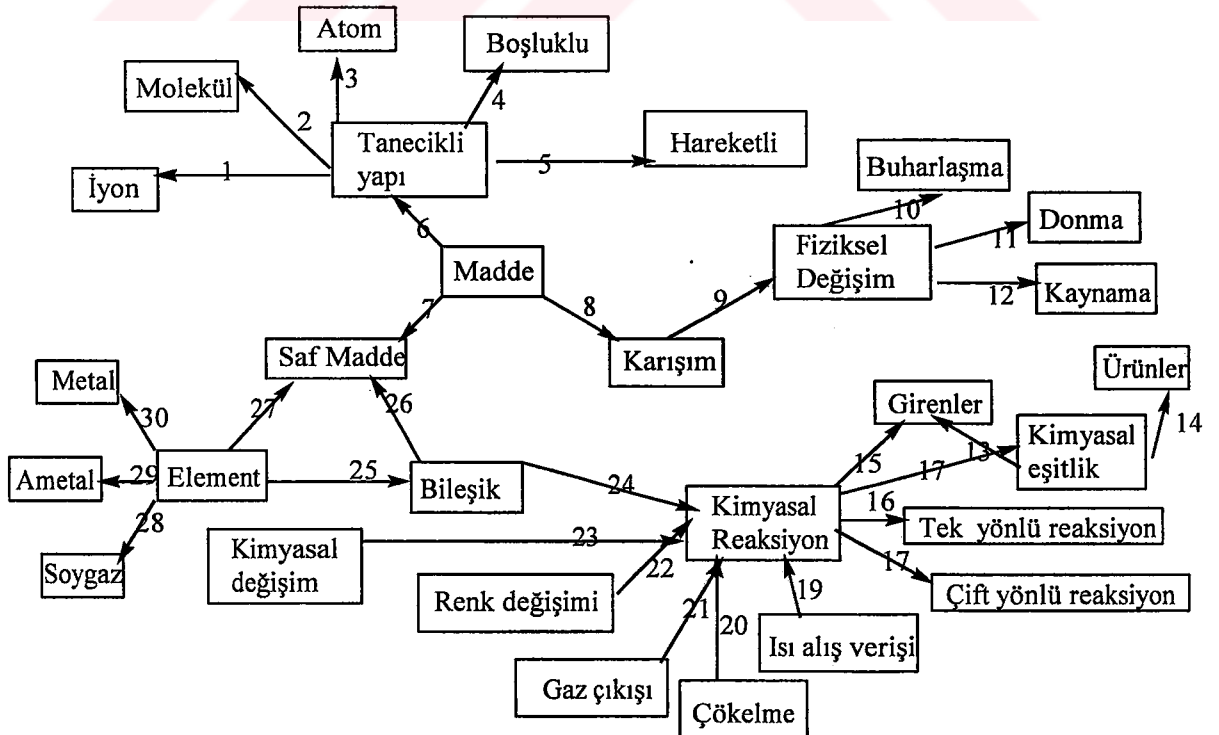
Tüm reaksiyonlar dengeye ulaşır mı?

i) Evet ii) Hayır

Cevabınızın nedenini açıklayınız.



Kavram haritası

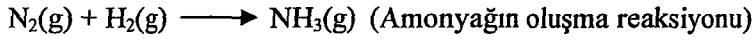


1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.
12.
13.
14.
15.
16.
17.
18.
19.
20.
21.
22.
23.
24.
25.
26.
27.
28.
29.
30.

Kimyasal denge nedir?

Şu ana kadar fiziksel statik dengeden ve fiziksel dinamik dengeden bahsedildi. Kimyasal denge denilince ne düşünüyorsunuz?

200 °C sıcaklıkta hacmi 1 litre olan kapalı bir reaksiyon kabına N₂ ve H₂ gazları konuluyor. Ne olmasını beklersiniz? (N₂ ile H₂ nin çarpışarak NH₃ oluşturmaması)



Reaksiyon kabına konulan azot ve hidrojen gazlarından herhangi biri bitinceye kadar reaksiyon devam eder mi? Neden biter veya bitmez?

Reaksiyon 4 mol hidrojen gazı ve 1 mol azot gazı ile başlatılsa idi N₂ gazı tamamen reaksiyona girer mi? veya yeteri kadar azot gazı ilave edilse H₂ gazı tamamen NH₃ gazına dönüşür mü? Alınan cevap evet ise: Yapılan deneysel ölçümlerde her üç gazın da ortamda bulunduğu görülmüştür. Bu durum hakkında ne düşünüyorsunuz? Aynı şartlarda günlerce bekletilse bile gazların derişimlerinin değişmediği deneysel olarak ölçülmüştür. Bunu nasıl izah edersiniz? Her üç gazın ortamda bulunması ya girenlerin tamamen ürünlere dönüşmediğini yada oluşan ürünlerin tekrar girenlere dönüştüğünü gösterir mi?

Bütün tanecikler hareketli olduğu için oluşan NH₃ molekülleri birbiri ile çarpışmaz mı? Çarpışma sonucunda ne olmasını beklersiniz? (NH₃ ün N₂ ve H₂ gazlarına parçalanmasını)



Reaksiyon kabında hem amonyakın oluşması hem de parçalanma reaksiyonu olduğu için reaksiyonun tersinir olduğunu göstermek için $\rightleftharpoons$ çift yönlü oklar kullanılır. Bu gösterim girenlerin ürünleri oluştururken ürünlerin de girenleri oluşturduğu anlamına gelir. O halde kapta meydana gelen reaksiyon $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$ şeklinde gösterilir.

Başlangıcında reaksiyon kabında hangi gazlar vardır? (N₂ ve H₂ gazları). Kaba N₂ ve H₂ gazları konulduğunda reaksiyon başlamadan önce ortamda NH₃ gazı var mıydı? (hayır yoktu.) N₂ ve H₂ gazlarını ortama bıraktıktan bir dakika sonra N₂ ve H₂ gazlarının çarpışarak NH₃ gazını oluşturduğunu biliyoruz. 1. dakikanın sonunda N₂ ve H₂ moleküllerinin sayısında bir değişme bekler misiniz? Neden? (Azalır çünkü N₂ ile H₂ molekülü çarpışarak NH₃ molekülünü oluşturmuştur.) N₂ ile H₂ moleküllerinin sayısında bir azalma oluyorsa N₂ ile H₂ moleküllerinin çarpışarak NH₃ molekülünü oluşturma hızı nasıl değişir? Neden? (N₂ ile H₂ moleküllerinin sayısında azalma olduğu için bu moleküllerin çarpışarak NH₃ molekülünü oluşturma hızı da azalır. O halde başlangıçta NH₃ ün oluşum hızı en fazladır.)

Başlangıçta ortamda NH₃ molekülü var mıydı? 1. dakikanın sonunda NH₃ molekülünün sayısında bir değişme oldu mu? (Başlangıçta NH₃ molekülü yoktu N₂ ile H₂ molekülleri çarpışarak NH₃ molekülünü oluşturduğu için NH₃ molekülünün sayısı arttı).

NH₃ moleküllerinin sayısında bir artma olması bu moleküllerin birbiri ile çarpışma ihtimalini nasıl değiştirir? (kinetik teoriye göre tanecik sayısının artması çarpışma sayısını artırır. çarpışma sayısının artması ise reaksiyonla sonuçlanabilecek çarpışmaların sayısını artırır) NH₃ moleküllerinin çarpışarak N₂ ve H₂ moleküllerine parçalanma hızı nasıl değişir? (molekül sayısı arttığı için artar) Başlangıçta nasıldı? (başlangıçta NH₃ molekülü olmadığı için NH₃ ün N₂ ve H₂ ye parçalanma hızı sıfırdır. NH₃ molekül sayısı arttıkça parçalanma hızı da artar.)

Reaksiyonun başlangıcından 10. dakikaya kadar olan süreyi göz önüne alınız N_2 ve H_2 moleküllerinin sayısında nasıl bir değişim beklersiniz? Neden? (azalır)

Reaksiyonun başlangıcından 10. dakikaya kadar olan sürede N_2 ve H_2 moleküllerinin NH_3 gazını oluşturma hızı nasıl değişir? Neden? (azalır, tanecik sayısı azaldığı için)

10. dakikaya kadar olan sürede NH_3 molekülü sayısı nasıl değişir? (artar)

10. dakikaya kadar olan sürede NH_3 molekülün N_2 ve H_2 moleküllerine parçalanma hızı nasıl değişir? (başlangıçta hızı sıfırdı, zamanla ortamda NH_3 molekülünün sayısı arttıkça parçalanma hızı da artar.)

Bu sonuçlara göre reaksiyonun başlangıcından itibaren N_2 ve H_2 moleküllerinin NH_3 molekülünü oluşturma hızı zamanla azalırken NH_3 molekülünün de N_2 ve H_2 moleküllerine parçalanma hızı artıyor. Öyle bir an geliyor ki N_2 ve H_2 moleküllerinin NH_3 molekülünü oluşturma hızı ile oluşan NH_3 moleküllerinin de N_2 ve H_2 moleküllerine parçalanma hızı birbirine eşit oluyor ki işte bu durum denge halidir. Denge, girenlerin ürünlere dönüşüm hızı ile ürünlerin girenlere parçalanma hızının eşit olduğu durumdur.

Bu kapta gerçekleşen olay fiziksel midir? kimyasal mıdır? (kimyasaldır çünkü N_2 ve H_2 gazlarından NH_3 gazı oluşmuştur). Denge durumuna ulaşıldığında Amonyakın oluşması ve parçalanması durur mu? Bütün tanecikler hareketlidir. Hareketli olduğu içinde kapta tanecikler birbirleri ile çarpışacak bu çarpışmalar sonucunda da amonyakın oluşması ve parçalanması devam edecektir. Denge durumunda bu parçalanma ve oluşması devam ettiği için denge dinamiktir. Dengede oluşma hızı ile parçalanma hızı birbirine eşit olduğundan dengedeki türlerin derişimi sabit kalır. Çünkü birim zamanda oluşan amonyak ile birim zamanda parçalanmış amonyak molekülünün sayısı aynı olduğundan derişim değişmez (Bunun anlamı aynı amonyak molekülün parçalanması ve aynı N_2 ve H_2 gazlarından NH_3 gazı oluşması anlamını taşımaz. Kabin herhangi bir yerinde NH_3 gazı parçalanırken başka bir yerde de N_2 ve H_2 gazlarının NH_3 gazını oluşturmalarıdır). Dengede eşit olan yalnızca hızlardır.

Denge durumunda makroskobik ve mikroskobik olarak neler gözlemlersiniz? Yani imkanınız olsaydı da kapta gerçekleşen olayları tanecik boyutunda (kapta bulunan, H_2 ve N_2 NH_3 moleküllerinin tek tek görebilseydiniz) görme şansınız olsaydı neler olmasını beklerdiniz?

Bir reaksiyonun başlangıcından dengeye ulaşıncaya kadar geçen süreçte ne gibi değişimlerin olmasını beklersiniz? Neden?

Bu durumu şöyle bir analogi ile anlatabiliriz. Bir arı kovanı düşünün ve bir kişinin de arı kovanının yanına oturarak kovana giren ve çıkan arıları saydığını farz edin.

Analog: Arı kovanı	Hedef kavram: Dengeye ulaşıncaya kadar ileri ve geri yöndeki reaksiyon hızı ve dengedeki türlerin derişimi derişim.
Özellikler:	Özellikler:
Paylaşılan Özellikler	
1- Şafakta bütün arılar içerdedir ve herhangi bir hareket yoktur.	1. Reaksiyonun başlangıcında ortamda yalnızca girenler vardır. Henüz ürün oluşturmamıştır.
2- Kısa bir süre sonra dışarıya doğru tek taraflı bir hareket vardır.	2. Kısa bir süre sonra girenler çarpışarak ürünleri oluşturur. Başlangıçta ortamda ürün olmadığı için reaksiyonun ilk başladığı anda geri yöndeki reaksiyon

	hızı sıfırdır.
3- Biraz sonra birkaç arı kovana döner fakat daha fazlası terk eder.	3. Ürün derişimi az olduğu için tekrar girenlere parçalanma hızı düşüktür. Ama girenlerin derişimi daha fazla olduğu için ileri yöndeki reaksiyon hızı geri yöndeki reaksiyon hızından büyüktür.
4- Öğleye doğru birim zamanda kovana giren ve kovandan çıkan arıların sayıları eşit olur ve kovandaki arıların sayısı sabit kalır.	4- Bir süre sonra ürün derişimi arttığı için geri yöndeki reaksiyon hızı da artar ve ileri yöndeki reaksiyon hızı geri yöndeki reaksiyon hızına eşit olduğunda denge kurulur. Denge kurulduğu anda dengedeki türlerin derişimi sabit kalır.
Paylaşılamayan özellikler	
1- Arı kovanında hareket eden arılardır	1-Reaksiyonlarda hareket eden taneciklerdir.
2- Arılar içgüdüsel olarak hareket ederler	2- Kimyasal reaksiyonlardaki taneciklerin hareketi sahip olduğu kinetik enerjiden dolayıdır.
3- Arılar içgüdüsel olarak bal yapmak için çalışırlar.	3- Kimyasal reaksiyonlarda tanecikler minimum enerji ve maksimum düzensizliğe ulaşmak için reaksiyona girerler.

Bir kimyasal reaksiyon dengeye ulaştıktan sonra ileri ve geri yöndeki reaksiyonlar durur mu? Neden? Bunu nasıl ispatlayabilirsiniz? Sabit sıcaklıkta ve kapalı bir kapta katısı ile dengede bulunan AgI çözeltisi hazırlayalım. Sistem dengede iken bir miktar radyoaktif iyot içeren AgI'ün doymuş çözeltisinden hazırladığımız çözeltiye ilave edelim. Sistem dengeye ulaştıktan sonra ileri ve geri yöndeki reaksiyonlar durmuş ise yalnızca çözeltide radyoaktif özellik görülecektir. Ancak yapılan ölçümlerde katı AgI radyoaktif özellik gösterdiği gözlenmiştir. Bu durumu nasıl açıklarsınız? Eğer ileri ve geri yöndeki reaksiyonlar denge durumunda durmuş olsaydı katı AgI radyoaktif özellik gösterir miydi? O halde sistem dengede iken bir miktar katı çözünerek iyonlarına ayrışırken çözelti fazındaki iyonlarda katı faza dönüyor demektir. Çünkü dipte kalan katının miktarı ve çözeltideki iyon derişiminin değişmediği ölçülmüştür. Bu durum da çözünme ve katı oluşturma hızının aynı anda olduğunu gösterir.

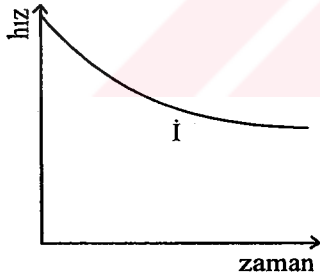


Girenlerin karıştırılmasından itibaren reaksiyon dengeye ulaşınca kadar ileri yöndeki reaksiyon hızı zamanla artar ve sistemin dengeye gelmesi için geri yöndeki reaksiyon hızı azalır.

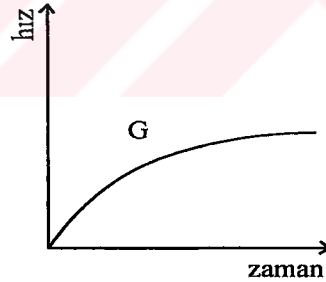


Böyle bir düşünce yanlıştır. Reaksiyon hızını etkileyen faktörleri hatırlayınız. Derişim reaksiyon hızını etkileyen faktörlerden biridir. Derişimdeki artış birim zamandaki çarpışma sayısının artmasına dolayısıyla da reaksiyonla sonuçlanabilecek çarpışmaların artmasına neden olduğu için reaksiyon hızını artırır. Derişimdeki azalmada ise birim zamanda meydana gelebilecek çarpışmalar azaldığı için reaksiyon hızı azalır. Bir reaksiyon başladıktan bir süre sonra girenler çarpışarak ürünleri oluşturduğu için ürünlerin derişimi artarken girenlerin derişimi de azalır. Reaksiyonun başlangıcından dengeye gelinceye kadar girenlerin derişimi azaldığı için ileri yöndeki reaksiyon hızı azalır. Reaksiyonun başlangıcında ortamda ürün oluşmadığı için geri yöndeki reaksiyon hızı sıfırdır. Reaksiyon oluşmaya başlayınca ürünlerin derişimi artmaya başladığı için ürünlerin girenlere dönüşme hızı da artacaktır. Dolayısıyla reaksiyon dengeye gelinceye kadar geri yöndeki reaksiyon hızı da artar. Reaksiyonun başlangıcında ileri yöndeki reaksiyon hızı en fazla iken geri yöndeki reaksiyon hızı en yavaştır. Reaksiyon dengeye geldiği zaman ileri ve geri yöndeki reaksiyon hızı eşittir.

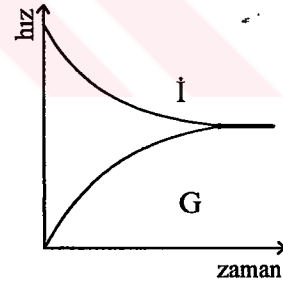
Girenlerin ürünleri oluşturma hızı ile ürünlerin girenlere dönüşme hızını bir grafik üzerinde gösteriniz neden böyle çizdiğinizi açıklayınız.



İleri yöndeki reaksiyon hızının zamanla değişimi



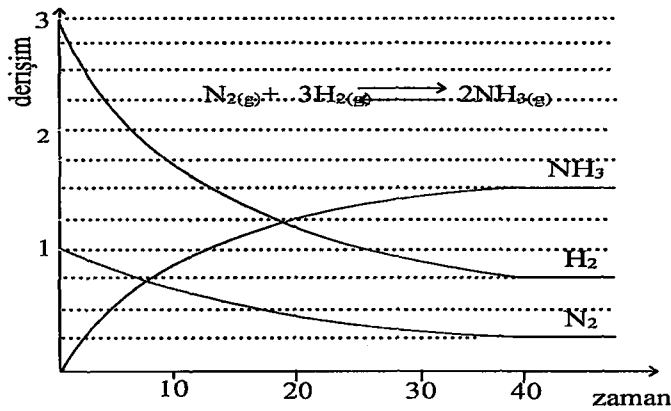
Geri yöndeki reaksiyon hızının zamanla değişimi



İleri ve geri yöndeki reaksiyon hızının zamanla değişiminin aynı grafik üzerinde gösterilmesi

- Amonyagın oluşum hızı (ileri yöndeki reaksiyon hızı) ne zaman en hızlı olur? Neden?
- Amonyagın parçalanma hızı (geri yöndeki reaksiyon hızı) ne zaman en hızlı olur? Neden?
- İleri yöndeki reaksiyon hızı ne zaman en yavaştır? Neden?
- Geri yöndeki reaksiyon hızı ne zaman en yavaştır? Neden?
- İleri ve geri yöndeki reaksiyon hızları ne zaman eşit olur?

Girenlerin ve ürünlerin derişimlerdeki değişimi bir grafik üzerinde gösteriniz neden böyle çizdiğinizi açıklayınız.



- Denge ne zaman kurulur?
- Denge kurulduğu zaman ne eşit olur?
- Denge kurulduğu zaman moleküler düzeyde neler olur?
- Reaksiyonun başlangıcındaki $[NH_3]$, $[N_2]$ ve $[H_2]$ derişimlerini bulunuz.

- Reaksiyon dengeye ulaştığı zaman $[NH_3]$, $[N_2]$ ve $[H_2]$ nin dengedeki derişimlerini bulunuz.
- 10. dakikada ileri ve geri yöndeki reaksiyon hızlarından hangisi daha hızlıdır?
- 20. dakikadan sonra ileri ve geri yöndeki reaksiyon hızlarından hangisi artmıştır?
- 40. dakikadan sonra ileri ve geri yöndeki reaksiyon hızlarından hangisi artmıştır?
- İleri ve geri yöndeki reaksiyon hızları ne zaman eşit olur?
- Sistem dengeye gelmeden önce ileri ve geri yöndeki reaksiyon hızları eşit olur mu?
- Reaksiyonun başlangıcından sistem dengeye ulaşmaya kadar ileri ve geri yöndeki reaksiyon hızlarından hangisi azalmıştır?
- Reaksiyonun başlangıcından sistem dengeye ulaşmaya kadar ileri ve geri yöndeki reaksiyon hızlarından hangisi artmıştır?
- Sistem dengeye ulaştığında ileri ve geri yöndeki reaksiyon hızları nasıldır?

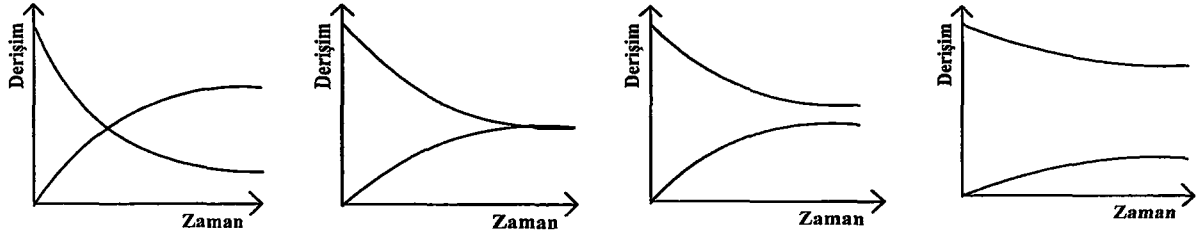


Bir kimyasal reaksiyon dengeye ulaştığı zaman girenlerin kütlesi, derişimi ve mol sayısı ürünlerin kütlesi, derişimi ve mol sayısına eşittir.

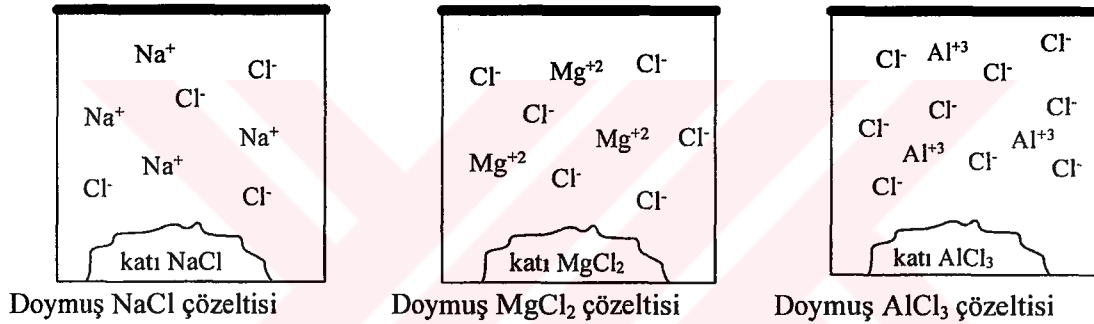


Böyle bir düşünce yanlıştır. Günlük hayatta bir nesnenin tartımında kullanılan terazide kefelerin aynı hizada bulunması bu düşünceyi destekler. Ancak bu fiziksel ve statik bir dengedir. Kimyasal dengede terazi kefelerinde olduğu gibi bir tarafta girenler diğer tarafta ürünlerin olduğu bir durum değildir. Girenler ve ürünler reaksiyon kabının her tarafında bulunabilirler. Çünkü bütün maddeler hareketli, boşluklu ve tanecikli doğaya sahip olduğundan tanecikler rasgele hareket ederek kabın her tarafında bulunabilirler. Ayrıca terazi dengesinde kefelerin kütleleri birbirine eşit olduğunda sistem durur. Kimyasal dengede ise reaksiyon dengeye ulaştığında ileri ve geri yöndeki dönüşümler oluşmaya devam eder. Çünkü hareketli tanecikler çarpışarak ürünleri oluştururken ürünlerde çarpışarak girenleri oluşturur. Denge durumunda bir eşitlikten bahsedilecekse oda ileri ve geri yöndeki reaksiyon hızlarının eşit olmasıdır.

Aşağıda derişim zaman grafikleri verilen sistemlerden hangisi veya hangileri dengededir? Cevabınızın nedenini açıklayınız. (Bu sitemlerin hepsi de dengededir. Yalnızca ürünlere dönüşüm oranı farklıdır.)



Sistem dengeye ulaştığında girenlerin ürünleri oluşturma hızı ile ürünlerin girenlere dönüşme hızı eşittir. Sistem dengeye ulaştıktan sonra bu dönüşümlerin durmadığını bir fiziksel denge olan doymuş sodyum klorür çözeltisi üzerine katı sodyum klorür ilave ederek açıklayınız. Doymuş çözelti nedir? İlave edilen katı sodyum klorür neden çözünmüştür? Çözeltideki sodyum klorür derişiminin değişmemesi ne anlama gelir? Çözünmeden kalan katı miktarında ilave ettiğiniz kadar tuzun olması ne anlama gelir?



Ayrıca denge durumunda meydana gelen değişimler bir simülasyonla gösterilmesi durumunda denge durumunda ileri ve geri yöndeki reaksiyonların devam ettiğini ve denge durumunda kabın bir tarafında girenler diğer tarafında ürünlerin olmadığını anlaşılmaya yardımcı olur.

Aktivite 1

1. Sınıf dört öğrenciden oluşan gruplara ayrıldı ve her gruba 40 bilye verildi.
2. Her grupta bir kişi girenleri, bir kişi ürünleri temsil etti ve iki kişi de tabloya gerekli bilgileri kayıt ve hesaplama işlemlerini yaptılar.
3. Girenleri temsil eden kişiye 40 tane bilye verilir fakat ürünleri temsil eden kişiye verilmez.
4. Girenleri temsil eden kişi ile ürünleri temsil eden kişi bilyelerini karşılıklı olarak değiştireceklerdir. Bu değişimde girenleri temsil eden kişi sahip olduğu bilyelerin yarısını ürünleri temsil eden kişiye verirken ilerleyen zamanda ürünleri temsil eden kişi de sahip olacağı bilyelerin dörtte birini girenleri temsil eden kişiye verecektir.
4. Ayrıca transfer işlemi yapılırken yarım bilyeye ihtiyaç duyulduğunda yarım bilye olmayacak şekilde bir tamamlama yapılır. (örneğin transfer edeceği miktar 2,5 ise 3 bilye transfer edecektir)

5. Kaydedici her takımın transfer etmesi için gereken miktarı hesaplayacak, kontrol edecek ve kaydedecektir.

6. Takım dinamik dengeye ulaşıldığına karar verdiğinde girenlerin ve ürünlerin bilye sayılarını hesaplayarak [ürünler]/[Girenler] oranını bulacaktır.

	TAKIM			
	GİRENLER		ÜRÜNLER	
	Toplam bilye sayısı	transfer edilen bilye sayısı	transfer edilen bilye sayısı	Toplam bilye sayısı
Başlangıç	40			0
1. Transfer		20	0	
Sonuç	20			20
2. Transfer		10	5	
Sonuç	15			25
3. Transfer		7,5=8	6,25=6	
Sonuç	13			27
4. Transfer		7	7	
Sonuç	13			27
5. Transfer		7	7	
Sonuç	13			27

Öğrenciler bilyeleri değiş tokuş yaptıkları halde derişimin aynı kaldığını fark ederler. [ürünler]/[Girenler] oranı yaklaşık iki birim olarak bulunur (27/13).

Bu aktivite ile bir kimyasal reaksiyon dengeye ulaşırken ve denge durumunda aşağıdaki özelliklerin öğrenilmesi amaçlanmıştır.

1. Reaksiyon dengeye gelirken girenlerin ve ürünlerin derişimleri ile ileri ve geri yöndeki reaksiyon hızlarının nasıl değiştiğini görmeleri
2. Sistem dengede iken ileri ve geri yöndeki reaksiyon hızlarının birbirine eşit olduğunu ve şartlarda bir değişme olmadığı zaman ileri ve geri yöndeki reaksiyonların olmasına rağmen ileri ve geri yöndeki reaksiyon hızlarının değerlerinin değişmediğini görmeleri.
3. Sistem dengede iken aynı koşullarda girenler ile ürünlerin derişimlerinin sabit olduğunu ve zamanla değişmediğini görmeleri.
4. Girenlerin tamamının ürünlere dönüşmediğini yalnızca girenlerin belirli bir oranda ürünlere dönüştüğünü görmeleri.

Analog: bilyeler	Hedef: dengede durumunda ileri ve geri yöndeki reaksiyon hızları ve derişimlerin sabit kalması
Paylaşılan özellikler	
1- Başlangıçta yalnızca girenler takımında bilye vardır.	1- Reaksiyonun başlangıcında ortamda yalnızca girenler vardır.
2- Transfer edilen bilye sayısı başlangıçta en fazladır. Daha sonraki transferlerde bilye sayısı azalıyor.	2- İleri yöndeki reaksiyon hızı başlangıçta en fazladır. Girenlerin derişimi azaldığı için zamanla azalır
3- Başlangıçta ürünler takımının transfer ettiği	3-Reaksiyonun ilk başladığı anda ortamda ürün

bilye sayısı sıfırdır.	olmadığı için geri yöndeki reaksiyon hızı sıfırdır.
4- Ürünler takımının transfer ettiği bilye sayısı zamanla artıyor.	4-Reaksiyon başladıktan sonra ürün derişimi zamanla arttığı için geri yöndeki reaksiyon hızı da zamanla artar.
5- Bir süre sonra alınan ve verilen bilye sayıları eşittir.	5-Bir kimyasal reaksiyon dengeye ulaştığı zaman ileri ve geri yöndeki reaksiyon hızları eşit olur.
6- Gruplar arasında bilye alış veriş deva etmesine rağmen girenler ve ürünler takımının bilye sayısı değişmiyor.	6-Bir kimyasal reaksiyon dengeye ulaştığı zaman ileri ve geri yöndeki reaksiyonların olmasına rağmen girenlerdeki ve ürünlerdeki türlerin derişimi değişmez.
Paylaşılamayan özellikler	
1- Bilyelerin hepsi aynı büyüklüktedir.	1- Reaksiyondaki taneciklerin büyüklükleri farklıdır.
2- Girenler ve ürünleri aynı bilyeler temsil etmektedir.	2- Reaksiyonlarda oluşan ürünler girenlerden farklı kimyasal özelliklere sahiptir.
3- Girenler bir tarafta ürünler diğer taraftadır.	3- Kimyasal dengede ise girenler ürünler bir kap içinde karışmış durumdadır girenler veya ürünler kabın her tarafında olabilir.

AKTİVİTE 2

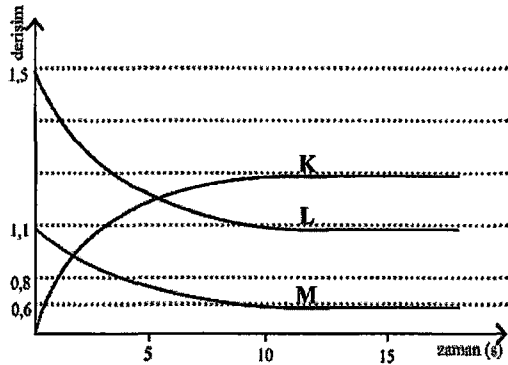
Aktivite 2 de sıcaklığın aynı olduğunu kabul ederek aktivite 1’de yapılan işlemler yapılır. Yalnız bu defa başlangıçta 40 bilye girenleri temsil eden kişiye ve 20 bilye ürünleri temsil eden kişiye verilerek transfer işlemlerine devam edilir.

	TAKIM			
	GİRENLER		ÜRÜNLER	
	Toplam bilye sayısı	transfer edilen e sayısı	transfer edilen bilye sayısı	Toplam bilye sayısı
Başlangıç	40			20
1. Transfer		20	5	
Sonuç	25			35
2. Transfer		13	9	
Sonuç	21			39
3. Transfer		11	10	
Sonuç	20			40
4. Transfer		10	10	
Sonuç	20			40
5. Transfer		10	10	
Sonuç	20			40

Sabit sıcaklıkta sadece girenler yerine bir miktar girenler ve bir miktar ürünlerle başlamamıza rağmen yine de dinamik dengeye ulaşıldı.

[ürünler]/[Girenler] oranı yine iki birimdir (40/20). Sabit sıcaklıkta bu oranın değişmediğine dikkat ediniz.

Bu aktivite ile bir kimyasal tepkimenin ortama yalnızca girenlerin eklenmesiyle dengeye ulaşılmadığını bir miktar girenlerden bir miktar ürünlerden eklenmesi durumunda da dengeye ulaşabileceğini görmeleri sağlamak için uygulanmıştır.



* Böyle bir grafiğe bakarak hangilerinin girenler hangilerinin ürünler olduğunu nasıl anlarız?

* Bu grafiğe göre reaksiyon denklemini yazınız.

* Grafiğe bakarak reaksiyonun ne zaman dengeye ulaştığını anlayabilir miyiz?

* 13. dakikadan sonra grafik neden düz çizilmiştir?

$\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$ reaksiyonunda amonyağın oluşum reaksiyonunun hız denklemini yazınız. Amonyağın oluşum hızı N_2 ile H_2 gazlarının çarpışarak NH_3 gazını oluşturma hızıdır. Bu oluşum hızına da ileri yöndeki reaksiyon hızı denir.

$$V_{(i)} = k_i [\text{H}_2]^3 [\text{N}_2]$$

Amonyağın parçalanma reaksiyonunun hız denklemini yazınız. Amonyağın parçalanma hızı NH_3 gazının çarpışarak N_2 ile H_2 gazlarını oluşturma hızıdır. Bu parçalanma hızına da geri yöndeki reaksiyon hızı denir.

$$V_{(g)} = k_g [\text{NH}_3]^2$$

Kimyasal denge ileri ve geri yöndeki reaksiyon hızlarının eşit olduğu bir durumdur.

$$V_{(i)} = V_{(g)} \quad (\text{dengede})$$

$$k_i [\text{H}_2]^3 [\text{N}_2] = k_g [\text{NH}_3]^2$$

Bir kimyasal reaksiyonda reaksiyon kabında ileri yönde ve geri yönde olan reaksiyonlar var mıdır?

$\text{PCl}_5(\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$ reaksiyonunu için ileri ve geri yöndeki reaksiyonları yazınız.



Bir denge reaksiyonunda girenlerden birinin aşırı ilavesi diğerini tamamen bitirilebilir.



Böyle bir düşünce yanlıştır. Girenlerin tamamen ürünlere dönüştüğü reaksiyonlara açık havada yanma reaksiyonları örnek verilebilir. Ancak bir denge reaksiyonunda girenler ürünleri oluştururken oluşan ürünlerde bozunarak tekrar girenlere dönüşür. Bir denge reaksiyonunda dengedeki türlerden herhangi birinin derişimi çok az veya çok fazla olabilir ama asla sıfır olamaz. Çünkü denge reaksiyonunda ileri ve geri yöndeki reaksiyonlar oluşmaya devam ettiği için dengedeki hiçbir türün derişimi tamamen sıfır olamaz.



Denge durumunda ileri yöndeki reaksiyon bittikten sonra geri yöndeki reaksiyon başlar.



Böyle bir düşünce yanlıştır. Bu düşünceyi ders anlatımı sırasında dengedeki reaksiyon hızlarının gösterimi sırasında kullanılan analogiler “iki bardaktan birbirine su akışı, veya sarkacın salınımına benzetilmesi” destekler. Reaksiyonun başlangıcında ortamda ürün olmadığı için girenler ürünleri oluşturur ama ürün oluşur oluşmaz da birbirleri ile çarpışarak tekrar girenleri oluşturur. Denge durumunda ise ileri yöndeki reaksiyon hızı ile geri yöndeki reaksiyon hızı eşit ve aynı anda olur. Eğer böyle olmasaydı dengedeki türlerin derişimi bir azalır bir artardı. Fakat yapılan ölçümlerde dengedeki türlerin derişiminin hiç değişmediği gözlenmiştir. O halde ileri ve geri yöndeki reaksiyon hızları eşit, zıt yönlü ve aynı anda olur.



Sistem dengede iken dengedeki türlerin derişimi sürekli değişir.



Böyle bir düşünce yanlıştır. Bu düşünce dengedeki reaksiyon hızlarının bir sarkaca benzetilmesi sonucu ortaya çıkar ve önce ileri yöndeki reaksiyon olur sonra geri yöndeki reaksiyon olursa dengedeki türlerin derişimi sürekli bir artar bir azalır sonucu ortaya çıkar. Fakat dengede ileri ve geri yöndeki hızlar aynı anda olduğu için dengedeki türlerin derişimi değişmez sabit kalır. Yani her hangi bir anda girenlerden biri ürünlere dönüşürken kabın herhangi bir yerinde de ürünlerden bir girenler dönüşür. Bu dönüşüm hızları eşit olduğu için türlerin derişimi sabit kalır.



Sistem dengeye yaklaşırken ileri yöndeki reaksiyon hızı ile geri yöndeki reaksiyon hızı aynı olur.



Böyle bir düşünce yanlıştır. Reaksiyon başladıktan sonra ileri yöndeki reaksiyon hızı azalırken geri yöndeki reaksiyon hızı artar. Sistem dengeye gelmeden önce bu hızlar eşit değildir. Reaksiyonun başlangıcından itibaren sistem dengeye gelinceye kadar ileri yöndeki reaksiyon hızı geri yöndeki reaksiyon hızından büyüktür. Yalnızca sistem dengeye ulaştığı zaman ileri yöndeki reaksiyon hızı geri yöndeki reaksiyon hızına eşit olur.

Reaksiyonun başlangıcından sistem dengeye ulaşmaya kadar ki zamanda ileri ve geri yöndeki reaksiyon hızlarının nasıl değiştiğini ne zaman eşit olduğunu reaksiyon hızı-zaman grafiğine bakarak da görebiliriz.

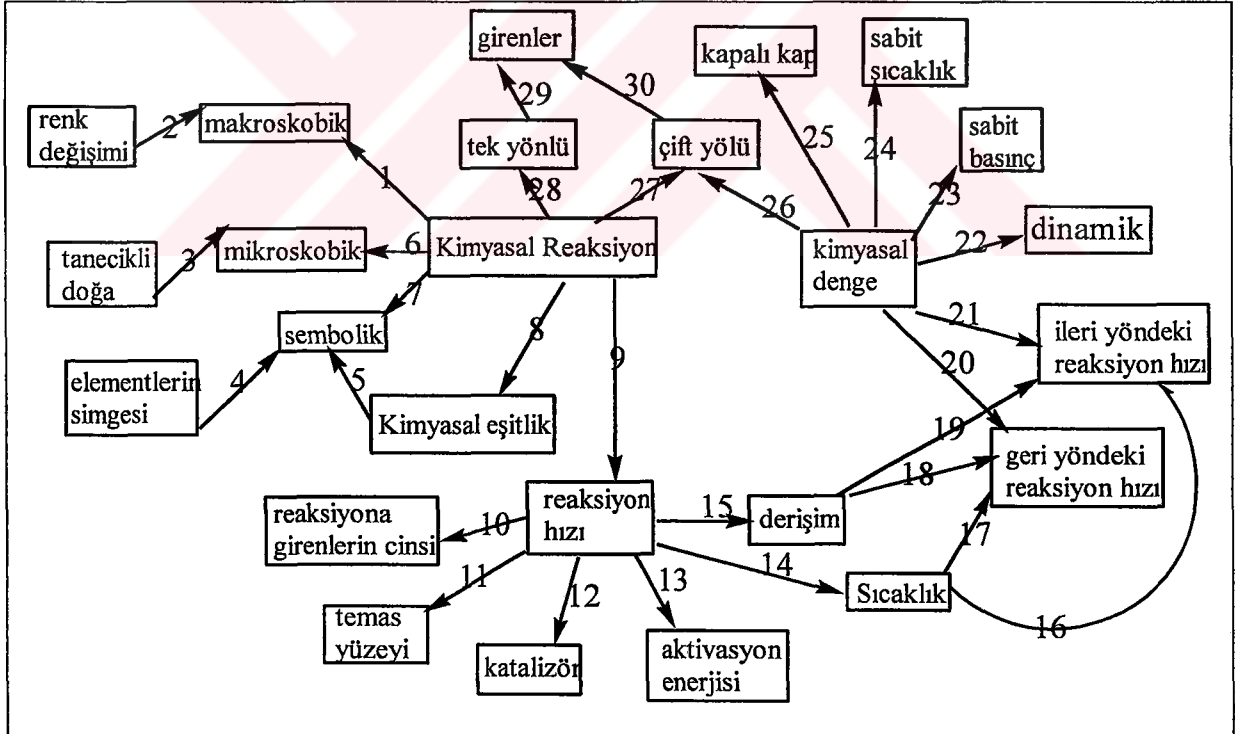


Bir denge reaksiyonunda yalnızca türlerden herhangi birinin derişiminin bilinmesi durumunda dengedeki diğer türlerin derişimi bulunabilir. Böyle bir düşünce yanlıştır.



Bir denge reaksiyonunda girenlerin tamamı ürünlere dönüşmediği için böyle bir yaklaşım yanlıştır. Denge reaksiyonlarında girenlerin belirli bir oranı ürünlere dönüştüğü için bu oran bilinmeden yalnızca bu veri kullanılarak dengedeki diğer türlerin derişimi bilinemez.

Kavram haritası



1.
2.
3.
4.

5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.
12.
13.
14.
15.
16.
17.
18.
19.
20.
21.
22.
23.
24.
25.
26.
27.
28.
29.
30.

özet

1. Denge şartlarında tüm kimyasal reaksiyonlar tersinirdir. Bunun anlamı girenlerin çarpışarak ürünleri oluşturduğu gibi ürünlerin de çarpışarak girenleri oluşturabilmesidir.
2. Reaksiyonlar “ileri” ve “geri” reaksiyon şeklinde gösterilir. Gerçekte kimyasal reaksiyonların ileri ve geri yönü yoktur. Girenlerin ürünleri oluşturmaya ileri yöndeki reaksiyon, ürünlerin bozunarak girenleri oluşturmaya da geri yöndeki reaksiyon denir.
3. Kimyasal denge ileri ve geri yöndeki reaksiyon hızlarının eşit olduğu durumdur. (dengede girenlerin oluşum hızı ürünlerin girenlere dönüşüm eşittir)
4. Bir kimyasal reaksiyon dengeye ulaştığı zaman aşağıdaki ifadeler doğrudur.
 - * İleri ve geri yöndeki reaksiyon hızları eşittir.
 - *. Dengedeki türlerin derişimi sabittir
 - *. Dengedeki türlerin derişimi çok az veya çok fazla olabilir ama asla sıfır olamaz.
 - *. Dengede makroskobik olarak bir değişim gözlenmezken mikroskobik olarak ileri ve geri yöndeki reaksiyonlar devam eder.
5. Bu durum dinamik denge olarak adlandırılır.
6. Başlangıç derişimleri değişir fakat dengeye ulaşıldığı zaman tüm türlerin derişimi sabittir. Bu nedenle reaksiyon karışımındaki türlerin derişimi sabit ise sistem dengeye ulaşmış demektir.

Denge sabiti ifadesi ve denge sabiti

Bir firma yıllık net üretimini nasıl hesaplar? Aynı hammaddeyi kullanan iki tane bilgisayar firması düşünün bunlardan biri aylık 10 tane bilgisayardan 8 tanesi hatasız, 2 tanesi ise hatalı bilgisayar üretsin; diğer firma ise 100 tane bilgisayardan 20 tanesi hatalı 80 tanesi ise hatasız bilgisayar üretsin. Bu firmaların hatasız bilgisayar üretme şansı $8/10=0.8$; $80/100=0.8$ dır. Bu firmaların bu şartlarda üretimi artırdığını düşünülelim birinci firma ayda 10 yerine 40 bilgisayar ürettiğini kabul edelim. Şartlar değişmediğine göre 40 bilgisayardan 8 hatalı 32 si ise hatasız olur. Yine hatasız bilgisayar üretme şansı $32/40=0.8$ olur. Yani verimi bu şartlarda hep 0.8 olur. Bu firma % 80 verimle çalışıyor demektir. Üretim sayısını artırmak bu şartlarda verimi artırmaz. Ancak üretim şartlarında bir değişme olduğu zaman hatasız bilgisayar üretme şansı artabilir.

Peki bir kimyasal reaksiyonda belirli bir sıcaklıkta reaksiyona girenlerin tamamı ürünlere dönüşür mü? Eğer dönüşmüyorsa ne kadarının ürünlere dönüştüğünü veya ne kadarının dönüştüğünü nasıl anlarız?

$N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ reaksiyonunda belirli bir sıcaklıkta 2 mol H_2 ve 4 mol N_2 den 3 mol NH_3 oluştu gibi bir ifade yerine reaksiyona giren azot veya hidrojen gazlarının belli bir sıcaklıkta ne oranda ürüne dönüştüğünü bilmemiz daha çok kolaylık sağlamaz mı? Her defasında şu kadar girenden bu kadar ürün oluştu yerine sabit sıcaklıkta girenlerin ne oranda ürünlere dönüştüğünü bilmemiz yetmez mi? Bu oranı bilmek için ne yaparız? Bilgisayar firması örneğinde olduğu gibi hatasız bilgisayar üretme oranı, hatasız bilgisayar sayısı/üretilen bilgisayar sayısıydı. Bu örnekte olduğu gibi oluşan ürünleri girenlere oranlasak olmaz mı?

$N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ reaksiyonu için, reaksiyon hızı konusunda öğrendiğiniz önceki bilgilerinizi kullanarak ileri ve geri yöndeki reaksiyonların hız ifadelerini yazınız. İleri yöndeki reaksiyonun hızı N_2 ile H_2 taneciklerinin çarpışarak NH_3 gazını oluşturma hızıdır. $V_{(i)}=k_i[H_2]^3[N_2]$ dir. Geri yöndeki reaksiyon hızı ise NH_3 taneciğinin H_2 ve N_2 taneciklerine parçalanma hızıdır. $V_{(g)}=k_g[NH_3]^2$ dir.

Hız ifadelerinde gördüğünüz (k_i , k_g , ve türlerin derişimleri) terimlerin anlamı nedir? k_i ve k_g hız sabitleri eşit olabilir mi? veya hangi faktörlere bağlıdır? Hız sabitinin maddenin cinsine bağlı olduğunu anlamak için, sabit sıcaklıkta tüm gazların taneciklerinin ortalama kinetik enerjilerinin aynı olduğu düşüncesinden yola çıkılır ve amonyak moleküllerinin kütlelerinin hidrojen ve azot moleküllerinin kütlelerinden farklı olduğu için amonyak moleküllerinin ortalama hızının hidrojen ve azot moleküllerinin ortalama hızlarından farklı olacağı sonucu çıkarılabilir. Bu durum iki yöne doğru olan tepkimelerin hız sabitlerinin farklı olacağını gösterir. Hız sabitinin sıcaklıkla değiştiğini açıklamak için ise derişimler sabit tutulup sıcaklık artırıldığında, ortalama kinetik enerji artacağı için, çarpışma frekansı ve tepkimeyle sonuçlanacak çarpışmaların oranı artacağı düşüncesinden hareketle reaksiyon hızının artacağı dolayısıyla hız sabitinin değerinin büyüyeceği sonucuna varılır.

$N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ reaksiyonu dengede iken ileri ve geri yöndeki hızların nasıl olabilir? Kimyasal denge ileri ve geri yöndeki reaksiyon hızlarının eşit olduğu durumdur.

Reaksiyon dengede ise $V_{(i)}=V_{(g)}$

$$k_i[H_2]^3[N_2]=k_g[NH_3]^2$$

sabitler aynı tarafta olacak şekilde düzenlenirse.

$\frac{K_i}{K_g} = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3}$ olur. $\frac{K_i}{K_g}$ oran başka bir sabit olan K ya eşittir. Buna denge sabiti denir ve K ile

gösterilir. $\frac{k_i}{k_g} = K = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3}$

Eğer denge sabiti derişimler cinsinden ifade ediliyorsa K_d , kısmi basınçlar cinsinden ifade ediliyorsa K_p , çözünürlük sabiti olarak ifade ediliyorsa K_{sp} , asitlik sabiti olarak ifade ediliyorsa K_a , bazlık sabiti olarak ifade ediliyorsa K_b olarak gösterilir.

$$K_d = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3} \quad K_d = \frac{\text{Ürünlerin derişimleri çarpımı}}{\text{Girenlerin derişimleri çarpımı}}$$

Denge sabiti ifadesinde görüldüğü gibi ürünlerin derişimi paya, girenlerin derişimi ise paydaya, reaksiyon denkleminde yer alan katsayılar ise derişim teriminin üssü olarak yazılmıştır.

Denge sabiti K belli bir sıcaklıkta girenlerin ne kadarının ürünlere dönüştüğünün göstergesidir. Denge sabitini hangi faktörler etkiler? Hız sabitini değiştiren faktörler denge sabitini de değiştirir. Çünkü denge sabiti hız sabitlerinin oranıdır (hız sabiti; katalizör, sıcaklık ve maddenin cinsine bağlıdır. Katalizör ileri ve geri yöndeki hız sabitlerini aynı oranda değiştirdiği için katalizörün denge sabiti üzerinde bir etkisi yoktur.) Bu nedenle bir tepkimenin denge sabiti yalnızca sıcaklıkla değişir.

$2NO(g) + Cl_2(g) \rightleftharpoons 2NOCl(g)$ reaksiyonunun denge sabiti ifadesini yazınız.

AKTİVİTE 3

Aktivite 3 de sıcaklığın 1. aktiviteden daha yüksek olduğu kabul edilir. Girenleri temsil eden kişiye 40 tane bilye verilirken ürünleri temsil eden kişiye bilye verilmez. Her bilye alışveriş işleminde girenler kendi bilyelerinin 3/4'ünü verirken ürünler ise bilyelerinin 1/8'ini vereceklerdir.

	TAKIM			
	GİRENLER		ÜRÜNLER	
	Toplam bilye sayısı	transfer edilen bilye sayısı	transfer edilen bilye sayısı	Toplam bilye sayısı
Başlangıç	40			0
1. Transfer		30	0	
Sonuç	10			30
2. Transfer		8	4	
Sonuç	6			34
3. Transfer		5	4	
Sonuç	5			35
4. Transfer		4	4	
Sonuç	5			35
5. Transfer		4	4	
Sonuç	5			35

Bu aktivite ile bir reaksiyonun sıcaklık artışı sonucu denge sabitinin nasıl değişeceği ve bu reaksiyonun ekzotermik veya endotermik olduğunun denge sabitindeki değişmeye bakılarak tahmin edilmesi gösterilecektir. $[\text{ürünler}]/[\text{Girenler}]$ oranının sıcaklıkla değiştiğine dikkat ediniz.

Bir reaksiyonun K_d denge sabitine bakarak o reaksiyon hakkında nasıl bir bilgi edinebiliriz?

$\text{CO(g)} + \text{Cl}_2\text{(g)} \rightleftharpoons \text{COCl}_2\text{(g)}$ reaksiyonunun denge sabiti ifadesini yazınız. Bu reaksiyonun 100 °C deki denge sabiti $4,57.10^9$ olarak veriliyor. Bu değer size neyi ifade eder? K_d'nin bu kadar büyük olması reaksiyonda girenlerin çoğunun ürünlere dönüştüğünü ve girenlerin derişimlerinin çok az olduğunu gösterir. Yani ortamda CO ve Cl₂ derişimleri oldukça az COCl₂ derişimi ise oldukça fazladır. (kabaca ortamdaki bir milyar CO ve Cl₂ moleküllerinden ancak biri reaksiyona girmemiş olarak düşünülebilir. Pratikte girenlerin binde birinden daha azı reaksiyona girmeden kalmışsa böyle reaksiyonlara tek yönlü biten reaksiyonlar denir. Ancak denge şartlarını sağlayan ortamlardaki bütün reaksiyonlar tersinirdir).

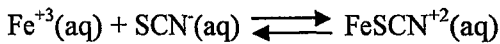
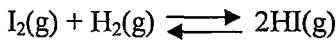
Denge sabitinin büyük olması reaksiyon hızının büyük olduğunu gösterir mi? Denge sabitinin büyük olması yada küçük olması reaksiyonun hızlı yada yavaş olduğu hakkında bilgi vermez. Bazı reaksiyonların hızları oldukça yavaş olmasına rağmen denge sabiti oldukça büyüktür. Araçlarda kullanılan benzin kaplarda saklanabilir çünkü oksijenle olan reaksiyon hızı normal şartlarda oldukça düşüktür. Ancak bir kıvılcım olduğunda oksijenle çok hızlı reaksiyona girerek tamamen ürünlere dönüşür. Reaksiyon hızı; reaksiyonun hızlı yada yavaş olduğunu gösterir. Denge ise girenlerin ne kadarının ürünlere dönüşüp dönüşmediğini gösterir.

$\text{N}_2\text{(g)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightleftharpoons 2\text{NO(g)}$ tepkimesi için denge sabiti ifadesini yazınız.

Bu tepkimenin 2000 °C deki denge sabiti K_d= $4,08.10^{-4}$ dür. Bu değer anlamı nedir? Bu değer girenlerin çok azının ürünlere dönüştüğünü gösterir. Yani ortamda N₂ ve O₂ derişimleri oldukça fazla iken NO derişimi ise oldukça azdır.

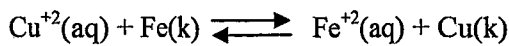
Homojen denge deyince ne anlıyorsunuz?

Bir reaksiyondaki girenler ve ürünlerin hepsi aynı fazda iseler böyle denge reaksiyonlarına homojen denge reaksiyonları denir.



Heterojen denge deyince ne anlıyorsunuz?

Bir reaksiyondaki girenler ve ürünlerin hepsi aynı fazda değilse birden çok faz bulunuyorsa böyle denge reaksiyonlarına heterojen denge reaksiyonları denir.



Şimdi de heterojen dengelerin denge sabiti ifadesini yazalım.

$\text{CaCO}_3\text{(k)} \rightleftharpoons \text{CaO(k)} + \text{CO}_2\text{(g)}$ reaksiyonunun denge sabiti ifadesini yazınız. Bu reaksiyon için denge sabiti ifadesi K_d=[CO₂] şeklinde yazılmışsa böyle yazılmasının nedeni sizce ne olabilir?

Reaksiyonun 1 litrelik bir kapta 1 mol CaCO₃ konularak başladığını var sayalım. Katıların hacmi konuldukları kabın hacmi değil de kendi öz hacimleri kadardır. 1 mol CaCO₃ ister bir litrelik kaba ister 10 litrelik kaba konulsun aynı hacmi kaplar. CaCO₃ ın yoğunluğu 2.7 g/cm³ tür. Bunun anlamı 1 cm³ CaCO₃ 2.7 gramdır. Mol kütlesi ise 100 gramdır. (1L=1000 cm³ 1cm³=1 mL 1dm³=1litre). Buna göre 1 cm³ = 0.001 L

Mol sayısı $n = \frac{g}{M_A}$ olduğundan $n = \frac{2.7}{100} = 0.027 \text{ mol}$ CaCO_3 vardır. Molarite $M = \frac{n}{V}$ olduğundan da $M = \frac{0.027}{0.001} = 27 \text{ molardır}$.

CaCO_3 in yarısının reaksiyona girdiğini düşünelim 2.7 gramın yarısı 1.35 gramdır. Hacmi ise 0.5 cm^3 yani $\frac{0.5}{1000} = 0.0005 \text{ L}$ olacaktır. $n = \frac{1.35}{100} = 0.0135 \text{ mol}$, $M = \frac{0.0135 \text{ mol}}{0.0005 \text{ L}} = 27 \text{ molar}$

Benzer şekilde 1 litre suyun derişimini bulalım. Suyun yoğunluğu 1 g/cm^3 olduğu için 1 L su = 1000g dır. Mol sayısı ise $n = \frac{1000}{18} = 55.55 \text{ mol}$ dir. $M = \frac{55.55 \text{ mol}}{1 \text{ L}} = 55.55 \text{ molar}$ dır. Suyu 1 litre değil de 100 mL alsaydık 100mL su= 100g dır. 100 mL de 0,1 litredir.

$n = \frac{100}{18} = 5.55 \text{ mol}$ dir. $M = \frac{5.55 \text{ mol}}{0.1 \text{ L}} = 55.55 \text{ molar}$ dır

Görüldüğü gibi katı ve sıvıların mol sayıları ile beraber hacimleri de değişeceğinden molar derişimleri değişmez. Katı ve sıvıların derişimleri sabittir.

Ama CaCO_3 ısıtıldığı zaman CO_2 gazı çıkmaya başlar (gazlar bulundukları kabın hacmini kaplar) Reaksiyon ilerledikçe ortamda CO_2 molekülü artacak hacim değişmediği için CO_2 gazının derişimi artacaktır. CO_2 gazının derişiminin sabit kaldığı an sistem dengeye ulaşmıştır.



Daha önceki öğrenilenlere göre bu reaksiyon için denge sabiti ifadesi;

$K' = \frac{[\text{CaO}][\text{CO}_2]}{[\text{CaCO}_3]}$ olmalıdır. Burada dengenin K' gibi yeni bir sabitle ifade edilmesinin nedeni gerçek denge sabiti K_d ile karışmaması içindir. Denge sabiti ifadesinde CaO ve CaCO_3 katı olduğu için derişimleri sabittir ve $\frac{[\text{CaO}]}{[\text{CaCO}_3]}$ oranı da sabit olur. Sabit değerler eşitliğin bir tarafında toplanırsa $\frac{K'[\text{CaCO}_3]}{[\text{CaO}]} = [\text{CO}_2]$ olur. $\frac{K'[\text{CaCO}_3]}{[\text{CaO}]}$ bu sabit değer K_d ile ifade edilirse $K_d = [\text{CO}_2]$ olur.

Bu reaksiyonun denge sabiti $K_d = [\text{CO}_2]$ şeklindedir. Bunun nedeni katıların derişimlerinin sabit bir değer olmasından ve bu sabit değer K_d içinde yer almasındandır.

Saf katıların ve saf sıvıların derişimleri sabit olduğundan denge sabiti ifadesine yazılmaz. Çünkü K_d değeri içinde saf katıların ve saf sıvıların derişim terimlerinin değerleri vardır.

550°C de 0.10 mol H_2 ve 0.10 mol I_2 gazları 10 litrelik bir kaba konuyor. Sistem dengeye geldiğinde HI ün mol sayısı 0.16 olarak ölçülüyor. Buna göre $\text{I}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g})$ reaksiyonu için 550°C deki denge sabitini hesaplayın.

$I_2(g) + H_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$		
Başlangıç :	0.10 0.10 0	
Değişim :	-0.008 -0.008 0.16	
Denge :	0.02 0.02 0.16	
Derişim :	0.02/10 0.02/10 0.16/10	

Denge sabiti ifadesi $K_d = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]}$ dir. Değerler yerine konulursa $K_d = \frac{(0,016)^2}{(0,002)(0,002)} = 64$

Derişim nedir? Mol ile molarite arasında ne fark vardır? Açıklayınız.

İki litrelik kapalı bir kaptaki 2 mol hidrojen gazı bulunmaktadır. Hidrojen gazının derişimini bulunuz. Kabin hacmi azaltılarak bir litreye indirilirse hidrojen gazının derişimi ne olur? Mol sayısında bir değişme olur mu? Mol sayısı sabit kaldığına göre derişimi neden arttı?

58,5 g yemek tuzu (NaCl) 100 mL suda çözülerek bir çözelti hazırlanıyor. Bu çözelti kaç molardır? Bu çözelti üzerine 100 ml su daha ilave edilerek toplam hacmi 200 ml olan bir çözelti hazırlanıyor. Bu çözeltinin derişimini bulunuz. Mol sayısında bir değişme oldu mu? Aynı çözelti bek alevinde ısıtılarak bir miktar su buharlaştırılarak 50 mL'lik bir çözelti hazırlanıyor. Çözeltinin derişimini bulunuz. Mol sayısı değişmezken derişim neden değişiyor? Açıklayınız.

Kısmi basınçlar cinsinden denge sabiti

Gaz reaksiyonlarında denge sabitini ifade ederken derişim terimleri yerine kısmi basınçlar kullanılabilir. Çünkü gazların kısmi basınçlarını ölçmek derişimlerini ölçmekten daha kolaydır. Gaz reaksiyonlarının denge sabiti kısmi basınçlar açısından ifade edilen denge sabiti K_p ile gösterilir. Buradaki p indisi denge sabitinin basınçlar türünden yazıldığını ifade eder. $aA(g) + bB(g) \rightleftharpoons eE(g) + dD(g)$ ortamdaki maddelerin hepsi gaz olduğundan toplam basınç belli ise her bir gazın tek başına yaptığı basıncı (buna kısmi basınç denir) bulabiliriz. K_p ve K_d arasındaki ilişkiyi derişim formülü ve ideal gaz denklemini kullanarak bulabiliriz. Örneğin a gazının derişimi

$[A] = \frac{n_A}{V}$ şeklinde yazılır. $P_A V = n_A RT$ den $P_A = \frac{n_A}{V} RT$ yazılabilir. Burada $\frac{n_A}{V}$ ifadesi A gazının

derişimini gösterir. $P_A = [A]RT$ şeklinde yazılabilir. $[A] = \frac{P_A}{RT}$ olur. Diğer gazlar için de benzer ilişki

yazılırsa $[B] = \frac{P_B}{RT}$, $[E] = \frac{P_E}{RT}$, $[D] = \frac{P_D}{RT}$ olur. Burada verilen P_A P_B P_D P_E her bir gazın dengedeki kısmi basıncıdır. Bu reaksiyonun derişim cinsinden denge sabiti ifadesini yazalım.

$K_d = \frac{[D]^d [E]^e}{[A]^a [B]^b}$ dir. Derişimi gösteren ifadelerin yerine basınçla bağlantılı olan ifade yazılırsa

$$K_d = \frac{\left[\frac{P_D}{RT}\right]^d \left[\frac{P_E}{RT}\right]^e}{\left[\frac{P_A}{RT}\right]^a \left[\frac{P_B}{RT}\right]^b} \quad \text{olur.} \quad \text{Denklem} \quad \text{düzenlenirse} \quad K_d = \frac{P_D^d P_E^e}{P_A^a P_B^b} \frac{\left[\frac{1}{RT}\right]^{d+e}}{\left[\frac{1}{RT}\right]^{a+b}}$$

$$K_d = \frac{P_D^d P_E^e}{P_A^a P_B^b} \left(\frac{1}{RT}\right)^{(d+e)-(a+b)} \text{ olur. } \Delta n = (d+e)-(a+b) \text{ şeklinde yazılırsa } K_d = \frac{P_D^d P_E^e}{P_A^a P_B^b} \left(\frac{1}{RT}\right)^{\Delta n} \text{ olur.}$$

$\Delta n = \text{Ürünlerin mol sayısı} - \text{Girenlerin mol sayısı}$ dır. Δn ifadesinde yalnızca gazların mol sayısı yer alır. Katı ve sıvıların mol sayıları yer almaz.

$$K_d = \frac{P_D^d P_E^e}{P_A^a P_B^b} \left(\frac{1}{RT} \right)^{\Delta n} \quad K_p = \frac{P_D^d P_E^e}{P_A^a P_B^b} \text{ olduğundan } K_d = K_p \left(\frac{1}{RT} \right)^{\Delta n} \text{ şeklinde yazılır.}$$

$K_p = K_d (RT)^{\Delta n}$ şeklinde yazılabilir. Bu ifadede K_p kısmi basınçlar açısından denge sabiti, K_d derişimler açısından denge sabiti, R = ideal gaz sabiti (0,082 veya 22,4/273), T = Kelvin cinsinden sıcaklıktır ($T = t^{\circ}\text{C} + 273$).

$2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g})$ reaksiyonun da 298°C (571 K) deki $K_p = 4.0 \cdot 10^{24}$ olduğuna göre bu reaksiyonun aynı sıcaklıktaki K_d sabitini bulunuz.

$\text{I}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g})$ reaksiyonu için $\Delta n = ?$

$\Delta n = \text{Ürünlerin mol sayısı} - \text{Girenlerin mol sayısı}$ ise $\Delta n = 2 - 2 = 0$ olur

$K_p = K_d (RT)^{\Delta n}$ ifadesinde Δn sıfır olursa $K_p = K_d (RT)^0$ olur. $(RT)^0$ ifadesi 1'e eşit olduğundan $K_p = K_d$ olur.

$\text{CaCO}_3(\text{k}) \rightleftharpoons \text{CaO}(\text{k}) + \text{CO}_2(\text{g})$ reaksiyonu için 800°C de $K_p = 0.22$ atm buna bu reaksiyonun K_d sabitini bulunuz

Denge sabiti ve denge kesri arasındaki ilişki

Denge kesri (Q)

$2\text{H}_2\text{S}(\text{g}) + 3\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) + 2\text{SO}_2(\text{g})$ reaksiyonunun belli bir sıcaklıktaki denge sabitinin sayısal değeri $K_d = 2,25$ dir. Bu sıcaklıkta 1 litrelik reaksiyon kabında 0,5 mol H_2S , 0,75 mol O_2 , 0,75 mol H_2O ve 0,75 mol SO_2 gazları belirlendiğine göre reaksiyonun dengede olup olmadığına ilişkin ne söylenebilir?

Reaksiyonun denge sabiti K_d , herhangi bir andaki derişimler oranı ise Q ile gösterilir.

$$K_d = \frac{[\text{H}_2\text{O}]^2 [\text{SO}_2]^2}{[\text{H}_2\text{S}]^2 [\text{O}_2]^3} \quad Q = \frac{[\text{H}_2\text{O}]^2 [\text{SO}_2]^2}{[\text{H}_2\text{S}]^2 [\text{O}_2]^3} \text{ eşitlikleri ile ifade edilir.}$$

Dikkat edilirse denge sabiti ifadesi ile denge kesri aynıdır. Ancak denge kesrinde kullanılan derişimler reaksiyonun her hangi bir anındaki derişimlerdir ve reaksiyon dengede değildir. Denge sabitinde kullanılan derişimler ise kesinlikle sistem dengeye ulaştıktan sonraki derişimlerdir. Reaksiyonun herhangi bir andaki $[\text{ürünler}]/[\text{girenler}]$ oranı

$$Q = \frac{[\text{H}_2\text{O}]^2 [\text{SO}_2]^2}{[\text{H}_2\text{S}]^2 [\text{O}_2]^3} \quad Q = \frac{[0,75]^2 [0,75]^2}{[0,5]^2 [0,75]^3} = 3 \quad K_d = 2,25 \text{ ve } Q = 3 \text{ olduğundan sistem dengede değildir.}$$

Q denge kesrinin bilinmesi neden önemlidir?

Q denge kesrinin bilinmesi reaksiyonun; 1. Dengede mi? 2. İleriye doğru mu? 3. Geriye doğru mu? Yürüyeceğini tahmin etmemize yardım eder.

$K_d = Q$ ise sistem dengededir.

$Q > K_d$ ise bizim örneğimizde olduğu gibi sistem dengede değildir. Sistemin dengeye ulaşması için nasıl hareket etmesi gerekir? (Q denge sabitinden büyük ise ürün derişimi büyüktür. Diğer bir ifadeyle

geri yöndeki reaksiyon hızı ileri yöndeki reaksiyon hızından büyüktür. Sistemin dengeye ulaşması için ileri yöndeki reaksiyon hızının geri yöndeki reaksiyon hızına eşit olmalıdır. Geri yöndeki reaksiyon hızı ileri yöndeki reaksiyon hızına eşit oluncaya kadar ürünlerin derişimi azalırken girenlerin derişimi artar. Dolayısıyla reaksiyonun girenler yönüne kayar.)

$Q < K_d$ ise sistem dengede değildir. Q denge sabitinden küçük ise girenlerin derişimi daha büyüktür. Diğer bir ifadeyle ileri yöndeki reaksiyon hızı geri yöndeki reaksiyon hızından büyüktür. Sistemin dengeye ulaşması için ileri yöndeki reaksiyon hızı geri yöndeki reaksiyon hızına eşit olmalıdır. İleri yöndeki reaksiyon hızı geri yöndeki reaksiyon hızına eşit oluncaya kadar girenlerin derişimi azalırken ürünlerin derişimi artar. Dolayısıyla reaksiyon ürünler yönüne kayar.)

Katsayıların Değişimi

$A(g) + B(g) \rightleftharpoons C(g) + D(g)$ reaksiyonu için denge sabitini bulalım

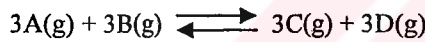
$$K_d = \frac{[C][D]}{[A][B]} \text{ olur.}$$

Yukarıda verilen reaksiyonun tersi olan $C(g) + D(g) \rightleftharpoons A(g) + B(g)$ reaksiyon için denge sabitini nasıl buluruz?

$$K'_d = \frac{[A][B]}{[C][D]} \text{ olur. } K'_d \text{ ilk verilen reaksiyonun denge sabitinin ters çevrilmiş hali olur. } K'_d = \frac{1}{K_d} \text{ olur.}$$

Buna göre bir denge tepkimesi ters çevrilirse ters çevrilen reaksiyonun denge sabiti $1/K_d$ olur.

Bu reaksiyon bir katsayı ile çarpılırsa yeni denge sabiti ne olur? Bu dengeyi 3 ile çarpalım ve denge sabitini bulalım.

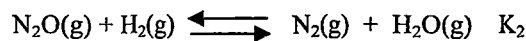
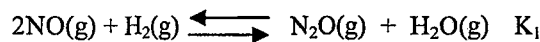


$$K'_d = \frac{[C]^3[D]^3}{[A]^3[B]^3} \text{ olur. Üsler aynı olduğu için ortak üs parantezine alınır } K'_d = \left(\frac{[C][D]}{[A][B]} \right)^3 \text{ olur. } K'_d = (K_d)^n \text{ olur.}$$

Buna göre bir denge tepkimesi herhangi bir katsayı ($n=1, 2, 3, 4, \dots$) ile çarpılırsa denge sabiti $K'_d = (K_d)^n$ olur. Eğer denge tepkimesi n gibi bir katsayı ile çarpılırsa bu sayı K_d sabitine üs olarak yazılır.

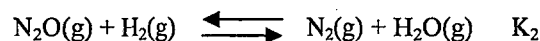
Bir denge tepkimesi her hangi bir kat sayıya bölündüğünde denge sabiti nasıl bulunur? Denge tepkimesi bir katsayıya bölünürse $1/n$ ile çarpılmış gibi düşünürüz. Dolayısıyla $K'_d = (K_d)^{1/n}$ olur.

Bir reaksiyon denklemini iki ya da daha fazla reaksiyon denkleminin toplamından meydana geliyorsa toplam reaksiyonun denge sabitini nasıl bulunur?



Reaksiyon denklemleri veriliyor. Buna göre

$2NO(g) + 2H_2(g) \rightleftharpoons N_2(g) + 2H_2O(g)$ reaksiyonunun denge sabitini nasıl buluruz? (toplam reaksiyonu bulacak şekilde verilen tepkimeler gerekirse ters çevrilir, bir katsayı ile çarpılır veya uygun bir katsayıya bölünebilir.)



Verilen reaksiyonların K_1 , K_2 , K_3 denge sabitleri yazılır. Dikkat edilirse K_3 denge sabiti K_1 ve K_2 nin çarpımına eşit olduğu görülür.

$$K_1 = \frac{[N_2O][H_2O]}{[NO]^2[H_2]} \quad K_2 = \frac{[N_2][H_2O]}{[N_2O][H_2]} \quad K_3 = \frac{[N_2][H_2O]^2}{[NO]^2[H_2]^2}$$

K_1 ile K_2 çarpılırsa

$$K_1 \cdot K_2 = \frac{[N_2O][H_2O]}{[NO]^2[H_2]} \cdot \frac{[N_2][H_2O]}{[N_2O][H_2]} \quad K_3 = \frac{[N_2][H_2O]^2}{[NO]^2[H_2]^2} \text{ olur. Bu da toplam tepkimenin denge sabitine eşittir.}$$

$K_3 = \frac{[N_2][H_2O]^2}{[NO]^2[H_2]^2}$ dir. $K_3 = K_1 \cdot K_2$ O halde bir reaksiyon birkaç reaksiyonun denkleminin toplamından oluşuyorsa toplam reaksiyonun Kd sabiti kendisini oluşturan reaksiyonların denge sabitlerinin çarpımına eşittir.



Sabit sıcaklıkta dengedeki türlerin derişimi değıştiğinde denge sabitinin sayısal değeri değışir.



Böyle bir düşünce yanlıştır. $2H_2S(g) + 3O_2(g) \rightleftharpoons 2H_2O(g) + 2SO_2(g)$ denge reaksiyonunda ortama H_2S ilave edilmesi durumunda ürünlerin derişimi artar. Ürün derişimi arttığı için de denge sabiti artar ifadesi yanlıştır. Ortama H_2S ilavesi durumunda hem H_2S derişimi artmış hem de ürün derişimi artmıştır. Ürünler/giren oranı değışmediğı için denge sabiti değışmemiştir. Benzer şekilde ortamdaki türlerin derişimlerinin artırılması veya azaltılması denge sabitinin değeri değıştirmmez. Denge sabiti yalnızca sıcaklıkla değışir.



Dengede olan ekzotermik bir reaksiyonda sıcaklık artırıldıktan sonra yeniden denge kurulduğunda, yeni kurulan dengenin denge sabitinin sayısal değeri artar.



Sıcaklık artışı çarpışma sayısını artırır çarpışma sayısı arttığı için de daha çok ürün oluşur ve daha çok ürün oluştuğı için de denge sabiti artar ifadesi yanlıştır. Dengede olan ekzotermik bir reaksiyonda sıcaklık artırılarak denge durumu bozulup bir süre sonra yeniden denge kurulduğunda denge sabitinin sayısal değeri azalır. sıcaklık artışı reaksiyon hızını artırdığı için hem ileri yöndeki reaksiyon hızı artar hem de geri yöndeki reaksiyon hızı artar. Sıcaklık artırıldıktan sonra sistem dengeye gelinceye kadar geri yöndeki reaksiyon hızı ileri yöndeki reaksiyon hızından büyüktür. İleri ve geri yöndeki hızlar eşit oluncaya kadar ürünlerin derişimi azalırken girenlerin derişimi artar. Dolayısıyla denge sabiti

azalır. Denge sabiti yalnızca sıcaklıktaki değişme ile değişir.



Dengede olan bir reaksiyonda sıcaklık artırıldıktan sonra yeniden denge kurulduğu zaman yeni kurulan dengenin denge sabitinin sayısal değeri ilk dengedeki ile aynı olur.



Dengede olan bir sistemde sıcaklık değişimi hem denge durumunu hemde denge sabitinin sayısal değerini etkiler. Sıcaklık değişmesi sonucu yeniden denge kurulduğu zaman yeniden kurulan denge ile ilk dengenin denge sabitleri aynı değildir. Bu reaksiyonun ekzotermik yada endotermik olmasına bağlı olarak azalır veya artar. Eğer reaksiyon ekzotermik ise sıcaklık artması durumunda yeniden kurulan dengenin denge sabiti ilk değerinden daha küçük olur. Reaksiyon endotermik ise sıcaklık artışı denge sabitinin sayısal değerini artırır.



Denge sabitinin sayısal değeri birden büyükse başlangıçta ortamda ürünlerin, eğer birden küçükse başlangıçta ortamda girenlerin var olduğunun düşünülmesi.



“Bu düşünce yanlıştır. Bunun nedeni reaksiyondaki stokiyometrik katsayıları kullanarak ve denge sabiti ifadesinde yerine konularak reaksiyonun denge durumuna cevap vermeye çalışılmasıdır. örneğin $\text{CO(g)} + \text{Cl}_2\text{(g)} \rightleftharpoons \text{COCl}_2\text{(g)}$ tepkimesinin 100°C deki denge sabiti $4,57 \cdot 10^9$ olarak bulunmuş. Bu değere bakarak tepkime hakkında bir yorum yapabilir miyiz? Benzer şekilde $\text{N}_2\text{(g)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightleftharpoons 2\text{NO(g)}$ tepkimesinin 200°C deki denge sabiti $4 \cdot 10^{-4}$ ise bu tepkime hakkında ne söylersin? Sorusuna stokiyometrik katsayıları kullanarak her birinin dengedeki mol sayılarını x olarak alıp ve denge sabiti ifadesinde yerine koyarak yorum yapmaya çalışılıyor. “Her birine x diyelim. Eğer derişimler eşit olsaydı birinci tepkimede birden küçük çıkardı. Büyük çıktığına göre bunun ilk başta artışı var. Yani daha fazla ürün. Ürün girenlerden daha fazla. Şimdi bunda ise ikinci tepkimede $K_d = x^2/x^2$ başlangıçta molariteleri eşit ise o zaman bir çıkması lazım. Ama birden küçük çıktığına göre ilk başta giren daha fazladır.”

Bu şekilde düşünülmesi yanlıştır. Tek yönlü reaksiyonlarda olduğu gibi denge reaksiyonlarında yalnızca girenlerden birinin derişiminin bilinmesi durumunda diğer türlerin derişimi bilinemez.

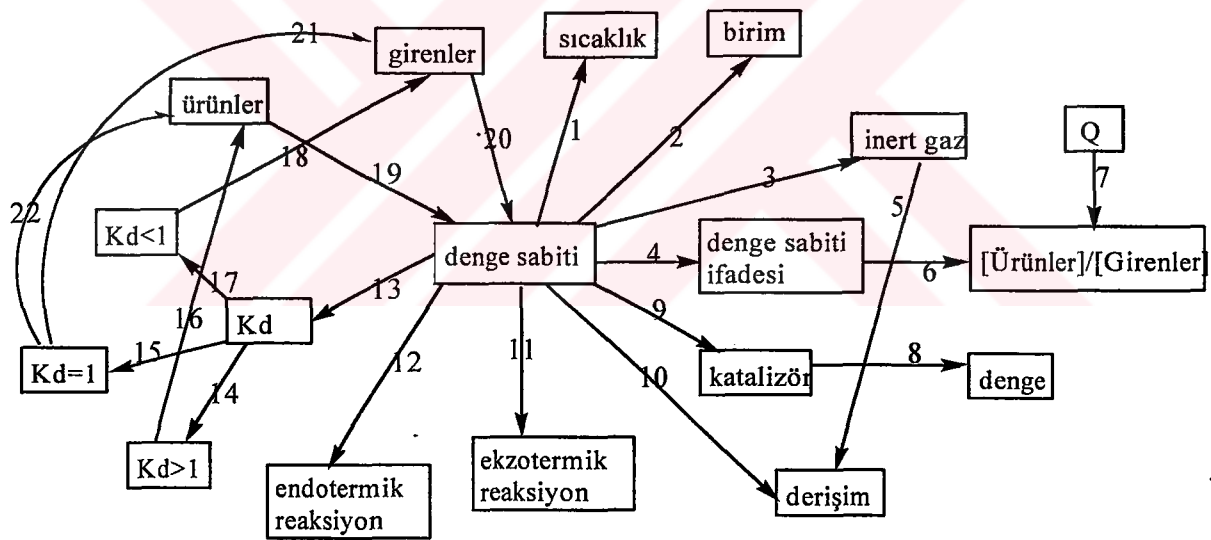


Denge sabitinin büyük olması reaksiyonun hızlı, denge sabitinin küçük olması ise reaksiyonun yavaş olduğunu gösterir.



Böyle bir düşünce yanlıştır. Denge sabitinin büyük olması yada küçük olması reaksiyonun hızlı yada yavaş olduğu hakkında bilgi vermez. Bazı reaksiyonların hızları oldukça yavaş olmasına rağmen denge sabiti oldukça büyüktür. Reaksiyon hızı; reaksiyonun hızlı yada yavaş olduğunu gösterir. Denge ise girenlerin ne kadarının ürünlere dönüşüp dönüşmediğini gösterir. Reaksiyonun hızlı olması bu dönüşüm oranını artırmaz veya yavaş olması da azaltmaz. Bir atletizm yarışmasında 100 metreyi 10 saniyede koşan bir atlet olsun bir de maratonu 3 saate koşan bir atlet olsun. Şimdi biz 10 saniyede yarışı bitiren atletin maratonu koşan atletten daha fazla mesafe koşmuştur diyebilir misiniz? Dolayısıyla reaksiyonun hızlı yada yavaş olması onun daha çok veya az ürünlere dönüştüğünü göstermez. Bu dönüşüm maddenin cinsine ve sıcaklığa bağlı olarak değişir.

Aşağıda gösterilen ilişkileri birer cümle ile ifade ediniz.



1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.

8.
9.
10.
11.
12.
13.
14.
15.
16.
17.
18.
19.
20.
21.
22.

Özet

1. Bir sistem dengeye ulaştığı zaman dengedeki türlerin derişimi ölçülür ve bu değerler denge sabiti ifadesinde kullanılır. Şartlat değışmediğı sürece sonuçlar daima aynıdır.
2. Bu sabit değeri o sıcaklıktaki reaksiyonun denge sabiti olarak bilinir. Bir reaksiyonun her farklı sıcaklık için farklı bir denge sabiti vardır.
3. Denge sabiti deneysel olarak belirlenir ve belirli bir sıcaklıkta girenlerin ürünlere dönüşme oranını verir.
4. Denge sabiti K ile gösterilir. Eğer denge sabiti derişimler cinsinden ifade ediliyorsa K_d , kısmi basınçlar cinsinden ifade ediliyorsa K_p , çözünürlük sabiti olarak ifade ediliyorsa K_{sp} , asitlik sabiti olarak ifade ediliyorsa K_a , bazlık sabiti olarak ifade ediliyorsa K_b olarak gösterilir.
5. Denge sabiti ifadesinin yazılması için kimyasal eşitliğin denkleştirilmiş olması gerekir.
6. Denge sabiti K; basınç değışmesinden, katalizör ve inert gaz ilave edilmesinden ve dengedeki türlerin derişimlerinin artırılmasından veya azaltılmasından etkilenmez.
7. Denge sabiti birimsiz bir rakamdır. Denge sabiti çok küçük bir sayı (örn: $1 \cdot 10^{-64}$) olduğu gibi çok büyük bir sayıda olabilir (örn: $1 \cdot 10^{15}$).
8. Denge sabitinin sayısal değeri sıcaklığın değışmesi ile değışir. Bu yüzden dengeye ulaşmış bir kimyasal reaksiyonun her farklı sıcaklıkta ayrı bir denge sabiti vardır.
9. Denge sabitinin sayısal değerinin çok büyük olması; girenlerin büyük bir bölümünün ürünlere dönüştüğünü gösterir. yada ortamda ürünlerin girenlerden daha çok bulunduğunu gösterir. (Pratikte

girenlerin binde birinden daha azı reaksiyona girmeden kalmışsa böyle reaksiyonlara tek yönlü biten reaksiyonlar denir).

10. Denge sabitinin sayısal değerinin çok küçük olmasının anlamı; girenlerin çok azının ürünlere dönüştüğüdür. Veya ortamda girenlerin ürünlerden daha çok bulunduğunu ifade eder.

11. Denge sabitinin sayısal değerinin büyük olması reaksiyon hızının büyük olduğunu göstermez. Denge sabitinin büyük olması yada küçük olması reaksiyonun hızlı yada yavaş olduğu hakkında bilgi vermez. Reaksiyon hızı; reaksiyonun hızlı yada yavaş olduğunu gösterir. Denge sabiti ise girenlerin ne oranda ürünlere dönüşüp dönüşmediğini gösterir.

12. Denge sabiti sıcaklığa ve maddenin cinsine bağlıdır.

13. Denge sabiti girenlerin başlangıç derişimlerinden bağımsızdır. Yani girenlerin 0.1 mol olması yada 5 mol olması durumunda denge sabitinin sayısal değeri değişmez. Bir reaksiyon için sabit sıcaklıkta dönüşüm oranı sabittir.

14. Q herhangi bir andaki derişimler oranını verir.

15. Q ifadesi denge sabiti ile aynı ifadeye eşittir. Fakat Q ifadesindeki türlerin derişimi herhangi bir andaki derişimdir ve sistem dengede değildir. Denge sabiti ifadesindeki değerler ise türlerin denge derişimidir. Denge sabiti bulunurken ise sistemin mutlaka dengeye ulaşmış olması gerekir.

16. $Q=K_d$ ise sistem dengededir.

17. $Q<K_d$ ise sistem dengede değildir. Sistem dengeye ulaşmaya kadar ileri yöndeki reaksiyon hızı geri yöndeki reaksiyon hızından büyüktür.

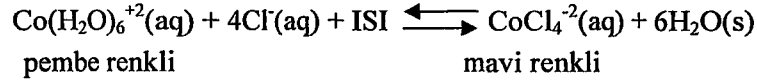
18. $Q>K_d$ ise sistem dengede değildir. Sistem dengeye ulaşmaya kadar geri yöndeki reaksiyon hızı ileri yöndeki reaksiyon hızından büyüktür.

Dengeyi etkileyen faktörler

Derişimdeki Değişimin Dengeye Etkisi

Dengede olan bir reaksiyonun denge durumu dengedeki türlerden birinin derişiminin değiştirilmesi ile değiştirilebilir mi?

Dengedeki türlerin derişimini değiştirmenin bir yolu var mı?



Ortama HCl eklenince ne olmasını beklersiniz? Neden?

Ortama su eklenince ne olmasını beklersiniz? Neden?

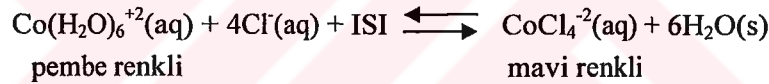
Ortama 1 M AgNO_3 çözeltisi ilave edilince ne olmasını beklersiniz? Neden?

Aktivite

Gösterim

Bu deney sırasında koruyucu gözlük ve plastik eldiven kullanınız. Çünkü CoCl_2 zehirlidir.

- 1) 20 mL 0,2 M CoCl_2 çözeltisini küçük bir erlene konulur. Çözeltinin üzerine yavaş yavaş 40 mL derişik HCl asit çözeltisini ilave edilir. Öğrencilerin renk değişimine dikkat etmesi sağlanır. Meydana gelen değişim not edilir.
- 2) Birinci basamakta elde edilen çözelti ikiye ayrılarak erlenlere konulur. Birinci erlene 20 mL saf su ilave edilir. Meydana gelen değişim not edilir.
- 3) İkinci erlene 0,1 M AgNO_3 çözeltisinden damla damla ilave ederek meydana gelen değişim not edilir.



Gözlemlerinize dayanarak aşağıdaki soruları cevaplamaya çalışınız. Sorusu sorulur.

1. Derişik HCl asit çözeltisi ilavesi ile meydana gelen değişimin nedeni nedir?
2. Saf su ilavesi neden renk değişmesine sebep olmuştur? Bu olayı kinetik teoriyi kullanarak nasıl açıklarsınız?
3. AgNO_3 ilavesi ile oluşan renk değişiminin sebebi nedir?

Kavramın sunulması

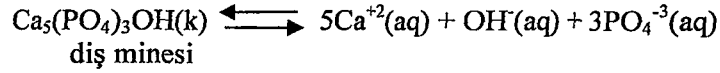
Bu aktivitenin sonucunda, dengedeki türlerden birinin derişiminin artırılması veya azaltılmasının denge durumunu neden değiştirdiğini ve değişim sonucunda ne olabileceğini belirlemek için çarpışma teorisi, Le Chatelier prensibi ve denge kanunu kullanılır. Bu değişim sonucunda dengenin sağa veya sola kayması olarak etkinin yönü belirtilecektir. Bir kimyasal denge durumunun sağ ve solu yoktur. Ancak etki sonucunda reaksiyonun girenleri veya ürünleri oluşturma eğilimleri kimyasal eşitliğe bakılarak sağa veya sola kayar şeklinde söylenir.

Kimyasal dengede dengedeki türlerin birinin derişiminin azaltılmasında reaksiyon kabından istenen maddeyi alma şansımız olmadığı için istenen madde ile reaksiyona giren bir reaktif ekleyerek bu işlem yapılır. Bu gösterimde de Cl derişimi AgNO_3 ilavesi ile azaltılmıştır.

Derişimlerin değişmesi sonunda denge durumunun nasıl değişeceği çarpışma teorisi, denge kanunu ve Le Chatelier ilkesi kullanılarak belirlenir. “Le Chatelier ilkesi; izole edilmemiş ve kimyasal olarak dengede olan kararlı bir sistemdeki denge durumu, sıcaklık veya girenlerin ve/veya ürünlerin herhangi birinin derişimindeki bir değişme ile değiştirilebilir. Dengedeki bu değişme sıcaklık veya derişimdeki değişimin etkisine karşı koyacak yönde olacaktır”

uygulama

Çok fazla şeker yiyen çocukların dişlerinin çürüdüğünü nasıl açıklarsınız? Aşağıda verilen reaksiyona bakarak şeker yeme ile diş çürüme arasındaki ilişkiyi açıklayınız. (Şekerli yiyecekler yenildikten sonra ağızda kalan şekerler bir süre sonra fermantasyona uğrayarak tükürüğün asitliğini artırır)



$2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g})$ reaksiyonu 120°C de ve 1 atmosfer basınçta dengededir. Dengeye olan bu reaksiyona bir miktar O_2 gazı ilave edilirse denge durumu bu değişimden nasıl etkilenir?

Dengeye iken ileri ve geri yöndeki hızlar nasıldır? (çarpışma teorisi ve reaksiyon hızı kullanılarak değişimin etkisinin belirlenmesi).

Ortama O_2 gazı ilave ettikten sonra denge durumu bozulur mu? Neden? Dengeye iki yönlü ve birbirine eşit olan reaksiyon hızları bozulur. Çünkü ortama oksijen gazı ilave edince (hacim değişmediği için) birim hacimdeki oksijen molekülü sayısı artacak bu da oksijen gazının derişimini artıracaktır. Tanecik sayısı arttığı için O_2 ile SO_2 gazları çarpışarak SO_3 gazını oluşturma ihtimali artacaktır. Dolayısıyla ileri yöndeki reaksiyon hızı artacaktır. İleri yöndeki reaksiyon hızı arttığı için geri yöndeki reaksiyon hızına eşit oluncaya kadar SO_3 gazının derişimi artacaktır. O_2 gazı ilave edildiği anda geri yöndeki reaksiyon hızı O_2 gazı ilave edilmeden önceki geri yöndeki reaksiyon hızına eşittir. İleri yöndeki reaksiyon hızı arttığı için SO_3 derişimi artacak SO_3 derişimi arttığı içinde de geri yöndeki reaksiyon hızı artacaktır. Ve ileri yöndeki reaksiyon hızı ile geri yöndeki reaksiyon hızı eşit olduğu zaman yeniden denge kurulacaktır.

O_2 gazı ilave ettikten sonra kurulan denge ile ilk dengedeki O_2 gazı derişimini kıyaslarsanız nasıl bir değişim beklersiniz? Oksijen gazının derişimi önce aniden artar sonra SO_2 gazı ile reaksiyona girdiği için bir miktar azalacak ama ilk dengedeki değerinden fazla olacaktır. SO_3 derişimi ilk dengeye göre nasıl değişti? Oksijen gazı ilave edildiği zaman ileri yöndeki reaksiyon hızı artacak, ileri yöndeki reaksiyon hızı geri yöndeki reaksiyon hızına eşit oluncaya kadar SO_3 gazının derişimi artacaktır. SO_3 gazının derişimi arttığında Kd denge sabiti;

- a) artar
- b) azalır
- c) değişmez

(O_2 gazı ilave ettikten sonra O_2 ve SO_3 derişimleri ilk dengeye göre arttı fakat oranları sabit kaldığı için Kd sabiti değişmez.) Kd sabiti yalnızca sıcaklıkla değişir. Sıcaklık değişmediği için Kd denge sabiti değişmez.

İlk denge ile oksijen gazı ilave edildikten sonra yeniden kurulan dengenin ileri ve geri yöndeki reaksiyon hızlarını kıyaslayınız. Yeniden kurulan dengede ileri ve geri yöndeki reaksiyon hızları eşit ve ilk dengedeki değerinden daha büyüktür. Çünkü tanecik sayısı artmıştır. Tanecik sayısı arttığı için de reaksiyonlar daha hızlıdır.

Le Chatelier Prensibinin kullanılması: bu prensibe göre reaksiyon karışımına O_2 gazının ilavesi ortamdaki O_2 gazının derişimini artırır. Sistem, derişimdeki artışın etkisini azaltacak yönde hareket edecektir. Sistem dengeye ulaşmaya kadar ileri yöndeki reaksiyon hızı geri yöndeki reaksiyon hızından büyük olacaktır. Bunun sonucu olarak da ortamdaki SO_3 gazının derişimi artacaktır. O_2 gazı ilave ettikten sonra yeniden kurulan denge ile ilk dengedeki O_2 gazı derişimleri kıyaslanırsa oksijen gazının ve SO_3 derişiminin ilk dengeye göre arttığı görülecektir. SO_2 gazının derişimi ise azalacaktır.

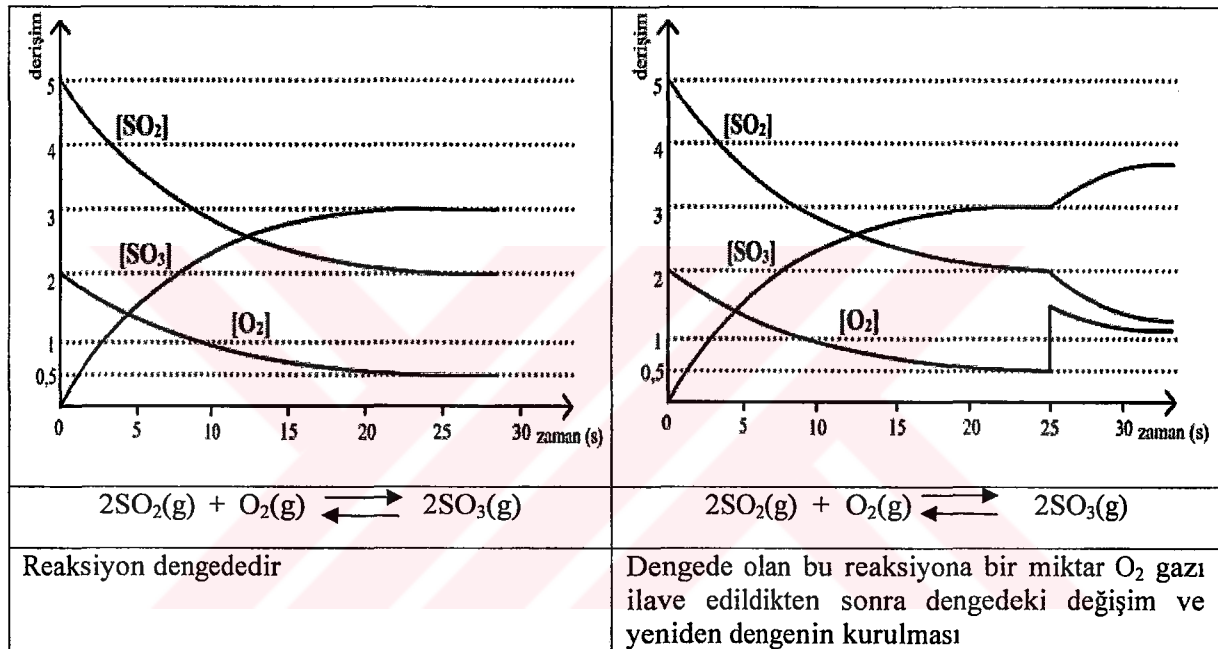
Reaksiyon hızları kıyaslanırsa; yeniden kurulan dengede ileri ve geri yöndeki reaksiyon hızları eşit ve ilk dengedeki değerinden daha büyüktür.

Denge kanunun kullanılması: Bu reaksiyonun denge sabiti ifadesi $K_d = \frac{[SO_3]^2}{[SO_2]^2 \cdot [O_2]}$ dir. Her hangi

bir andaki $\frac{[SO_3]^2}{[SO_2]^2 \cdot [O_2]}$ oranı ise Q ile belirtilir. Bu durumda sistem dengede değildir. Ortama O_2

gazı ilave edildiğinde O_2 gazının derişimi arttığı için paydanın değeri büyüyecek $Q < K_d$ olacaktır. Sistemin dengeye gelmesi için Q değerinin büyümesi gerekir dolayısıyla sistem SO_3 gazının derişimi artacak yönde hareket edecektir. Çünkü dengede $Q = K_d$ dir.

Şimdi bu değışimleri grafik üzerinde gösterelim.



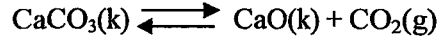
Ortama O_2 gazı ilave edildiğinde SO_3 gazının derişimini artmıştır. Denge sabiti ürünlerin derişimin girenlerin derişimine oranı olduğu için ve SO_3 gazının derişimi arttığı için denge sabitinin sayısal değeri artar.



Bu ifade yanlıştır. Ortama O_2 gazı ilave edildiğinde hem O_2 gazının hem de SO_3 gazının derişimi artmıştır. SO_2 gazının derişimi ise azalmıştır. Fakat oran değışmediği için denge sabiti değışmemiştir. Denge sabiti yalnızca sıcaklıkla değışir.

Görüldüğü gibi her üç yaklaşımla da aynı sonuca ulaşılmıştır. Sistem yeniden dengeye ulaştığında SO_3 gazının derişimi artmıştır. Kimyasal denge ile ilgili bir ders bu üç yaklaşımın bir kombinasyonunu içerecektir. Bu yaklaşımlardan hangisi daha kullanışlıdır? Yapılan araştırmalarda dengede olan bir sistemde değışimin etkisini tahmin etmek için daha çok Le Chatelier Prensibinin kullanıldığını ortaya koymuştur. Öğretmenlerin %87 si dengede olan bir sistemde değışimin etkisini tahmin etmek için daha çok Le Chatelier Prensibinin kullanmışlardır. Bunun nedeni olarak da “açıklamasının kolay, daha

mantıksal, açık bir kural ve daha kolay” olduğunu ifade etmişlerdir. Araştırmalardaki eleştirilere rağmen Le Chatelier Prensibinin uygulama ile ilgili sınırlılıkları ortaya konulmadan Le Chatelier prensibi genelleştirilmiştir. Bu durumda öğrencilerin toplam basınçtaki değişim veya inert gaz ilavesi içeren sorularda ve denge durumunda iken katı veya su ilave edilmesi durumunda bir takım problemler yaşarlar.

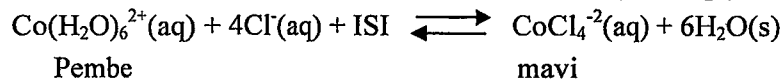


Sistem dengede iken katı ilave edildiğinde, denge durumunda hiç bir değişimin olmamasına rağmen öğrenciler sistem bu değişimin etkisine cevap verecek şekilde davranacaktır diye açıklamışlardır. Benzer şekilde CaO ilave edilmesi durumunda ise CO₂ derişimin azalacağı sonucunu çıkarmışlardır. Le Chatelier Prensibi denge durumunun değişmemesini mantıklı olarak açıklayamaz. Bu durumda öğrenciler kendi kendilerine ek kural geliştirirler “denge karışımına katı ilavesi denge durumunu değiştirmez”. Benzer olarak öğrenciler denge kanunun kullanılmasını daha mantıklı bulurlar ve denge halindeki bir sisteme katı ilave edilmesi denge durumunu etkilemez. Çünkü katılar denge sabiti ifadesinde yer almaz sonucunu çıkarırlar. (Bu öğrencilerde “bir denge karışımında katı miktarını değiştiremezsin” yanlış kavramaları ortaya çıkmıştır).

Denge durumuna katı ilave edilmesi durumunda çarpışma teorisinin kullanılması da öğrenciler için açık değildir. Çarpışma teorisine göre katı miktarının artırılması reaksiyon hızını etkilemez. Bu mantıkla bakıldığında katı miktarının artırılması tanecikler arasındaki çarpışma sayısını artırmayacak ve denge durumunu etkilemeyecektir. Bir reaksiyonun oluşumu sırasında reaksiyon hızı temas yüzeyinin artırılması ile artar. Katı toz haline getirildiği zaman reaksiyon hızı artar. Katının granül olarak ve toz haline getirilerek denge durumuna ilave edilmesi öğrenci için problem oluşturur. Eğer katı toz haline getirilerek ilave edilirse çarpışma sayısı arttığı için denge durumu bu değişimden etkilenir. Örneğin aşağıda verilen denge reaksiyonunda CaO granül olarak ilave edildiği zaman sitem bu değişimden etkilenmez fakat CaO toz haline getirilerek ilave edilirse CO₂ ile olan çarpışma sayısı arttığı için CO₂ gazının derişimi azalır.



Oysa katı granül olarak ilave edilse de veya toz haline getirilse de derişimi değişmez.



Dengesinde ortama su ilavesi denge durumunu değiştirmez. Çünkü sıvılar denge sabiti ifadesinde yer almaz fikri ortaya atılabilir. Oysa su ilave edilmesi durumunda rengin maviden pembeye dönüştüğü görülüyor bu durumu nasıl açıklarsınız?

Bu durum denge sabiti ifadesi kullanılarak kolayca açıklanabilir. Bu reaksiyon için

$$Q = \frac{[\text{CoCl}_4]}{[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6][\text{Cl}]^4} \text{ dir. Dengede her bir türün derişimini 1 olarak kabul edelim. Bu durumda}$$

denge sabiti K_d=1 olur. Biz su ilave ederek hacmi iki katına çıkarırsak hacim büyüdüğü için derişimler azalacaktır. Bu durumda her bir türün derişimi 0,5 molar olacaktır. Bu durumda Q=16 olur. Sistem dengede değildir. Q>K_d olduğu için ve sistemin dengeye ulaşması için Q değerinin azalması gerekir. Bu durumda sistem girenler derişimini artıracığı için Co(H₂O)₆²⁺ ve Cl⁻ derişimleri artacak dolayısıyla sistem maviden pembeye dönecektir. Bu sonuç bize denge sabiti ifadesinde yer almayan türlerin denge derişimini değiştirmedeği sonucunu doğrulamaz.

Gösterim

0,5 molar Na₂Cr₂O₇ çözeltisi hazırlandığında aşağıdaki denge kuruluyor.

- a) $[NO]$ gazı derişimi 1,4 molar olarak sabit kalır mı?
- b) $[NO]$ gazı derişimi ilk denge ile karşılaştırılırsa nasıl bir değişme gözlenir neden? (Önce artar sonra azalır fakat ilk dengedeki değerinden daha büyük olur)
- c) Cl_2 gazı derişimi nasıl değişir (sadece azalır)
- d) $NOCl$ gazı derişimi nasıl değişir (sadece artar)
- e) İleri ve geri yöndeki reaksiyon hızları nasıldır? (Dengede olduğu için ileri ve geri yöndeki reaksiyon hızları eşittir.)
- f) İleri ve geri yöndeki reaksiyon hızlarını ilk dengedeki ile kıyaslarsanız bir değişme bekler misiniz? Neden?
- e) K_d denge sabiti bu değişimden etkilenir mi? Neden?

Aktivite 4

Aktivite 2'de sistem dengede iken girenleri temsil eden kişiye 10 tane bilye daha verilerek işleme devam edilir. (aktivite 2 de sistem dengede iken girenlerde 20 ürünlerde ise 40 bilye vardı. Girenlere 10 bilye daha verilirse 30 bilye ile aktiviteye başlanılacaktır.)

	TAKIM			
	GİRENLER		ÜRÜNLER	
	Toplam bilye sayısı	transfer edilen sayısı	transfer edilen bilye sayısı	Toplam bilye sayısı
Başlangıç	30			40
1. Transfer		15	10	
Sonuç	25			45
2. Transfer		13	11	
Sonuç	23			47
3. Transfer		12	12	
Sonuç	23			47
4. Transfer		12	12	
Sonuç	23			47

Bu analogiyle dengede olan bir reaksiyonda girenlerin derişimi artırıldığında bu değişimin dengedeki hızlara, dengedeki türlerin derişimine olan etkilerini ve denge sabitinin sayısal değerinin değişmediğinin görölmesi sağlanacak.

1. Reaksiyon yeniden dengeye ulaşıncaya kadar girenlerin ve ürünlerin derişimlerindeki değişimi görmeleri.
2. Reaksiyon yeniden dengeye geldiğinde girenlerin ve ürünlerin derişimlerinin ne olduğunu görmeleri ve ilk denge durumu ile karşılaştırmaları.
3. Reaksiyon yeniden dengeye ulaşıncaya kadar ileri ve geri yöndeki reaksiyon hızlarındaki değişimi görmeleri.
4. Reaksiyon yeniden dengeye ulaştığında ileri ve geri yöndeki reaksiyon hızlarının ne olduğunu görmeleri ve ilk denge durumu ile karşılaştırmaları.
5. Denge sabiti değerinin aynı sıcaklıkta derişimdeki değişmenin değişmesi ile değişmediğini görmeleri.

Ortama NO Gazı İlave Ettikten Sonra ve Sistem Dengeye Ulaşmadan Önce

a) İleri yöndeki reaksiyon hızı nasıl değişir? (İleri yöndeki reaksiyon hızı aniden artar sonra yavaş yavaş azalır. Ama ilk dengedeki reaksiyon hızından büyüktür.)

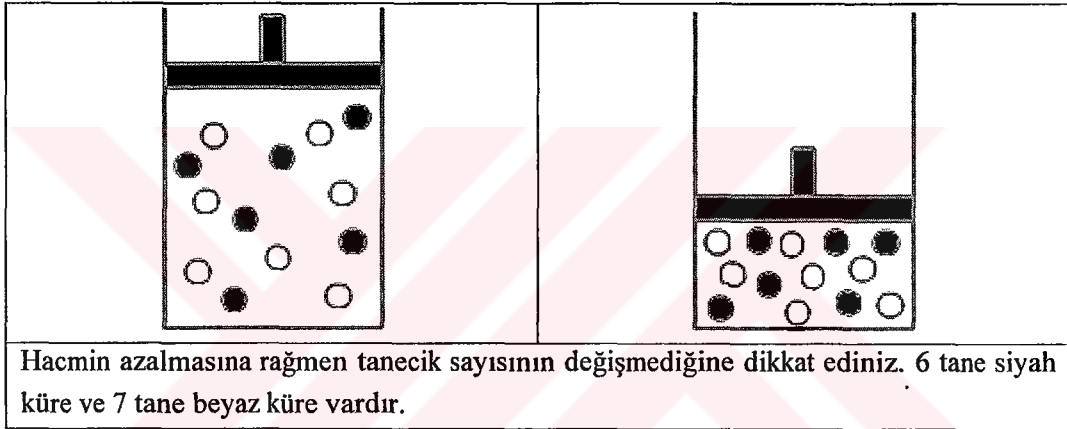
b) Geri yöndeki reaksiyon hızı nasıl değişir? Başlangıçta ilk dengedeki hızla aynıdır. Sonra yavaş yavaş artar. Dengeye ulaştığı zaman ileri yöndeki reaksiyon hızı geri yöndeki reaksiyon hızına eşittir. İleri ve geri yöndeki reaksiyon hızları ilk dengedeki reaksiyon hızlarında daha büyüktür. Çünkü ortamdaki tanecik sayısı artmıştır.

İlk denge ile yeniden kurulan denge denge sabitleri aynıdır. Aktivite 2 de de görüldüğü gibi derişimlerin değişmesi denge sabitini değiştirmeyecektir.

Basıncın ve Hacimdeki değişimin Dengeye etkisi

$\text{NaHCO}_3(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{OH}^-(\text{aq}) + \text{CO}_2(\text{g})$ reaksiyonu için aşağıdaki soruları cevaplamaya çalışınız.

Hacim değişmesi durumunda mol sayısında bir değişme olur mu?

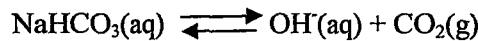


Mol sayısında bir değişimin olmadığı için denge bu durumdan etkilenir mi?

Aktivite

Gösterim

150 mL NaHCO_3 çözeltisini 200 mL'lik bir enjektöre koy çözelti üzerine 3-4 damla fenolftalein indikatörü ekle. Eğer çözelti pembeleşirse renk giderilinceye kadar damla damla HCl asit çözeltisi ilave et. (NaHCO_3 çözeltisi 32 g NaHCO_3 200 mL suda çözülerek hazırlanır, öğrenciler fenolftalein indikatörünün asidik ve bazik ortamdaki renklerini bilmelidirler.)



1. Basıncın azalması (kabın hacminin artırılması) durumunda ne olmasını beklersini? Neden?
2. Basıncın artırılması (kabın hacminin azaltılması) durumunda ne olmasını beklersiniz? Neden?

$2\text{NO}(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NOCl}(\text{g}) + \text{ISI}$ reaksiyonu dengededir. Denge halindeki bu reaksiyona basınç yapılması demek reaksiyon karışımının hacminin küçülmesi demektir. Boyle yasasında hatırlanacağı gibi basınçla hacim ters orantılıdır. Bu nedenle basıncın artması hacmin azalmasına sebep olacaktır. Hacmin azalması ile birim hacimdeki tanecik sayısı artacağı için derişim artar. Bunu bir sınıftaki öğrencilerin okul bahçesinde olması durumunda ve sınıfta olması durumunda metrekareye kaç öğrenci düşer gibi düşünebilirsiniz. Basıncın azalması ise hacmin büyümesine ve derişimin azalmasına neden olur.

Bu nedenle basınçtaki değişimi; basıncın artması derişimin artması, basıncın azalması derişimin azalması olarak algılamalıyız. Le Chatelier ilkesine göre de derişim arttığı zaman sistem derişimdeki artışın etkisini azaltacak yönde hareket eder. Derişimin azaldığı durumda ise sistem derişimdeki azalmanın etkisini giderecek yönde hareket edecektir. Eğer girenlerin ve ürünleri mol sayıları eşit ise basıncın artması veya azalması durumunda denge sağa veya sola kaymaz. Çünkü bütün türlerin derişimi artmış veya azalmıştır.

Buna göre sistemin hacmi yarıya indirilerek basıncı artırılıp ve sistem yeniden dengeye ulaştığında, NO derişimi ..., Cl_2 derişimi..., NOCl derişimi..... nasıl değişir? Neden? Hacim yarıya indirilerek basınç artırıldığı zaman; sistem yeniden dengeye ulaşmadan önce ileri ve geri yöndeki reaksiyon hızları nasıl değişir? Sistem dengeye ulaştığında ileri ve geri yöndeki reaksiyon hızları nasıldır?

Sistemin hacmi artırılarak basıncı azaltılırsa NO derişimi..., Cl_2 derişimi..., NOCl derişimi..... nasıl değişir? Neden? Hacim iki katına çıkarılarak basınç azaltıldığı zaman; sistem yeniden dengeye ulaşmadan önce ileri ve geri yöndeki reaksiyon hızları nasıl değişir? Sistem dengeye ulaştığında ileri ve geri yöndeki reaksiyon hızları nasıldır?

Aktivite 5

Sistem dengede iken reaksiyon kabının hacminin yarıya düşürüldüğünü düşünerek aktiviteye devam edilecektir. Bu analogide her grupta girenleri temsilen iki kişi ve ürünleri temsilen bir kişi, bir kişi de bilgileri kaydedici kişi olarak görev yapacaktır. Sistem denge durumunda iken girenleri temsil eden kişilerde 33'er tane bilye ve ürünleri temsil eden kişide 67 tane bilye olacaktır. Girenleri temsil eden kişiler bilyelerin yarısını transfer ederken ürünleri temsil eden kişi sahip olduğu bilyelerin altıda birini transfer edecektir.

	TAKIM			
	GİRENLER		ÜRÜNLER	
	Toplam bilye sayısı	transfer edilen sayısı	transfer edilen bilye sayısı	Toplam bilye sayısı
Başlangıç	66			67
1. Transfer		33	11	
Sonuç	44			89
2. Transfer		22	15	
Sonuç	37			96
3. Transfer		19	16	
Sonuç	34			99
4. Transfer		17	17	
Sonuç	34			99
5. Transfer		17	17	
Sonuç	34			99

Bu analogiyle dengede olan bir reaksiyonda reaksiyon kabının hacmi yarıya indirilirse bu değişimin dengedeki hızlara, dengedeki türlerin derişimine ve denge sabitine olan etkilerini görmeleri sağlanacak

1. Reaksiyon yeniden dengeye ulaşıncaya kadar girenlerin ve ürünlerin derişimlerindeki değişimi görmeleri.
2. Reaksiyon yeniden dengeye geldiğinde girenlerin ve ürünlerin derişimlerinin ne olduğunu görmeleri ve ilk denge durumu ile karşılaştırmaları.

3. Reaksiyon yeniden dengeye ulaşıncaya kadar ileri ve geri yöndeki reaksiyon hızlarındaki değişimi görmeleri.
4. Reaksiyon yeniden dengeye ulaştığında ileri ve geri yöndeki reaksiyon hızlarının ne olduğunu görmeleri ve ilk denge durumu ile karşılaştırmaları.
5. Denge sabiti değerinin aynı sıcaklıkta derişim değişmesi ile değişmediğini görmeleri.

$H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$ reaksiyonu $100^\circ C$ de ve 2 atm basınçta dengededir. Denge de olan bu reaksiyon için :

- | | |
|-------------------------------------|---|
| a) Ortama H_2 gazı ilave edilmesi | d) Ortamdan HI gazı çekilmesi |
| b) Ortamdan I_2 gazı çekilmesi | e) Sisteme basınç uygulayarak hacmin yarıya indirilmesi |
| c) Ortama HI gazı ilave edilmesi | f) Hacmin üç katına çıkarılması |

Durumlarında denge bu değişimlerden nasıl etkilenir?

İnert gaz ilavesi

$2NO(g) + Cl_2(g) \rightleftharpoons 2NOCl(g) + ISI$ reaksiyonu 1 atmosfer basınçta ve $100^\circ C$ sıcaklıkta dengededir. Bu reaksiyon kabına kapta bulunan türlerle reaksiyona girmeyen inert bir gaz ilave edilirse denge bu değişimden etkilenir mi?

Dengeyi etkileyen faktörler:

1. Derişim: gaz reaksiyonları için, ortama madde ilave etme, ortamdan madde çekme, hacmin artması (basıncın azalması) derişimi azaltır, hacmin azaltılması (basıncın artması) ise derişimi artırır.

2. Sıcaklık

Sıcaklıkta veya derişimde bir değişiklik meydana getirmeyen etkiler denge durumunu etkilemez.

Denge durumunda gaz ilavesi sabit hacim de yapılırsa basıncın artmasına neden olur yada gaz ilavesi durumunda basıncın sabit kalması için hacmin artması gerekir. Bundan dolayı reaksiyon kabına gaz ilavesi ya sabit hacimde olur yada sabit basınçta olur.

İnert gaz ilavesi sabit hacimde olursa ne olur? Hacim sabit olduğunda reaksiyondaki türlerin derişiminde bir değişme olmayacağı için denge bu durumdan etkilenmez.

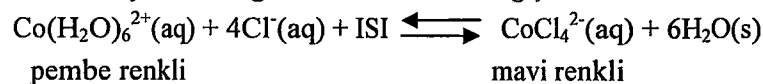
İnert gaz ilavesi sabit basınçta olursa, basıncın sabit kalması için hacmin büyümesi gerekir. Hacimdeki bu büyüme de derişimde bir azalma meydana getireceğinden denge bu durumdan etkilenir. Etkinin yönü ise Le Chatelier ilkesine göre belirlenir.

$N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ $\Delta H < 0$ reaksiyonu $327^\circ C$ de ve 2 atmosfer basınçta dengededir.

- a) Sabit sıcaklıkta kabın hacmi azaltılarak basınç artırılırsa denge bu değişimden nasıl etkilenir?
- b) Kabın hacmi ve sıcaklık sabit tutulup sisteme inert gaz ilave edilerek sistemin basıncı artırılırsa denge bu değişimden nasıl etkilenir?
- c) Kabın hacmi ve sıcaklık sabit tutulup sisteme NH_3 gazı ekleyerek basınç artırılırsa denge bu değişimden nasıl etkilenir?
- d) Sıcaklık sabit tutulurken kabın basıncı değişmeyecek şekilde kaba inert gaz ilave edilirse denge bu değişimden nasıl etkilenir?

Sıcaklık değişiminin dengeye Etkisi

Sizce dengede olan bir reaksiyonun denge durumu sıcaklık değiştirilmesinden etkilenir mi?



Bu reaksiyon karışımı ısıtılırsa ne olmasını beklersiniz?

Bu reaksiyon karışımı soğutulursa ne olmasını beklersiniz?

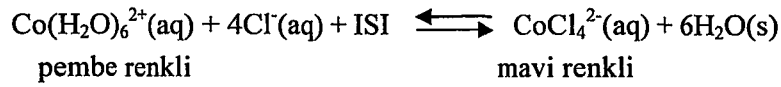
Aktivite

Gösterim

250 mL lik bir erlene 0,4 M 100 mL CoCl_2 çözeltisinden koy. Bu çözelti üzerine çözeltinin rengi pembeden maviye dönüşüncüye kadar derişik HCl asit ilave et. Hazırlanan çözeltiyi üç kısma ayırarak erlenlere koy.

1. Erlenlerden birini sıcak su banyosuna koy
2. Diğer erleni buzlu suya koy
3. Üçüncü erlen de oda sıcaklığında standart olarak kalsın.

Birkaç dakika sonra ısıtılan beherdeki çözeltinin renginin koyu maviye dönüştüğünü, soğutulan beherdeki çözeltinin renginin pembeye dönüştüğünü görmelerini sağla.



Gözlemlerinize dayanarak aşağıdaki soruları cevaplamaya çalışınız.

1. Reaksiyon ekzotermik mi endotermik midir?
2. Derişik HCl ilavesi ile meydana gelen değişmeyi nasıl açıklarsınız?
3. Isı etkisiyle meydana gelen değişimi nasıl açıklarsınız?
4. Isıtılan çözeltinin soğuduğunda tekrar başlangıçtaki rengine dönmesini nasıl açıklarsınız?

Bu aktivite ile derişimdeki değişimin dengedeki türlerin derişimleri üzerine olan etkisi gözlenebilir.

Mavi renkli çözelti üzerine saf su ilave ediniz. Meydana gelen renk değişimini nasıl açıklarsınız?

Su denge sabiti ifadesinde yer alır mı? Denge sabitinde yer almıyorsa nasıl dengeyi etkiliyor?

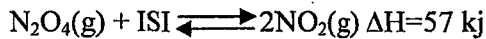
Mavi renkli çözelti üzerine AgNO_3 ilave ediniz. Meydana gelen renk değişimini nasıl açıklarsınız?

Pembe renkli çözeltiyi derişik HCl ilave ediniz. Meydana gelen renk değişimini nasıl açıklarsınız?

Kavramın sunulması

Bu aktivite ile dengeyi etkileyen sıcaklık ve derişim faktörleri deneyle gösterilmiştir. Sıcaklıktaki ve derişimdeki değişimin etkisi Le Chateier prensibi kullanılarak açıklanacaktır.

Sıcaklık değişimi hem dengeyi hem de denge sabitinin sayısal değerini değiştirir. Sıcaklık etkisiyle dengenin hangi yöne kayacağı reaksiyonun ekzotermik yada endotermik oluşuna bağlıdır. Sıcaklığın etkisinin yönü Le Chatelier ilkesine göre belirlenir.



Sıcaklık artışının etkisini Le Chatelier ilkesine göre bulabiliriz. Burada alınan ısıyı girenlerden biriymiş gibi düşünüp ısı artışının veya azalışının etkisini kolayca bulabiliriz. Aynı düşünce ile ekzotermik reaksiyonlarda da sıcaklık artışının dengeyi nasıl etkilediğini bulabiliriz.

$2\text{NO}(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NOCl}(\text{g}) + \text{ISI}$ reaksiyonu 100°C sıcaklıkta ve 1 atmosfer basınçta dengededir. Sistemin sıcaklığı aniden yükseltirirse denge durumu bu değişimden nasıl etkilenir? (denge NO ve Cl_2 oluşturacak yönde hareket eder)

Sıcaklık yükseldiği zaman ve sistem yeniden dengeye ulaşmadan önce

İleri yöndeki reaksiyon hızı nasıl değişir? (artar) Neden?

Geri yöndeki reaksiyon hızı nasıl değişir? (artar)

İleri ve geri yöndeki reaksiyon hızlarını birbiri ile kıyaslarsanız nasıl değişmesini beklersiniz? (İleri ve geri yöndeki reaksiyon hızları artar ama geri yöndeki reaksiyon hızının artışı daha büyük olur.)

Sistem Yeniden Dengeye ulaştığı zaman

İleri yöndeki reaksiyon hızı nasıldır? Neden? Geri yöndeki reaksiyon hızı nasıldır? Neden?

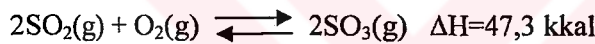
İlk denge ile kıyaslanırsa İleri ve geri yöndeki reaksiyon hızları nasıl bir değişim gösterir? Neden? (Dengede ileri ve geri yöndeki reaksiyon hızları eşittir. Fakat yeniden kurulan dengede ileri ve geri yöndeki reaksiyon hızları ilk dengeden daha büyüktür.)

K_d denge sabiti bu değişimden etkilenir mi? İlk denge ile yeniden kurulan dengenin denge sabitleri aynı mıdır? (Denge sabiti sıcaklık değişimi ile değişir. Reaksiyon ekzotermik olduğu için sıcaklık artışı denge sabitinin değerini azaltır. Yeniden kurulan dengenin denge sabiti ilk dengeden daha küçük olur.)

Sistem yeniden dengeye ulaştığında dengedeki türlerin $[NO]$, $[Cl_2]$, $[NOCl]$ derişimlerinde bir değişme olur mu?

$N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g) + 22 \text{ Kcal}$ reaksiyonu dengededir. Daha çok ürün elde etmek için neler yapabilirsiniz?

$COCl_2(g) \rightleftharpoons CO(g) + Cl_2(g) \Delta H > 0$ tepkimesine göre $COCl_2$ nin CO ve Cl_2 gazlarına bozunması hangi sıcaklıkta yüksek olur? Sıcaklığın artırılması ve azaltılması durumunda denge bu değişimden nasıl etkilenir?



Tepkime kaplarının sıcaklığı yükseltirirse bu tepkimelerin denge sabitleri bu değişimden nasıl etkilenir? Cevabınızın nedenini nasıl açıklayınız.

AKTİVİTE 6

Aktivite 2’de sistem denge durumunda iken sıcaklığın yükseltildiğini düşünerek aktivite 6 için işleme devam ediniz. Bu defa girenleri temsil eden kişi sahip olduğu bilyelerin yarısını transfer ederken ürünleri temsil eden kişi sahip olduğu bilyelerin dörtte üçünü transfer edecektir.

	TAKIM			
	GİRENLER		ÜRÜNLER	
	Toplam bilye sayısı	transfer edilen bilye sayısı	transfer edilen bilye sayısı	Toplam bilye sayısı
Başlangıç	20			40
1. Transfer		10	30	
Sonuç	40			20
2. Transfer		20	15	
Sonuç	35			25
3. Transfer		18	19	
Sonuç	36			24
4. Transfer		18	18	
Sonuç	36			24
5. Transfer		18	18	
Sonuç	24			24

Bu analogjiyle dengede olan bir reaksiyonda sistemin sıcaklığı artırıldığında bu değişimin dengedeki hızlara, dengedeki türlerin derişimine ve denge sabitine olan etkilerini görmeleri sağlanacak.

1. Reaksiyon yeniden dengeye ulaşınca kadar girenlerin ve ürünlerin derişimlerdeki değişimi görmeleri.
2. Reaksiyon yeniden dengeye geldiğinde girenlerin ve ürünlerin derişimlerinin ne olduğunu görmeleri ve ilk denge durumu ile karşılaştırmaları.
3. Reaksiyon yeniden dengeye ulaşınca kadar ileri ve geri yöndeki reaksiyon hızlarındaki değişimi görmeleri.
4. Reaksiyon yeniden dengeye ulaştığında ileri ve geri yöndeki reaksiyon hızlarının ne olduğunu görmeleri ve ilk denge durumu ile karşılaştırmaları.
5. Denge sabitinin sayısal değerinin yalnızca sıcaklık değişimi ile değiştiğini, derişimdeki değişmelerin denge sabitini değiştirmedeği aktivite 2 hatırlatılarak gösterilecektir.

Katalizörün etkisi

Katalizör nedir?

Reaksiyon hızı üzerinde bir etkisi var mıdır?

Biz neden reaksiyon karışımlarına katalizör ilave ederiz?

Katalizör ilavesi ortamdaki türlerin derişimini artırdığı için mi reaksiyon hızı artar?

“Katalizör ileri ve geri reaksiyonların aktifleşme enerjilerini düşürmez fakat reaksiyonun aktifleşme enerjisi daha düşük olan bir mekanizma üzerinden yürümesini sağlar. Bu durumda katalizör eklenmesi denge durumunu etkilemez, ancak tepkimenin daha kısa sürede dengeye ulaşmasını sağlar. Denge de olan bir sisteme katalizör ilavesi ileri ve geri yöndeki reaksiyon hızını artırır. Her iki yöndeki reaksiyon hızı arttığı için dengedeki türlerin derişimleri değişmez. Ayrıca katalizör ilave etmenin denge sabiti üzerinde hiçbir etkisi yoktur.

$\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g})$ reaksiyonu 100°C ve 2 atmosfer basınçta katalizör ilave edilerek başlatılıyor

İleri yöndeki reaksiyon hızı nasıl değişir?

Geri yöndeki reaksiyon hızı nasıl değişir?

Katalizör ilave edilmesi denge sabitini artırır mı?

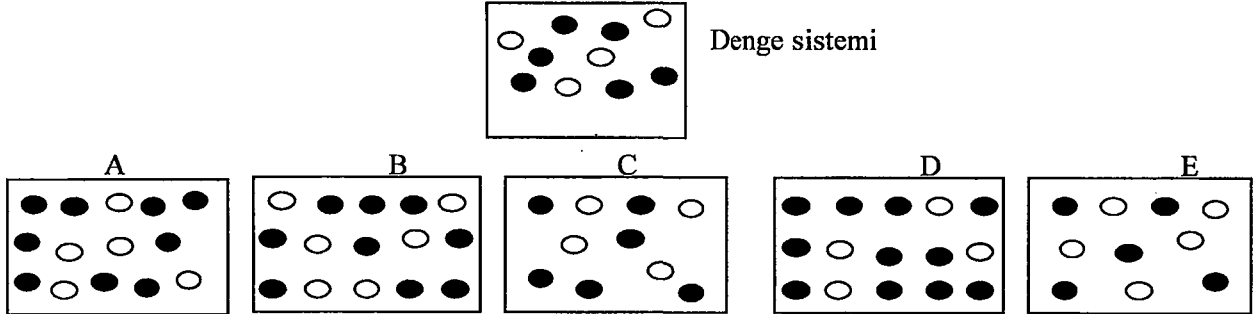
Reaksiyon ister dengede olsun isterse dengede olmasın ortama katalizör ilave edilmesi denge sabitini etkilemez. Ancak reaksiyona başlarken ilave edilirse reaksiyonun daha hızlı dengeye ulaşmasını sağlar ve ileri ve geri yöndeki reaksiyon hızlarını da eşit oranda artırır. Dengeye ulaşmış bir sisteme katalizör ilave edilmesi yalnızca ileri ve geri yöndeki reaksiyon hızlarını artırır. Dengedeki türlerin derişimi değişmez. Çünkü ileri ve geri yöndeki reaksiyon hızları aynı oranda artmıştır. Denge sabiti de değişmez. Çünkü ileri ve geri yöndeki hız sabitleri aynı oranda değiştiği için denge sabiti değişmez. Denge sabitinin (Ki/Kg) hız sabitlerinin oranı olduğunu unutmayınız.

Anoloji

Aşağıdaki sorular öğrencilerin kimyasal denge kavramlarını anlama kabiliyetini değerlendirmek ve dengedeki sistemde değişim yapmanın etkisini Le Chatelier Prensibini kullanarak herhangi bir denge sabiti hesabı yapmadan tahmin etmeleri için hazırlanmıştır.

Problem

Aşağıdaki kutuda gösterildiği gibi $\text{O(g)} \rightleftharpoons \bullet\text{(g)} + \text{ISI}$ reaksiyonu dengededir.



1-Dengede olan sisteme siyah kürelerden bir miktar eklense yukarıda A dan E ye kadar işaretlenmiş kutulardan hangisi yeni kurulan denge durumunu en iyi şekilde gösterir? Cevabınızın nedenini açıklayınız.

2-Dengedeki sistemin sıcaklığı artırıldığında hangi seçenek yeni kurulan denge durumunu en iyi şekilde gösterir? Cevabınızın nedenini açıklayınız.

3-Dengedeki sistemin hacmi azaltılarak basıncı artırıldığında hangi seçenek yeni kurulan denge durumunu en iyi şekilde gösterir? Cevabınızın nedenini açıklayınız.

Kabul Edilebilir Çözümler

1. B seçeneği doğru cevaptır. Başlangıçtaki denge sistemi 6 tane siyah küre ve 4 tane beyaz küreden oluşmuştur. Eğer bir miktar siyah küre bu sisteme eklenirse siyah kürelerin bazıları reaksiyona girerek tekrar önceki denge oranına ulaşana kadar beyaz küreleri oluşturacaktır (denge sola kayacak). B ve C kutularının her ikisi de bu orana sahiptir. Fakat B kutusu problemde verilen siyah ve beyaz kürelerin sayısı ile aynıdır. Oysa siyah küre ilave edildiği için siyah kürelerin sayısı artar, siyah küreler reaksiyona girerek beyaz kürelere dönüştüğü için de beyaz kürelerin sayısının artması gerekir. (Bu siyah ve beyaz kürelerin sayısının artması denge sabitini değiştirmez. Çünkü siyah kürelerin beyaz kürelere oranı sabittir.)

2. E seçeneği doğru cevaptır. Bir ekzotermik reaksiyonda sıcaklık artışının etkisi ile ürün miktarı azalır giren miktarı artar ve denge sabitinin değerini azaltır (denge sola kayar). E kutusunda siyah ve beyaz kürelerin oranı 6;4 den (toplam 10) 5,5 e (toplam 10) düşmüştür. Diğer bütün kutularda bu oran başlangıç oranından ya fazladır yada başlangıç oranına eşittir.

3. C seçeneği doğru cevaptır. Reaksiyonun her iki tarafında da aynı sayıda gaz molekülü olduğu için basıncın denge durumuna etkisi yoktur. Siyah ve beyaz kürelerin başlangıç sayısı değişmez.



Denge halindeki bir sisteme dengedeki türlerden biri ilave edildiğinde ilave edilenin derişimi ilave edildiğı gibi kalır.



Bu düşünce yanlıştır. $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$ reaksiyonu dengede iken HI gazının derişimi 0,3 molar olsun. Dengedeki bu sisteme 0,1 mol HI gazı ilave edildikten sonra yeniden denge kurulduğı zaman HI derişimi 0,4 molar olarak kalmaz. Çünkü HI molekülleri birbiri ile çarpışarak hidrojen ve azot gazlarına dönüştür. Dolayısıyla HI derişimi azalırken hidrojen ve azot gazlarının derişimi artar.



Denge halindeki bir sisteme dengedeki türlerden biri ilave edildiğinde, ilave edilenin derişimi ilk değerin altına düşer.



Bu düşünce yanlıştır. $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$ reaksiyonu dengede iken H_2 gazının derişimi 0,2 molar olsun. Dengedeki bu sisteme 0,1 mol hidrojen gazı ilave edildikten sonra H_2 moleküllerinin sayısı arttığı için I_2 molekülleri ile çarpışma sayısı artar ve daha çok HI molekülü oluşur dolayısıyla H_2 moleküllerinin sayısı azalır ve bunun sonucunda da derişimi ilk değerin altına düşer şeklinde bir yaklaşım yanlıştır. HI moleküllerinin sayısının artması sonucu geri yöndeki reaksiyon hızı da artar. Oluşan HI moleküllerinden H_2 ve I_2 moleküllerinin parçalanma hızı da arttığı için H_2 gazının derişimi ilk değeri olan 0,2 moların altına düşmez. Bunun yanında H_2 gazının derişimi 0,3 M olarak da kalmaz. Yeniden denge kurulduğı zaman H_2 gazının derişimi 0,2 M dan çok ve 0,3 M dan az olacaktır.



Sıcaklık değışimi denge durumunu etkilemez.



Bu düşünce, öğrenciler algoritmik problemleri çözerken problemde verilen sıcaklığı denge sabitini veya türlerin derişimini hesaplamada kullanmadığı için ortaya çıkmıştır. Aslında sıcaklık değışimi hem denge sabitini hemde denge durumunu değıştirir. Denge sabitini hesaplarken kullanılan derişimler verilen sıcaklıktaki derişimlerdir. Sıcaklığın değışmesi durumunda ise bu derişimler değışecektir. Bundan dolayı bir reaksiyonun her farklı sıcaklık için farklı bir denge sabiti vardır. Bu denge sabiti de sıcaklık değışimi sonucu reaksiyonun ekzotermik veya endotermik olmasına göre denge sabiti artar veya azalır.



Denge halindeki bir sistemde dengedeki türlerden birinin derişimi artırıldıktan sonra yeniden denge kurulduğunda ilk denge ile yeniden kurulan dengenin ileri ve geri yöndeki reaksiyon hızları aynı olur.



Bu ifade yanlıştır. Çünkü ortama girenlerden veya ürünlerden birinin ilave edilmesi durumunda ortamdaki tanecik sayısı ilave işleminden önceki denge durumuna göre daha fazladır. Tanecik sayısının artması çarpışma teorisine göre reaksiyon hızlarını artırdığı için yeniden kurulan dengenin ileri ve geri yöndeki reaksiyon hızları ilk dengeye göre daha büyüktür. Denge durumunda da ileri ve geri yöndeki reaksiyon hızları eşittir. Örneğin girenlerden birinin ilavesi durumunda ve sistem dengeye ulaşmadan önce ileri yöndeki reaksiyon hızı aniden artar ve geri yöndeki reaksiyon hızına eşit oluncaya kadar ürün derişimi artar. Dengede ise ileri yöndeki reaksiyon hızı geri yöndeki reaksiyon hızına eşit olur. Ürünlerden birinin ilave edilmesi durumunda sistem dengeye gelmeden önce geri yöndeki reaksiyon hızı aniden artar ve ileri yöndeki reaksiyon hızı geri yöndeki reaksiyon hızına eşit oluncaya kadar girenlerin derişimi artar. Dengede ise ileri yöndeki reaksiyon hızı geri yöndeki reaksiyon hızına eşittir. Ve yeniden kurulan dengenin ileri ve geri yöndeki reaksiyon hızları ilk dengeye göre daha büyüktür.



Denge halindeki bir sistemde sistemin sıcaklığı artırıldıktan sonra yeniden denge kurulduğunda ilk denge ile yeniden kurulan dengenin ileri ve geri yöndeki reaksiyon hızları aynı olur.



Bu ifade yanlıştır. Sıcaklık artışı sonucu taneciklerin kinetik enerjisi artar. Kinetik enerji arttığı için taneciklerin hareketi artar. Bunun sonucu taneciklerin çarpışma ihtimali artar. Çarpışma ihtimalinin artması reaksiyonla sonuçlanacak çarpışmaların sayısının artması reaksiyon hızını artırır. Dolayısıyla daha yüksek sıcaklıkta dengeye ulaşan reaksiyonun ileri ve geri yöndeki reaksiyon hızı sıcaklık artırılmadan önceki reaksiyonun ileri ve geri yöndeki reaksiyon hızından daha büyüktür.



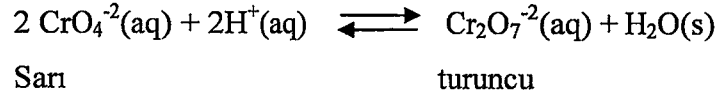
Denge halindeki bir sistemde sistemin hacmi artırıldığı zaman yeniden denge kurulduğunda ilk denge ile yeniden kurulan dengenin ileri ve geri yöndeki reaksiyon hızları aynı olur.



Bu ifade yanlıştır. Dengede olan bir sistemde sistemin hacmi artırıldığı zaman dengedeki türlerin derişimi azalır. Çünkü birim hacme düşen tanecik sayısı azalmıştır. Derişim azaldığı için de çarpışma sayısı azalır. Dolayısıyla yeniden kurulan dengenin ileri ve geri yöndeki reaksiyon hızları ilk dengedeki ileri ve geri yöndeki reaksiyon hızlarından daha küçüktür.



Denge sabiti ifadesinde yer almayan türlerin, denge sistemine ilave edilmesi durumunda sistem bu değişimden etkilenmez. Aşağıda verilen reaksiyona su ilave edilmesi denge durumunu etkilemez çünkü su denge sabiti ifadesinde yer almaz.



Bu ifade yanlıştır. Sisteme su ilave edilmesi toplam hacmi artırdığından ortamdaki bütün türlerin derişimleri azalır. Eğer bir denge sisteminde türlerin derişimi azalırsa sistem bu derişimdeki azalmanın etkisini giderecek yönde hareket edeceğinden sitem bu değişimden etkilenecek ve su ilavesi durumunda renk turuncudan sarıya dönecektir.



Ekzotermik bir reaksiyonda sıcaklık artırıldığı zaman reaksiyon hızı azalır endotermik bir reaksiyonda ise sıcaklık artırıldığı zaman reaksiyon hızı artar.



Bu düşünce yanlıştır. Bu düşüncenin nedeni Le Chatelier prensibinin algoritmik olarak kullanılmasıdır. Ekzotermik bir reaksiyonda ısı ürünler tarafındadır. Sıcaklık artması durumunda sistem bu etkiyi azaltacak yönde hareket edeceği için girenler yönüne kayar. Bu durumda geri yöndeki reaksiyon hızı artarken ileri yöndeki azalır olarak yorumlanır ki bu düşünceler yanlıştır. Çünkü sıcaklık artması durumunda her iki yöndeki reaksiyon hızı artar. Çarpışma teorisine göre sıcaklık artışı durumunda taneciklerin kinetik enerjisi artar dolayısıyla taneciklerin hareketleri artar. Taneciklerin hareketinin artması da çarpışma sayısını artırır. Çarpışma sayısının artması da reaksiyonla sonuçlanabilecek çarpışmaların sayısı artırdığı için reaksiyon hızı artar.



Denge halindeki bir sisteme katalizör ilave edildiği zaman dengedeki tüm türlerin derişimi artar. Katalizör ilavesi reaksiyon hızını artırır. Çünkü dengedeki türlerin derişimi artar.



Böyle bir düşünce yanlıştır. Katalizör ilavesi durumunda reaksiyon hızı türlerin derişimi arttığı için artmaz. Reaksiyon aktifleşme enerjisi daha düşük olan bir mekanizma üzerinden yürüdüğü için ve aktifleşme enerjisi daha düşük olduğundan aktifleşmiş kompleksin enerjisini aşan tanecik sayısı arttığı için reaksiyon hızı artar. Bunu şöyle bir

örnekle açıklayalım. 11A sınıfı 24 kişilik olsun ve metrekareye de iki kişi oturabilsin. 11B sınıfından 12 kişi sınıfınıza geldiğinde her metrekareye üçer kişi otursun bu durumda bir metrekarede 11A dan kaç kişi oturuyordur? İki kişi. 11A sınıfının öğrenci sayısında bir artış meydana geldi mi? Hayır. 11A'nın derişiminde bir değişme meydana gelmediğine göre hızın artışı bu şekilde açıklanamaz. Dolayısıyla hız artışı derişim artışı ile değil aktifleşme enerjisi ile açıklanır.



Katalizör ileri ve geri yöndeki reaksiyon hızlarına farklı şekilde etki eder.



Bu ifade yanlıştır. Bu düşünce, katalizör reaksiyon hızını artırır dolayısıyla reaksiyon hızı arttığı için daha fazla ürün oluşur daha fazla ürün oluşması için de ileri yöndeki reaksiyon hızı artarken geri yöndeki reaksiyon hızının azalması gerekir şeklinde düşünülmesinden ortaya çıkmıştır. Halbuki katalizör ilavesi durumunda aktifleşme enerjisi daha düşük bir mekanizma üzerinden reaksiyon yürüdüğü için her iki yöndeki reaksiyon hızı da artar. Çünkü reaksiyonun hızlı yada yavaş olması aktifleşme enerjisine bağlıdır. Aktifleşme enerjisinin daha düşük olması hem ileri hem de geri yöndeki reaksiyon hızının artmasına neden olur.

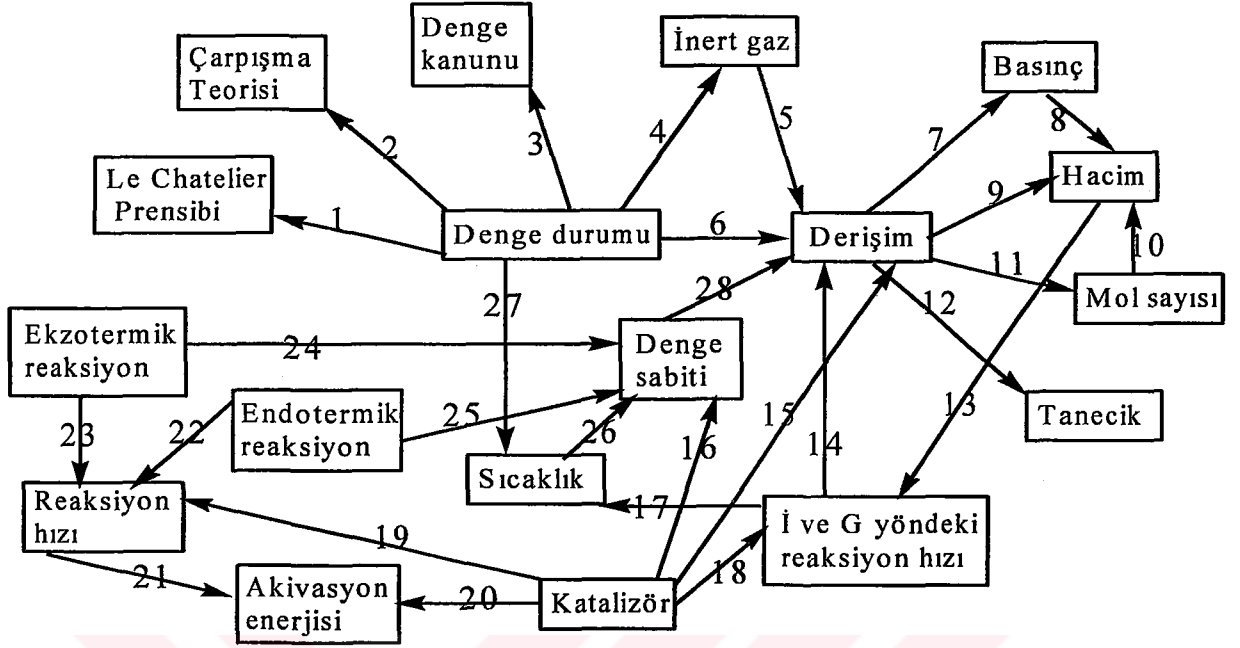


Sabit basınçta dengedeki sisteme inert gaz ilavesi denge durumunu etkilemez.



Böyle bir ifade yanlıştır. Bu ifade “inert gaz dengedeki türlerle reaksiyona girmediği için denge durumunu etkilemez” düşüncesinden ortaya çıkmıştır. Ancak inert gaz ilavesi durumunda basıncın sabit kalması için hacmin büyümesi gerekir. Bu durumda hacim arttığı için dengedeki türlerin derişimleri azalacak sistemde derişimdeki azalmanın etkisini artıracak yönde hareket ettiği için denge durumu bu değişimden etkilenir. Denge durumu inert gaz ilavesinden hacim değişimine neden olduğu için etkilenir. Eğer inert gaz ilavesi sabit hacimde olsaydı hacim değişmediği için türlerin derişimi değişmeyecek ve denge durumu bu değişimden etkilenmeyecekti.

Aşağıda gösterilen ilişkileri birer cümle ile ifade ediniz.

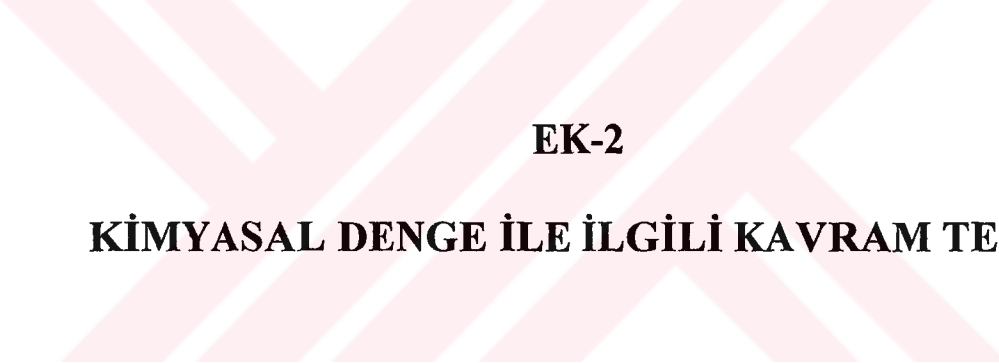


1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.
12.
13.
14.
15.
16.
17.
18.

19.
20.
21.
22.
23.
24.
25.
26.
27.
28.

Özet

1. Aşağıdakiler değişimler denge durumunu değiştirir.
 - a) Derişimin değişmesi (girenlerin ve ürünlerin derişimindeki değişme, basıncın veya hacmin değişmesi, sabit basınçta inert gaz ilavesi)
 - b) Sıcaklığın değişmesi
2. a seçeneğindeki değişmelerde denge sabitinin sayısal değeri değişmez. Sıcaklığın değişmesi denge sabitinin değerini değiştirir. Sıcaklık hem denge durumunu hem de denge sabitinin değerini değiştirir.
3. Dengedeki türlerden birinin derişiminin azaltılması durumunda sistem derişimdeki azalmanın etkisini artıracak yöne kayarken denge sabitinin değeri değişmez.
4. Dengedeki türlerden birinin derişiminin artırılması durumunda sistem derişimdeki artışın etkisini azaltacak yöne kayarken denge sabitinin değeri değişmez.
5. Sistemin hacmi azaltılarak basıncı artırılırsa, hacim azalmasından dolayı birim hacimdeki tanecik sayısı artar. Bunun sonucunda derişim artar. Sistem ise artan derişimin etkisini azaltacak yönde hareket eder. Denge sabitinin sayısal değeri değişmez.
6. Sistemin hacmi artırılarak basıncı azaltılırsa, hacim artmasından dolayı birim hacimdeki tanecik sayısı azalır. Bunun sonucunda derişim azalır. Sistem ise azalan derişimin etkisini artıracak yönde hareket eder. Denge sabitinin sayısal değeri değişmez.
7. Denge halindeki bir sisteme inert gaz ilavesi dengedeki türlerle reaksiyona girmediği için denge durumunu etkilemediği düşünülebilir. Ancak inert gaz ilavesi sabit basınçta yapılırsa gaz ilavesi durumunda basıncın sabit kalması için hacim artar. Hacim artışı derişimdeki azalmaya neden olur. Derişimdeki değişmede denge durumunu etkiler. Eğer sabit hacimde inert gaz ilave edilirse denge bu durumdan etkilenmez.
8. Sıcaklığın değişmesi durumunda denge sabitinin sayısal değeri de değişir. Sistemin sıcaklığı artırılırsa;
 - a) reaksiyon endotermik ise denge sabitinin sayısal değeri artar
 - b) reaksiyon ekzotermik ise denge sabitinin sayısal değeri azalır.
 Sistemin sıcaklığı azaltılırsa bu değişimlerin tersi olur.
9. Katalizör ilavesi ileri ve geri yönlerdeki reaksiyon hızlarına aynı şekilde etki eder. Her iki yönlerdeki reaksiyon hızını da artırır veya azaltır.
10. Sisteme katalizör eklenmesi yalnızca sistemin denge durumuna ulaşma hızını etkiler. Denge sabitinin sayısal değeri değişmez. Örneğin hidrojen ve azot gazlarından amonyak eldesi aynı şartlarda katalizör kullanılarak da yapılırsa katalizör kullanılmadan da yapılırsa her iki reaksiyonda da denge sabiti aynıdır.



EK-2

KİMYASAL DENGİ İLE İLGİLİ KAVRAM TESTİ

KİMYASAL DENGİ İLE İLGİLİ KAVRAM TESTİ

Sevgili öğrenciler;

Size verilen bu test iki basamaklı çoktan seçmeli 21 sorudan oluşmaktadır. Her bir soru iki basamaktan oluşmaktadır. Birinci basamaktaki seçeneklerde sorunun cevabı ikinci basamaktaki seçeneklerde ise cevabınızın nedeni yer almaktadır. Bu sorularda, doğru cevap nedeni ile birlikte verildiğinde değerlendirilmeye alınacaktır. Yalnızca birisi işaretlendiğinde ise yanlış kabul edilecektir.

Cevap kağıdında her soru için iki sütun bulunmaktadır. Bunlardan “CEVAP” sütununa sorunun doğru cevabını “CEVABINIZIN NEDENİ” sütununa ise cevabın nedeni olan seçeneği işaretleyiniz.

Örneğin 55. sorunun cevabı size göre “c” ise ve cevabınızın nedeni kısmındaki en uygun açıklama “2.” seçenek ise cevap kağıdını aşağıdaki gibi doldurun:

SORU	CEVAP					CEVABINIZIN NEDENİ				
55	a	b	d	e		1	3	4	5	

Süre 2 ders saatidir. Soru Kitapçığı üzerinde istediğiniz işlemleri yapabilirsiniz. Cevaplarınızı yalnızca cevap kağıdına işaretleyiniz.

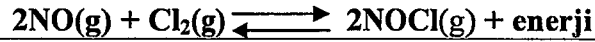
Adı :

Soyadı :

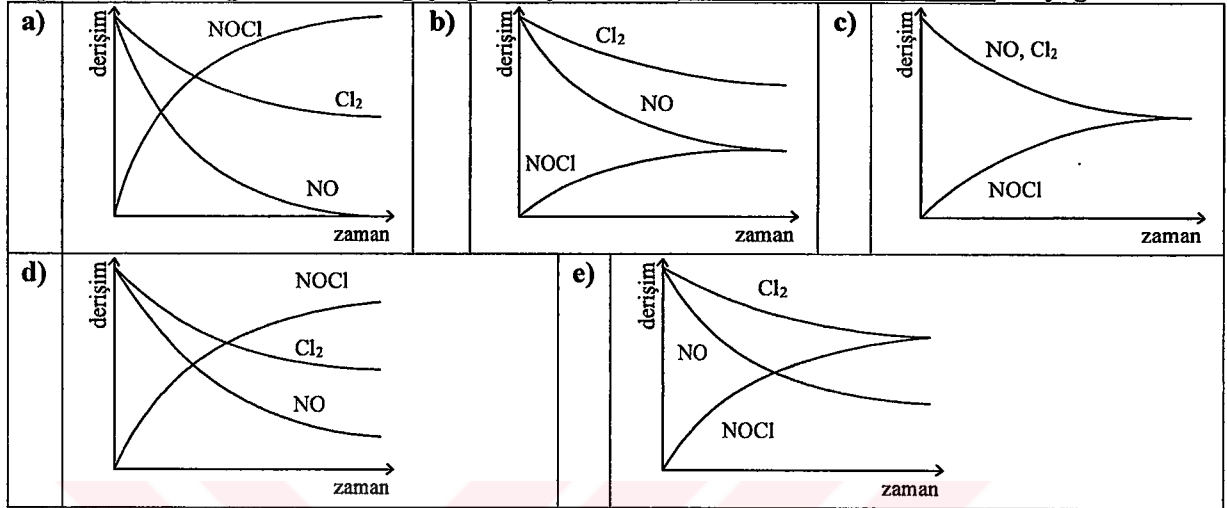
Sınıfı :

B A Ş A R I L A R

Tüm soruları aşağıdaki reaksiyonu dikkate alarak cevaplayınız

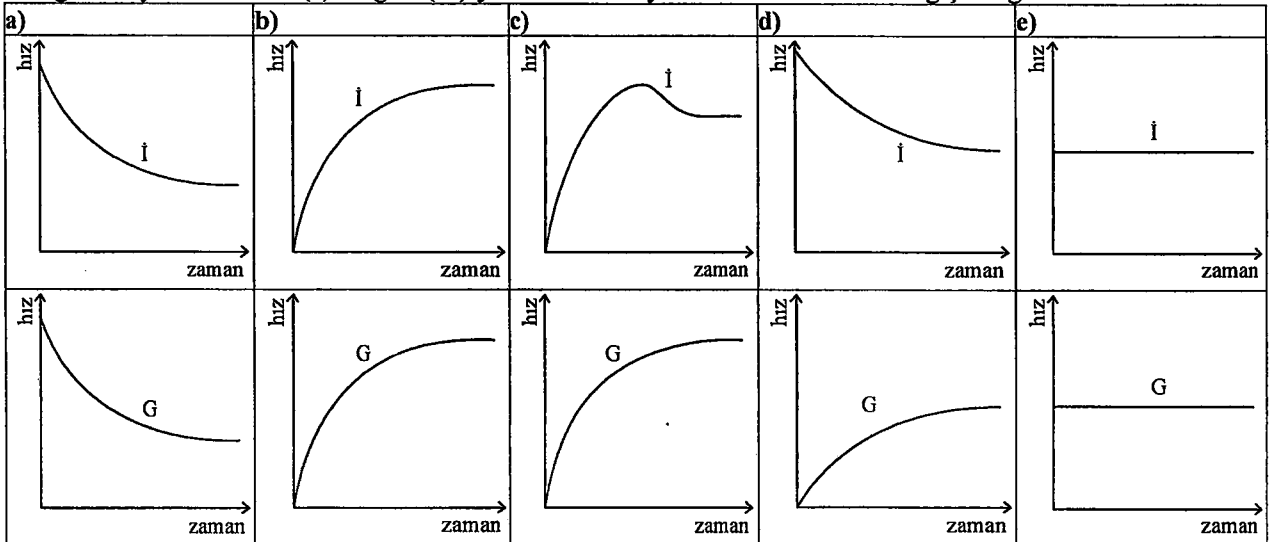


1. Aynı sıcaklıktaki ve eşit hacimde NO ve Cl₂ gazları bir kaba konarak kabın ağzı kapatılıyor ve gazlar arasında reaksiyon başlıyor. Reaksiyonun çift yönlü olduğunu düşündüğünüzde aşağıdaki grafiklerden hangisi sistem dengeye gelinceye kadarki **derişimlerdeki değişikliği** en iyi gösterir.



Cevabınızın nedeni

- Girenlerden herhangi birinin tamamen bitip bitmeyeceği stokiometrik katsayılara bakılarak bulunur. Kimyasal eşitlikten de görüldüğü gibi NO den 2 mol harcanırken Cl₂ den 1 mol harcanır ve NO derişimi ürünlerin derişimine eşit olurken Cl₂ derişimi daha az azalır.
 - Girenlerin karıştırılmasından itibaren sistem dengeye ulaşınca kadar ileri yöndeki reaksiyon hızı arttığı için ürün derişimi artarken girenlerin derişimi azalır. Ancak stokiometrik katsayılardan dolayı Cl₂ derişimi azalarak ürünlerin derişimine eşit olurken NO derişimi daha çok azalır.
 - Girenlerin karıştırılmasından bir süre sonra girenlerin derişimi ürünlerin derişimine eşit olur ve denge kurulur.
 - Girenlerden herhangi birinin tamamen bitip bitmeyeceği stokiometrik katsayılara bakılarak bulunduğu için NO gazı biterken Cl₂ gazı bitmez.
 - Reaksiyonun başlamasından itibaren girenler ürünlere dönüştüğü için ürünlerin derişimi artarken girenlerin derişimi azalır.
2. Aşağıdaki grafik çiftlerinden hangisi girenlerin karıştırılmasından itibaren sistem dengeye gelinceye kadar ileri (İ) ve geri (G) yöndeki reaksiyonların hızlarındaki değişimi gösterir.



Cevabınızın nedeni

1. Girenlerin karıştırılmasından sonra ileri yöndeki reaksiyon hızı artarken sistemin dengeye gelmesi için geri yöndeki reaksiyon hızı da artar.
2. Girenlerin karıştırılmasından itibaren sistem dengeye ulaşınca kadar ileri yöndeki reaksiyon hızı geri yöndeki reaksiyon hızına eşittir.
3. Girenlerin karıştırılmasından itibaren sistem dengeye ulaşınca kadar girenler ürünlere dönüştüğü için girenlerin derişimi azalırken ürünlerin derişimi artar. Bundan dolayı ileri yöndeki reaksiyon hızı azalırken geri yöndeki reaksiyon hızı artar.
4. Girenlerin karıştırılmasından itibaren sistem dengeye gelinceye kadar ileri yöndeki reaksiyon hızı, patlama olaylarında olduğu gibi, önce artar sonra azalırken geri yöndeki reaksiyon hızı ise sürekli artar.
5. İleri Yöndeki reaksiyon hızı azalırsa bununla doğru orantılı olarak geri yöndeki reaksiyon hızı da azalır.

3. $2\text{NO(g)} + \text{Cl}_2\text{(g)} \rightleftharpoons 2\text{NOCl(g)} + \text{enerji}$ bu reaksiyonun denge sabiti aşağıdakilerden hangisine eşittir?

A) $K_d = \frac{[\text{NOCl}]}{[\text{NO}][\text{Cl}_2]}$

B) $K_d = \frac{[\text{NOCl}]^2}{[\text{NO}]^2 + [\text{Cl}_2]}$

C) $K_d = \frac{[\text{NO}]^2 [\text{Cl}_2]}{[\text{NOCl}]^2}$

D) $K_d = \frac{[\text{NOCl}]^2}{[\text{NO}]^2 [\text{Cl}_2]}$

E) $K_d = \frac{[\text{NOCl}]}{[\text{NO}] + [\text{Cl}_2]}$

Cevabınızın nedeni

1. denge sabiti, sabit sıcaklıkta ürünlerin derişimlerinin girenlerin derişimleri çarpımına oranıdır.
2. denge sabiti, sabit sıcaklıkta girenlerin derişimlerinin ürünlerin derişimlerine oranıdır. Reaksiyondaki stokiyometrik katsayılar üst olarak yazılır.
3. denge sabiti, sabit sıcaklıkta sistem dengede iken ürünlerin derişimleri çarpımının girenlerin derişimleri çarpımına oranıdır. Reaksiyondaki stokiyometrik katsayılar üst olarak yazılır.
4. denge sabiti, sabit sıcaklıkta ürünlerin derişimlerinin girenlerin derişimleri toplamına oranıdır. Reaksiyondaki stokiyometrik katsayılar üst olarak yazılır.
5. denge sabiti, sabit sıcaklıkta ürünlerin derişimlerinin girenlerin derişimleri toplamına oranıdır. Reaksiyondaki stokiyometrik katsayılar üst olarak yazılır.

4. Bir denge reaksiyonunda, denge sabitinin büyük olmasını aşağıdaki ifadelerden hangisi en iyi açıklamıştır?

- a) ürünlerin derişimi, reaksiyona girenlerin derişimlerinden daha büyüktür.
- b) reaksiyona girenlerin derişimleri, ürünlerin derişimlerinden daha büyüktür.
- c) ileri yöndeki reaksiyonun hızı, geri yöndeki reaksiyonun hızından daha büyüktür.
- d) geri yöndeki reaksiyonun hızı, ileri yöndeki reaksiyon hızından daha büyüktür.

Cevabınızın nedeni

1. girenler tamamen ürünlere dönüşmüştür.
2. girenlerin çok az miktarı ürünlere dönüşmüştür.
3. ileri yöndeki reaksiyon hızı geri yöndeki reaksiyon hızından büyükse denge sabiti büyük olur.
4. girenlerin büyük bir kısmı ürünlere dönüşmüştür.
5. geri yöndeki reaksiyon hızının ileri yöndeki reaksiyon hızından büyük olması ürün derişiminin çok fazla olduğunu gösterir. Denge sabiti de ürünlerin derişimlerinin girenlerin derişimine oranı olduğu için denge sabitinin değeri büyük olur.

5. $2\text{NO(g)} + \text{Cl}_2\text{(g)} \rightleftharpoons 2\text{NOCl(g)} + \text{enerji}$ reaksiyonun belirli bir sıcaklıktaki denge sabiti 20 dir. Aynı sıcaklıkta içinde NOCl, NO ve Cl_2 gazları bulunan bir kaptan alınan örnekte $[\text{NOCl}] = 2 \text{ mol/L}$, $[\text{NO}] = 0,1 \text{ mol/L}$ ve $[\text{Cl}_2] = 8 \text{ mol/L}$ olduğu bulunmuştur. Buna göre aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?

- a) sistem dengededir.
- b) sistem dengede değildir ve kapta denge durumuna göre daha fazla ürün vardır.

- c) sistem dengede değildir ve kapta denge durumuna göre daha fazla reaksiyona giren madde vardır.

Cevabınızın nedeni

1. ileri yöndeki reaksiyon hızı geri yöndeki reaksiyon hızına eşittir.
2. ileri yöndeki reaksiyon hızı geri yöndeki reaksiyon hızından büyüktür.
3. ileri yöndeki reaksiyon hızı geri yöndeki reaksiyon hızından küçüktür.

6 ile 13 arasındaki soruları aşağıdaki bilgiyi dikkate alarak cevaplayınız.

Sistem dengeye ulaştıktan sonra sistemin hacmi ve sıcaklığı sabit tutularak NO'nin derişimi aniden artırılırsa:

Sistem yeniden dengeye ulaştığı zaman:

6. NO'nin derişimi;

- a) artırılmış miktarından daha büyük olacaktır.
- b) artırılmış miktarına eşit olacaktır
- c) artırılmış miktarından daha az fakat ilk dengeki değerinden daha fazla olacaktır.
- d) ilk dengeki değerine eşit olacaktır.
- e) ilk dengeki değerinden daha az olacaktır.

Cevabınızın nedeni

1. NO ilave edilince NO derişimi önce artar sonra azalır. Sistem derişimdeki bu azalışın etkisini gidermek için girenler yönüne kayar ve NO derişimi artırılmış değerinden daha büyük olur.
2. NO ilavesi sonucu ortamdaki NO derişimi artar. NO derişimi arttığı için Cl_2 gazı ile olan reaksiyon hızı arttığı için NO daha çok ürünlere dönüştür ve NO in denge derişimi ilk dengedeki değerinden daha az olur.
3. NO ilave edilince denge bozulur. Yeniden denge kurulması için sistem tekrar başlangıçtaki değerine ulaşmalıdır.
4. NO ilavesi sonucu NO derişimi artar. Sistem bu derişimdeki artışın etkisini azaltacak yönde hareket edeceği için NO derişimi bir miktar azalır fakat ilk dengedeki değerinden daha büyüktür.
5. NO ilave edilince NO derişimi artırıldığı gibi kalır. Çünkü yalnızca NO derişimi artırılmıştır. Eğer klor derişimi de artırılsaydı NO derişimi azalırdı.

7. Cl_2 'un derişimi;

- a) ilk dengedeki değerinden daha küçük olacaktır.
- b) ilk dengedeki değerine eşit olacaktır.
- c) ilk dengedeki değerinden daha büyük olacaktır.

Cevabınızın nedeni

1. ortamda yalnızca NO in derişimi değiştiği için Cl_2 gazının derişimi değişmez.
2. NO derişimi önce artıp sonra azaldığı için sistem derişimdeki bu azalışın etkisini gidermek için girenler yönüne kayar ve Cl_2 gazının derişimi artar.
3. sistem NO gazının derişimindeki artışın etkisini gidermek için ürünler yönüne kayar dolayısıyla Cl_2 gazının derişimi azalır.
4. reaksiyon kabının hacmi değişmediği için derişimler değişmez.
5. sistem dengede olduğu için NO ilave edilmesi Cl_2 derişimin etkilemez.

8. NOCl'ün derişimi;

- a) ilk dengedeki değerinden daha küçük olacaktır.
- b) ilk dengedeki değerine eşit olacaktır.
- c) ilk dengedeki değerinden daha büyük olacaktır.

Cevabınızın nedeni

1. ortamda yalnızca NO in derişimi değiştiği için NOCl gazının derişimi değişmez.

2. NO derişimi önce artıp sonra azaldığı için sistem derişimdeki bu azalışın etkisini gidermek için girenler yönüne kayar ve NOCl gazının derişimi azalır.
3. sistem NO gazının derişimindeki artışın etkisini gidermek için ürünler yönüne kayar dolayısıyla NOCl gazının derişimi artar.
4. reaksiyon kabının hacmi değişmediği için derişimler değişmez.
5. sıcaklık değişmediği için çarpışma sayısı değişmez ve NOCl derişimi aynı kalır.

9. NO'ın derişiminin aniden artırıldığı anda ileri yöndeki reaksiyon hızı;

- a) değişmez
- b) artar
- c) azalır

Cevabınızın nedeni

1. sıcaklık değişmediği için ileri yöndeki reaksiyon hızı değişmez.
2. aynı reaksiyon olduğu için hızları da aynıdır.
3. NO ilavesi sonucu derişim ve dolayısıyla tanecik sayısı arttığı için Cl_2 gazı ile olan çarpışma sayısı artar. Dolayısıyla ileri yöndeki reaksiyon hızı artar.
4. Cl_2 gazının derişimi azaldığı için ileri yöndeki reaksiyon hızı azalır.
5. Denge sola doğru kayacağı için ileri yöndeki reaksiyon hızı azalır.

10. NO'ın derişiminin aniden artırıldığı anda geri yöndeki reaksiyon hızı;

- a) değişmez
- b) artar
- c) azalır

Cevabınızın nedeni

1. Sıcaklık değişmediği için geri yöndeki reaksiyon hızı değişmez.
2. Aynı reaksiyon olduğu için hızları da aynıdır.
3. NO derişimi artırıldığı anda NOCl'ün derişimi değişmediği için geri yöndeki reaksiyon hızı değişmez.
4. Cl_2 gazının derişimi azaldığı için geri yöndeki reaksiyon hızı azalır.
5. Denge sola doğru kayacağı için geri yöndeki reaksiyon hızı artar.

11. NO'ın derişimi aniden artırıldığı anda ileri yöndeki reaksiyon hızı;

- a) geri yöndeki reaksiyon hızına eşit olur.
- b) geri yöndeki reaksiyon hızından daha büyük olur.
- c) geri yöndeki reaksiyon hızından daha küçük olur.

Cevabınızın nedeni

1. aynı reaksiyon olduğu için ileri yöndeki reaksiyon hızı geri yöndeki reaksiyon hızına eşittir.
2. NO derişimi artırıldığı anda NOCl'ün derişimi değişmediği için ileri yöndeki reaksiyon hızı geri yöndeki reaksiyon hızından daha büyüktür.
3. NO derişimi artarsa sistem yeniden dengeye gelmek için sağa kayar Cl_2 derişimi azalır. Cl_2 derişimi azaldığı için ileri yöndeki reaksiyon hızı geri yöndeki reaksiyon hızından daha küçük olur.
4. reaksiyon kabının hacmi değişmediği için derişimler değişmez dolayısıyla hızlarda değişmez.
5. NO derişimi artırılrsa sistem bu değişimdeki artışın etkisini azaltmak için daha çok ürün oluşturacak şekilde hareket eder. NOCl derişimi arttığı için de geri yöndeki reaksiyon hızı ileri yöndeki reaksiyon hızından büyük olur.

12. Sistem yeniden dengeye geldiği zaman ileri ve geri yöndeki reaksiyonların hızları;

- a) ilk dengedeki değerinden daha büyük olacaktır.
- b) ilk dengedeki değerine eşit olacaktır.
- c) ilk dengedeki değerinden daha küçük olacaktır.

Cevabınızın nedeni

1. yeniden dengenin kurulması için ileri ve geri yöndeki reaksiyon hızları ilk dengedeki gibi olmalıdır.
2. aynı reaksiyon olduğu için ileri ve geri yöndeki reaksiyon hızları değişmemiştir. Yani aynıdır.

3. NO ilavesi sonucu derişim ve dolayısı ile tanecik sayısı artırdığı için reaksiyonun tamamlanma süresi uzar.
4. NO ilavesi ile hem NO'nun hem de NOCl'ün derişimi arttığı için ileri ve geri yöndeki reaksiyon hızları artmıştır.
5. reaksiyon kabının hacmi değişmediği için derişimler değişmez dolayısıyla hızlarda değişmez.

13. Sistem yeniden dengeye geldiği zaman denge sabitinin değeri;

- a) ilk dengedeki değerinden daha büyük olacaktır.
- b) ilk dengedeki değerinden daha küçük olacaktır.
- c) ilk dengedeki değerine eşit olacaktır.

Cevabınızın nedeni

1. denge sabiti hesaplanırken derişimler kullanılır. NO ilavesi ile NOCl derişimi arttığı için denge sabitinin değeri artar.
2. daha fazla giren ilavesi ürün derişimini artırır. Denge sabiti de ürünlerin derişimlerinin girenlerin derişimine oranı olduğu için denge sabitinin değeri artar.
3. NO ilavesi ile NO ve NOCl derişimleri artarken Cl_2 derişimi azalmıştır. Fakat $[\text{NOCl}]/[\text{NO}][\text{Cl}_2]$ oranı sabittir.
4. NO ilavesi sonucu klor derişimi azalır. NOCl de bu azalmanın etkisini gidermek için girenler yönüne kayar ve NOCl derişimi azalır. Dolayısıyla denge sabitinin değeri azalır.
5. NO ilavesi ile ileri yöndeki reaksiyon hızı artar. İleri yöndeki reaksiyon hızı artarsa denge sabitinin değeri de artar.

14 ile 21 arasındaki soruları aşağıdaki bilgiyi dikkate alarak cevaplayınız

Sistem dengeye geldikten sonra sistemin hacmi sabit tutularak sıcaklığı aniden artırılırsa:
Sistem yeniden dengeye geldiği zaman;

14. NO'nun derişimi;

- a) ilk dengedeki değerinden daha küçük olacaktır.
- b) ilk dengedeki değerine eşit olacaktır.
- c) ilk dengedeki değerinden daha büyük olacaktır.

Cevabınızın nedeni

1. reaksiyon kabının hacmi değişmediği için derişimler değişmez.
2. sıcaklığın değişmesi derişimi değiştirmez.
3. sıcaklık artışı sonucu sistem girenler yönüne kayar dolayısıyla NO derişimi artar.
4. sıcaklık artışı sonucu taneciklerin kinetik enerjisi artar. Daha çok çarpışma olduğu için daha çok ürün oluşur ve NO derişimi azalır.

15. Cl_2 'un derişimi;

- a) ilk dengedeki değerinden daha küçük olacaktır.
- b) ilk dengedeki değerinden daha büyük olacaktır
- c) ilk dengedeki değerine eşit olacaktır.

Cevabınızın nedeni

1. reaksiyon kabının hacmi değişmediği için derişimler değişmez.
2. sıcaklık değişmesi derişimi değiştirmez.
3. sıcaklık artışı sonucu sistem girenler yönüne kayar dolayısıyla Cl_2 derişimi artar.
4. sıcaklık artışı sonucu taneciklerin kinetik enerjisi artar. Daha çok çarpışma olduğu için daha çok ürün oluşur ve Cl_2 derişimi azalır.

16. NOCl'ün derişimi;

- a) ilk dengedeki değerinden daha küçük olacaktır.
- b) ilk dengedeki değerine eşit olacaktır.
- c) ilk dengedeki değerinden daha büyük olacaktır.

Cevabınızın nedeni

1. reaksiyon kabının hacmi değişmediği için derişimler değişmez.
2. sıcaklık değişmesi derişimi değıştirmez.
3. sıcaklık artışı sonucu sistem girenler yönüne kayar dolayısıyla NOCl derişimi azalır.
4. sıcaklık artışı sonucu taneciklerin kinetik enerjisi artar. Daha çok çarpışma olduğu için daha çok ürün oluşur ve NOCl derişimi artar.

17. Sıcaklığın aniden yükseltildiği anda ileri yöndeki reaksiyonun hızı;

- a) değişmez.
- b) azalır.
- c) artar.

Cevabınızın nedeni

1. ekzotermik bir reaksiyonda sıcaklık artışı ileri yöndeki reaksiyon hızını azaltırken geri yöndeki reaksiyon hızını artırır.
2. derişimler değışmediği için reaksiyon hızları değışmez.
3. sıcaklık artışı taneciklerin kinetik enerjisini artırdığı için ileri yöndeki reaksiyon hızı artar.
4. yalnızca katalizör reaksiyonu hızlandırır. Sıcaklık değışimi reaksiyon hızını etkilemez.

18. Sıcaklığın aniden yükseltildiği anda geri yöndeki reaksiyonun hızı;

- a) değışmez.
- b) artar.
- c) azalır.

Cevabınızın nedeni

1. ekzotermik bir reaksiyonda sıcaklık artışı ileri yöndeki reaksiyon hızını azaltırken geri yöndeki reaksiyon hızını artırır.
2. derişimler değışmediği için reaksiyon hızları değışmez.
3. sıcaklık artışı taneciklerin kinetik enerjisini artırdığı için geri yöndeki reaksiyon hızı artar.
4. yalnızca katalizör reaksiyonu hızlandırır. Sıcaklık değışimi reaksiyon hızını etkilemez.

19. Sıcaklığın aniden yükseltildiği anda ileri yöndeki reaksiyonun hızı;

- a) geri yöndeki reaksiyonun hızına eşit olacaktır.
- b) geri yöndeki reaksiyonun hızından daha büyük olacaktır.
- c) geri yöndeki reaksiyonun hızından daha küçük olacaktır.

Cevabınızın nedeni

1. aynı reaksiyon olduğu için ileri yöndeki reaksiyon hızı geri yöndeki reaksiyon hızına eşittir.
2. sağa doğru olan reaksiyon ekzotermik, sola doğru olan endotermiktir ve sıcaklık artışı endotermik olan reaksiyon hızını daha fazla artırır.
3. sıcaklık artışı taneciklerin kinetik enerjilerini artırdığı için ileri yöndeki reaksiyon hızı geri yöndeki reaksiyon hızından büyüktür.
4. yalnızca katalizör reaksiyonu hızlandırır. Sıcaklık değışimi reaksiyon hızını etkilemez.

20. Sistem yeniden dengeye geldiği zaman ileri ve geri yöndeki reaksiyon hızları;

- a) ilk dengedeki değerinden daha büyük olacaktır.
- b) ilk dengedeki değerine eşit olacaktır.
- c) ilk dengedeki değerinden daha küçük olacaktır.

Cevabınızın nedeni

1. ikisi de aynı denge olduğu için hızlar açısından bir fark yoktur. İkisinde de ileri ve geri yöndeki reaksiyon hızları aynıdır.
2. sıcaklık artışı taneciklerin kinetik enerjilerini artırır. Bunun sonucu olarak ileri yöndeki reaksiyon hızı geri yöndeki reaksiyon hızından daha büyük olur. Çünkü daha çok ürün oluşur.
3. ekzotermik bir reaksiyonda sıcaklık artışı sistemi girenler yönüne kaydırır. Dolayısıyla ileri ve geri yöndeki reaksiyon hızlarını azaltır.
4. sıcaklık artışı sonucu taneciklerin kinetik enerjisi arttığı için hem ileri yöndeki reaksiyon hızı hemde geri yöndeki reaksiyon hızı artar.

21. Sistem yeniden dengeye geldiği zaman denge sabitinin değeri;

- a) ilk dengedeki değerinden daha büyük olacaktır.
- b) ilk dengedeki değerinden daha küçük olacaktır.
- c) ilk dengedeki değerine eşit olacaktır.

Cevabınızın nedeni

1. sıcaklık değişimi denge sabitini etkilemez. Çünkü denge sabitini hesaplarken sıcaklığı hiç kullanmıyoruz.
2. sıcaklık artışı sonucu reaksiyon hızı artar ve daha çok ürün oluşur. Dolayısıyla denge sabitinin değeri artar.
3. Sıcaklığın artmasıyla denge sola kaydığı için girenlerin derişimi artarken ürünlerin derişimi azalır. denge sabiti de ürünlerin derişiminin girenlerin derişimine oranı olduğu için denge sabitinin değeri azalır.
4. sıcaklıkla denge sabiti arasında doğru bir orantı vardır. Sıcaklık artarsa denge sabitinin değeri artar sıcaklık azalırsa denge sabitinin değeri azalır.

22 ile 30 arasındaki soruları aşağıdaki bilgiyi dikkate alarak cevaplayınız

Sistem dengeye ulaştıktan sonra sistemin sıcaklığı sabit tutularak hacmi azaltılırsa:

22. Reaksiyondaki tüm türlerin derişimleri;

- a) değişmez.
- b) artar.
- c) azalır.

Cevabınızın nedeni

1. mol sayısı değişmediği için derişimler değişmez.
2. mol sayısı sabitken hacim azalırsa derişimler artar.
3. hacim azalırsa sistem hacimdeki azalışı artıracak yönde hareket edeceği için derişimler de azalır.
4. hacimle derişim arasında doğru bir orantı vardır. Hacim azalırsa derişimler de azalır.
5. hacim azalırsa basınç artar. Bu durumda sistem mol sayısı az olan yöne kayacağı için reaksiyondaki tüm maddelerin derişimleri azalır.

Sistemin sıcaklığı sabit tutularak hacmi azaltıldıktan sonra sistem yeniden dengeye geldiği zaman

23. NO'nin derişimi;

- a) hacmin azaltıldığı andaki değerinden daha büyük olacaktır.
- b) hacmin azaltıldığı andaki değerine eşit olacaktır.
- c) hacmin azaltıldığı andaki değerinden daha küçük olacaktır.

Cevabınızın nedeni

1. hacim azaltılırsa derişim artar. Dolayısıyla sistem derişimdeki bu artışın etkisini azaltacak yönde hareket edeceği için sağa kayacak ve NO derişimi azalacaktır.
2. hacim azalırsa derişim de azalır. Dolayısıyla sistem derişimdeki bu azalışın etkisini artıracak yönde hareket edeceği için sola kayacak ve NO derişimi artacaktır.
3. mol sayısı değişmediği için derişimler de değişmez sabit kalır.
4. hacim azaltılırsa sistem mol sayısı az olan yönden çok olan yöne doğru kayar. Yani NO derişimi artar.

24. Cl₂'un derişimi;

- a) hacmin azaltıldığı andaki değerinden daha küçük olacaktır.
- b) hacmin azaltıldığı andaki değerinden daha büyük olacaktır.
- c) hacmin azaltıldığı andaki değerine eşit olacaktır.

Cevabınızın nedeni

1. hacim azaltılırsa derişim artar. Dolayısıyla sistem derişimdeki bu artışın etkisini azaltacak yönde hareket edeceği için sağa kayacak ve Cl₂ derişimi azalacaktır.

2. hacim azalması ile derişim azaldığı için sistem derişimdeki bu azalışın etkisini artıracak yönde hareket edeceği için sola kayacak ve Cl_2 derişimi artacaktır.
3. mol sayısı değişmediği için derişimler de değişmez sabit kalır.
4. hacim azaltılırsa sistem mol sayısı az olan yönden çok olan yöne doğru kayar. Yani Cl_2 derişimi artar.

25. NOCl'un derişimi;

- a) hacmin azaltıldığı andaki değerinden daha büyük olacaktır.
- b) hacmin azaltıldığı andaki değerinden daha küçük olacaktır.
- c) hacmin azaltıldığı andaki değerine eşit olacaktır.

Cevabınızın nedeni

1. hacim azalması sonucu derişim arttığı için sistem derişimdeki bu artışın etkisini azaltacak yönde hareket edecek ve NOCl derişimi artacaktır.
2. hacim azalması ile derişim azaldığı için sistem derişimdeki bu azalışın etkisini artıracak yönde hareket edecek ve NOCl derişimi azalacaktır.
3. mol sayısı değişmediği için derişimler de değişmez sabit kalır.
4. hacim azaltılırsa sistem mol sayısı az olan yönden çok olan yöne doğru kayacağı için NOCl derişimi azalır.

26. Sistemin hacmi aniden azaltıldığı anda ileri yöndeki reaksiyonun hızı;

- a) değişmez.
- b) artar.
- c) azalır.

Cevabınızın nedeni

1. sıcaklık ve mol sayısı değişmediği için reaksiyon hızı değişmez.
2. hacim değişmesi reaksiyon hızını etkilemez.
3. hacim azalması sonucu birim hacimdeki tanecik sayısı arttığı için ileri yöndeki reaksiyon hızı artar.
4. hacmin azalması sonucu birim hacimdeki tanecik sayısı azaldığı için ileri yöndeki reaksiyon hızı azalır.
5. aynı reaksiyon olduğu için ileri yöndeki reaksiyon hızı da aynıdır.

27. Sistemin hacmi aniden azaltıldığı anda geri yöndeki reaksiyonun hızı;

- a) değişmez.
- b) artar.
- c) azalır.

Cevabınızın nedeni

1. sıcaklık ve mol sayısı değişmediği için reaksiyon hızı değişmez.
2. hacim değişmesi reaksiyon hızını etkilemez.
3. hacim azalması sonucu birim hacimdeki tanecik sayısı arttığı için geri yöndeki reaksiyon hızı artar.
4. hacmin azalması sonucu birim hacimdeki tanecik sayısı azaldığı için geri yöndeki reaksiyon hızı azalır.
5. aynı reaksiyon olduğu için geri yöndeki reaksiyon hızı da aynıdır.

28. Sistemin hacmi aniden azaltıldığı anda ileri yöndeki reaksiyonun hızı;

- a) geri yöndeki reaksiyonun hızına eşit olacaktır.
- b) geri yöndeki reaksiyonun hızından daha küçük olacaktır.
- c) geri yöndeki reaksiyonun hızından daha büyük olacaktır.

Cevabınızın nedeni

1. aynı reaksiyon olduğu için ileri yöndeki reaksiyon hızı geri yöndeki reaksiyon hızına eşittir.
2. hacim azalması sonucu birim hacimdeki tanecik sayısı azaldığı için ileri yöndeki reaksiyon hızı geri yöndeki reaksiyon hızından daha küçük olur.

3. hacim azalması sonucu birim hacimdeki tanecik sayısı artar. Sistem bu artışın etkisini azaltmak için sağa kayacağından ileri yöndeki reaksiyon hızı geri yöndeki reaksiyon hızından büyük olur.
4. hacim değişmesi reaksiyon hızını etkilemez.
5. sıcaklık ve mol sayısı değişmediği için reaksiyon hızı değişmez.

29. Sistem yeniden dengeye geldiği zaman ileri ve geri yöndeki reaksiyonların hızları;

- a) ilk dengedeki değerlerine eşit olacaktır.
- b) ilk dengedeki değerlerinden daha büyük olacaktır.
- c) ilk dengedeki değerlerinden daha küçük olacaktır.

Cevabınızın nedeni

1. aynı reaksiyon olduğu için ileri ve geri yöndeki reaksiyon hızları da aynıdır.
2. hacim azalması sonucu derişim 2 kat artar başka bir şey olmaz.
3. hacim azalması sonucu derişim artar. Derişimin artması birim hacimdeki tanecik sayısını artırır. Tanecik sayısının artması da reaksiyon hızını artırır.
4. hacim azalması ile birim hacimdeki tanecik sayısı azaldığından reaksiyon hızları azalır.
5. hacim azalması sonucu basınç artar. Basınç artışı da reaksiyon hızını etkilemez.

30. Sistem yeniden dengeye geldiği zaman denge sabitinin değeri;

- a) ilk dengedeki değerinden daha büyük olacaktır.
- b) ilk dengedeki değerinden daha küçük olacaktır.
- c) ilk dengedeki değerine eşit olacaktır.

Cevabınızın nedeni

1. hacim azaltılırsa derişim artar. Denge sabiti de derişimler oranı olduğu için artar.
2. hacim azaltılırsa derişim azalır. Denge sabiti de derişimler oranı olduğu için azalır.
3. hacim azalması durumunda dengedeki tüm türlerin derişimi belirli oranda arttığı için denge sabitinin değeri değişmez.
4. hacim yarıya inince basınç artmıştır. Sistem bu basınçtaki artışı azaltmak için ürünler yönüne kayacaktır. Bunun sonucu daha fazla ürün oluşur ve denge sabitinin değeri artar.

31 ile 37 arasındaki soruları aşağıdaki bilgiyi dikkate alarak cevaplayınız.

Sistem dengeye geldikten sonra sıcaklık, basınç ve hacim sabitken sisteme katalizör ilave ediliyor:
Sisteme katalizör ilave edildiği zaman;

31. İleri yöndeki reaksiyonun hızı;

- a) değişmez
- b) azalır
- c) ileri yöndeki reaksiyon hızının değişmemesi veya artması katalizörün ileri veya geri reaksiyonlardan hangisi için daha gerekli olduğuna bağlıdır
- d) artar

Cevabınızın nedeni

1. katalizör türlerin derişimini artırdığı için reaksiyon hızı artar.
2. uygun bir katalizör ileri yöndeki reaksiyon hızını geri yöndeki reaksiyon hızından daha çok artırır.
3. reaksiyon ekzotermik ise katalizör ileri yöndeki reaksiyon hızını azaltır.
4. dengeye ulaşmış bir sisteme katalizör ilavesi reaksiyon hızlarını etkilemez.
5. katalizör aktivasyon enerjisi daha düşük bir yol üzerinden reaksiyonun gerçekleşmesini sağladığı için ileri yöndeki reaksiyon hızı artar.

32. Sisteme katalizör ilave edildiği zaman geri yöndeki reaksiyonun hızı;

- a) değişmez.
- b) azalır.
- c) artar.

- d) geri yöndeki reaksiyon hızının değişmemesi veya artması katalizörün ileri veya geri reaksiyonlardan hangisi için daha gerekli olduğuna bağlıdır.

Cevabınızın nedeni

1. katalizör türlerin derişimini artırdığı için reaksiyon hızı artar.
2. uygun bir katalizör ileri yöndeki reaksiyon hızını artırırken geri yöndeki reaksiyon hızını azaltır.
3. reaksiyon endotermik ise katalizör geri yöndeki reaksiyon hızını artırır.
4. dengeye ulaşmış bir sisteme katalizör ilavesi reaksiyon hızlarını etkilemez.
5. katalizör aktivasyon enerjisi daha düşük bir yol üzerinden reaksiyonun gerçekleşmesini sağladığı için geri yöndeki reaksiyon hızı artar.

33. Sisteme katalizör ilave edildiği zaman ileri yöndeki reaksiyonun hızı;

- a) geri yöndeki reaksiyon hızına eşit olacaktır.
- b) geri yöndeki reaksiyon hızından daha büyük olacaktır.
- c) geri yöndeki reaksiyon hızından daha küçük olacaktır
- d) ileri yöndeki reaksiyon hızının değişmemesi veya artması katalizörün ileri veya geri reaksiyonlardan hangisi için daha gerekli olduğuna bağlıdır.

Cevabınızın nedeni

1. katalizör türlerin derişimini artırdığı için reaksiyon hızı artar.
2. uygun bir katalizör ileri yöndeki reaksiyon hızını artırırken geri yöndeki reaksiyon hızını azaltır.
3. reaksiyon endotermik ise katalizör geri yöndeki reaksiyon hızını artırır.
4. dengeye ulaşmış bir sisteme katalizör ilavesi reaksiyon hızlarını etkilemez.
5. katalizör reaksiyonun izlediği yolu değiştirip reaksiyonun aktivasyon enerjisini düşürerek reaksiyonu hızlandırdığı için ileri ve geri yöndeki reaksiyon hızları aynı oranda artar.

34. NO'nin derişimi;

- a) ilk dengedeki değerinden daha küçük olacaktır.
- b) ilk dengedeki değerine eşit olacaktır
- c) ilk dengedeki değerinden daha büyük olacaktır.
- d) ilk dengedeki değerinden daha büyük veya küçük olması katalizörün etkisine bağlıdır.

Cevabınızın nedeni

1. katalizör ilavesi dengeyi sağa kaydıracağı için NO derişimi azalır.
2. katalizör ilavesi dengedeki türlerin derişimini değiştirmez yalnızca sistemin dengeye ulaşma hızını etkiler.
3. katalizör ilavesi ürün derişimini artırdığı için NO derişimi azalır.
4. katalizör ilavesi ileri yöndeki reaksiyon hızını artırdığı için NO derişimi azalır.
5. katalizör ilavesi geri yöndeki reaksiyon hızını azalttığı için NO derişimi artar.

35. Cl₂'un derişimi;

- a) ilk dengedeki değerinden daha küçük olacaktır.
- b) ilk dengedeki değerinden daha büyük olacaktır.
- c) ilk dengedeki değerinden daha büyük veya küçük olması katalizörün etkisine bağlıdır.
- d) ilk dengedeki değerine eşittir.

Cevabınızın nedeni

1. katalizör ilavesi dengeyi sağa kaydıracağı için Cl₂ derişimi azalır.
2. katalizör ilavesi dengedeki türlerin derişimini değiştirmez yalnızca sistemin dengeye ulaşma hızını etkiler.
3. katalizör ilavesi ürün derişimini artırdığı için Cl₂ derişimi azalır.
4. katalizör ilavesi ileri yöndeki reaksiyon hızını artırdığı için Cl₂ derişimi azalır.
5. katalizör ilavesi geri yöndeki reaksiyon hızını azalttığı için Cl₂ derişimi artar.

36 NOCl'ün derişimi;

- a) ilk dengedeki değerinden daha küçük olacaktır.
- b) ilk dengedeki değerinden daha büyük olacaktır.

- c) ilk dengedeki değerine eşit olacaktır.
 d) ilk dengedeki değerinden daha büyük veya küçük olması katalizörün etkisine bağlıdır.

Cevabınızın nedeni

1. katalizör ilavesi dengeyi sağa kaydıracağı için NOCl derişimi artar.
2. katalizör ilavesi dengedeki türlerin derişimini değiştirmez yalnızca sistemin dengeye ulaşma hızını etkiler.
3. katalizör ilavesi ürün derişimini artıracığı için NOCl derişimi artar.
4. katalizör ilavesi ileri yöndeki reaksiyon hızını artırdığı için NOCl derişimi artar.
5. kalizör ilavesi geri yöndeki reaksiyon hızını azalttığı için NOCl derişimi azalır.

37. Sistem dengeye geldiğı zaman denge sabitinin değeri;

- a) ilk dengedeki değerinden daha küçük olacaktır.
 b) ilk dengedeki değerine eşit olacaktır.
 c) ilk dengedeki değerinden daha büyük olacaktır.
 d) ilk dengedeki değerinden daha büyük veya küçük olması katalizörün etkisine bağlıdır.

Cevabınızın nedeni

1. uygun bir katalizör ileri yöndeki reaksiyon hızını geri yöndeki reaksiyon hızından daha çok artırdığı için denge sabitinin değeri artar.
2. uygun bir katalizör geri yöndeki reaksiyon hızını artırdığı için ürün derişimi azalır ve denge sabitinin değeri küçölür.
3. katalizör verimi artırdığı için denge sabitinin değeri artar.
4. katalizör ileri ve geri yöndeki reaksiyon hızlarını eşit oranda artırdığı için denge sabitinin değeri değişmez.
5. katalizör türlerin derişimini artırdığı için bir reaksiyonda katalizör kullanılması verimi artırır.

38. soru için aşağıdaki bilgiyi kullanınız

Sistem dengeye geldikten sonra basınç ve sıcaklık sabitken sisteme inert gaz ilave ediliyor:
 Sisteme inert gaz ilave edildiğı anda;

38. Reaksiyondaki tüm maddelerin derişimleri;

- a) değişmez
 b) artar
 c) azalır

Cevabınızın nedeni

1. inert gaz dengedeki türlerle reaksiyona girmediğı için derişimler değişmez.
2. inert gaz ilavesi sabit basınçta yapılıyor. Basınçta değişme olmadığı için derişimler değişmez.
3. dengedeki türlerden farklı bir inert gaz ilavesi türlerin derişimini değiştirmez yalnızca ortamdaki inert gazın derişimini artırır.
4. reaksiyon kabına inert gaz ilave edildiğı anda basıncın sabit kalması için hacim artar. Hacmin artması da türlerin derişimini azaltır.
5. reaksiyon kabına inert gaz ilave edildiğı anda basıncın sabit kalması için hacim artar. Hacmin artması da türlerin derişimini artırır.

39 ile 46 arasındaki soruları aşağıdaki bilgiyi dikkate alarak cevaplayınız

stemin sıcaklığı sabit tutularak inert gaz ilave edildikten sonra sistem yeniden dengeye ulaştığı zaman

39. NO'in derişimi;

- a) inert gaz ilave edildiğı andaki değerinden daha küçük olacaktır.
 b) inert gaz ilave edildiğı andaki değerinden daha büyük olacaktır.
 c). inert gaz ilave edildiğı andaki değerine eşit olacaktır.

Cevabınızın nedeni

1. inert gaz dengedeki türlerle reaksiyona girmediğı için derişimler değişmez.

2. inert gaz ilavesi sabit basınçta yapılıyor. Basınçta değişme olmadığı için derişimler değişmez.
3. sabit basınçta inert gaz ilavesi hacmin artmasına ve derişimlerin azalmasına neden olur. Sistem derişimdeki bu azalmanın etkisini gidermek için girenler yönüne kayar. Dolayısıyla NO derişimi artar.
4. sabit basınçta inert gaz ilavesi hacmin artmasına ve derişimlerin azalmasına neden olur. Sistem derişimdeki bu azalmanın etkisini gidermek için ürünler yönüne kayar. Dolayısıyla NO derişimi azalır.
5. dengedeki türlerden farklı bir inert gaz ilavesi türlerin derişimini değıştirmmez yalnızca ortamdaki inert gazın derişimini artırır.

40. Cl_2 'ün derişimi;

- a) inert gaz ilave edildiğı andaki değeriinden daha büyük olacaktır.
- b) inert gaz ilave edildiğı andaki değeriinden daha küçük olacaktır.
- c) inert gaz ilave edildiğı andaki değeriine eşit olacaktır.

Cevabınızın nedeni

1. inert gaz dengedeki türlerle reaksiyona girmediği için derişimler değışmez.
2. inert gaz ilavesi sabit basınçta yapılıyor. Basınçta değışme olmadığı için derişimler değışmez.
3. sabit basınçta inert gaz ilavesi hacmin artmasına ve derişimlerin azalmasına neden olur. Dolayısıyla Cl_2 derişimi artar.
4. sabit basınçta inert gaz ilavesi hacmin artmasına ve derişimlerin azalmasına neden olur. Dolayısıyla Cl_2 derişimi azalır.
5. dengedeki türlerden farklı bir inert gaz ilavesi türlerin derişimini değıştirmmez yalnızca ortamdaki inert gazın derişimini artırır.

41. NOCl'tün derişimi;

- a) inert gaz ilave edildiğı andaki değeriinden daha küçük olacaktır.
- b) inert gaz ilave edildiğı andaki değeriinden daha büyük olacaktır.
- c) inert gaz ilave edildiğı andaki değeriine eşit olacaktır.

Cevabınızın nedeni

1. inert gaz dengedeki türlerle reaksiyona girmediği için derişimler değışmez.
2. inert gaz ilavesi sabit basınçta yapılıyor. Basınçta değışme olmadığı için derişimler değışmez.
3. sabit basınçta inert gaz ilavesi hacmin artmasına ve derişimlerin azalmasına neden olur. Dolayısıyla NOCl derişimi azalır.
4. sabit basınçta inert gaz ilavesi hacmin artmasına ve derişimlerin azalmasına neden olur. Dolayısıyla NOCl derişimi artar.
5. dengedeki türlerden farklı bir inert gaz ilavesi türlerin derişimini değıştirmmez yalnızca ortamdaki inert gazın derişimini artırır.

42. İnert gaz ilave edildiğı anda ileri yöndeki reaksiyonun hızı;

- a) değışmez
- b) azalır
- c) artar

Cevabınızın nedeni

1. inert gaz dengedeki türlerle reaksiyona girmediği için reaksiyonun hızını etkilemez.
2. inert gaz dengedeki türlerin derişimini değıştirmediği için reaksiyon hızını etkilemez.
3. inert gaz ilavesi sabit basınçta yapılıyor. Basınç sabit olduğı için bir değışme olmaz.
4. inert gaz ilavesi hacmin artmasına ve derişimin azalmasına neden olduğı için reaksiyon hızı azalır.
5. inert gaz ilavesi hem hacmin artmasına hem de derişimin artmasına neden olduğı için reaksiyon hızı artar.

43. İnert gaz ilave edildiğı anda geri yöndeki reaksiyonun hızı;

- a) değışmez
- b) artar
- c) azalır

Cevabınızın nedeni

1. inert gaz dengedeki türlerle reaksiyona girmedeği için reaksiyonun hızını etkilemez.
2. inert gaz dengedeki türlerin derişimini değiştirmedeği için reaksiyon hızını etkilemez.
3. inert gaz ilavesi sabit basınçta yapılıyor. Basınç sabit olduğu için bir değişme olmaz.
4. inert gaz ilavesi hacmin artmasına ve derişimin azalmasına neden olduğu için reaksiyon hızı azalır.
5. inert gaz ilavesi hem hacmin artmasına hem de derişimin artmasına neden olduğu için reaksiyon hızı artar.

44. İnert gaz ilave edildiği anda ileri yöndeki reaksiyon hızı;

- a) geri yöndeki reaksiyon hızına eşit olacaktır.
- b) geri yöndeki reaksiyon hızından daha büyük olacaktır.
- c) geri yöndeki reaksiyon hızından daha küçük olacaktır.

Cevabınızın nedeni

1. inert gaz dengedeki türlerle reaksiyona girmedeği için reaksiyonun hızını etkilemez.
2. inert gaz ilavesi dengedeki türlerin derişimini değiştirmedeği için reaksiyon hızını etkilemez.
3. inert gaz ilavesi hacmin artmasına ve derişimlerin azalmasına neden olur. Sistem derişimlerdeki azalmanın etkisini artıracak yönde hareket edeceği için ileri yöndeki reaksiyon hızı geri yöndeki reaksiyon hızından daha büyük olur.
4. inert gaz ilavesi hacmin artmasına ve derişimlerin azalmasına neden olur. Sistem derişimlerdeki azalmanın etkisini artıracak yönde hareket edeceği için ileri yöndeki reaksiyon hızı geri yöndeki reaksiyon hızından daha küçüktür.

45. Sisteme inert gaz ilave edildikten sonra sistem yeniden dengeye geldiği zaman ileri ve geri yöndeki reaksiyonun hızları;

- a) ilk dengedeki değerlerine eşit olacaktır.
- b) ilk dengedeki değerlerinden daha büyük olacaktır.
- c) ilk dengedeki değerlerinden daha küçük olacaktır.

Cevabınızın nedeni

1. aynı reaksiyon olduğu için ileri yöndeki reaksiyon hızı geri yöndeki reaksiyon hızına eşittir.
2. inert gaz dengedeki türlerle reaksiyona girmedeği için reaksiyon hızlarını etkilemez.
3. inert gaz ilavesi hacmin artmasına ve derişimlerin azalmasına neden olduğu için reaksiyon hızları azalır.
4. inert gaz ilavesi hacmin artmasına neden olur. Hacim artışı da türlerin derişimini artırdığı için reaksiyon hızları artar.

46. Sistem dengeye geldiği zaman denge sabitinin değeri;

- a) ilk dengedeki değerinden daha küçük olacaktır.
- b) ilk dengeki değerinden daha büyük olacaktır.
- c) ilk dengedeki değerine eşittir.

Cevabınızın nedeni

1. inert gaz ilavesi ile türlerin derişimini artar. Denge sabiti de derişimler oranı olduğu için artar.
2. inert gaz ilavesi türlerin derişimlerinin azalmasına neden olduğu için denge sabitinin değeri azalır.
3. inert gaz dengedeki türlerle reaksiyona girmedeği için denge sabitinin değeri değişmez.
4. inert gaz ilavesi sonucu hacim artar ve dengedeki tüm türlerin derişimleri belirli oranda azalır. Fakat derişimler oranı değişmediği için denge sabitinin değeri değişmez.
5. inert gaz ilavesi sabit hacimde değil de sabit basınçta yapılsaydı denge sabitinin değeri artardı.

EK-3

MANTIKSAL DÜŞÜNME GRUP TESTİ

MANTIKSAL DÜŞÜNME GRUP TESTİ

Sevgili öğrenciler;

Size verilen bu test 21 sorudan oluşmaktadır. Testteki sorularda nesne ve durumları açıklamak için resimli ifadeler kullanılmıştır. 1’den 18’e kadar olan sorular iki basamaktan oluşmaktadır. Birinci basamaktaki seçeneklerde sorunun cevabı, ikinci basamaktaki seçeneklerde ise cevabınızın nedeni yer almaktadır. Bu sorularda, doğru cevap nedeni ile birlikte verildiğinde değerlendirilmeye alınacaktır. Yalnızca birisi işaretlendiğinde ise yanlış kabul edilecektir.

Cevap kağıdında 1’den 18’e kadar olan her soru için iki sütun bulunmaktadır. Bunlardan “CEVAP” sütununa sorunun doğru cevabını “SEBEP” sütununa ise cevabın nedeni olan seçeneği işaretleyiniz.

Örneğin 25 inci sorunun cevabı size göre “c” ise ve Sebep kısmındaki en uygun açıklama “2 inci” seçenek ise cevap kağıdını aşağıdaki gibi doldurun:

SORU	CEVAP					SEBEP				
25	a	b	d	e		1	3	4	5	

Son üç soruda (19, 20 ve 21) ise cevabı yazmanız istenmektedir. Soru kitapçığında bu sorularla ilgili kısımları okurken nasıl cevaplayacağınız anlatılmıştır.

Süre 1 ders saatidir. Soru Kitapçığı üzerinde istediğiniz işlemleri yapabilirsiniz. Cevaplarınızı yalnızca cevap kağıdına işaretleyiniz.

Adı Soyadı :

Doğum Tarihi/Yaş :

Sınıf :

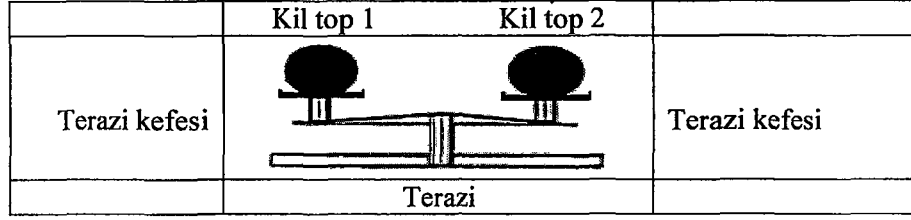
Cinsiyet :

Tarih :

BAŞARILAR

SORU 1:**KİL TOP**

Ali'nin aynı şekil ve büyüklükte iki kil topu vardır. Toplar teraziye konulduğunda aynı ağırlıkta gelmektedir.



Kil toplar teraziden alınıp 2 inci kil top yassı bir gözleme şekline getirilmiştir.



BUNA GÖRE AŞAĞIDAKİ İFADELERDEN HANGİSİ DOĞRUDUR?

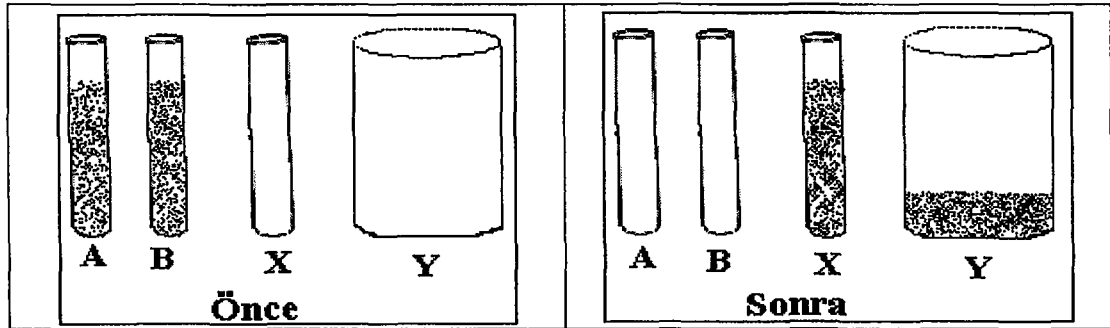
- gözleme şeklindeki kil daha ağırdır.
- iki kil parçası da eşit ağırlıktadır.
- top şeklindeki kil daha ağırdır.

SEBEP:

- kil artırılmamış veya eksiltilmemiştir.
- ikinci kil gözleme şekline getirildiğinde alanı daha büyük olmuştur.
- herhangi bir şey yassı hale getirildiğinde ağırlığı azalır.
- yoğunluğu nedeniyle top şeklinde olanda daha fazla kil vardır.

SORU 2:**TEST TÜPÜ**

A ve B test tüpleri aynı miktarda su ile doludur. Aşağıda görüldüğü gibi, A tüpündeki su X tüpüne, B tüpündeki su ise Y kavanozuna dökülmüştür.



BUNA GÖRE AŞAĞIDAKİ İFADELERDEN HANGİSİ DOĞRUDUR?

- X tüpünde Y kavanozundan daha fazla su vardır.
- Y kavanozunda X tüpünden daha fazla su vardır.
- X tüpünde ve Y kavanozunda eşit miktarda su vardır.

SEBEP:

- Y kavanozu X tüpünden daha geniş ve daha büyüktür.
- Sular diğer kaplara boşaltılırken su ilave edilmemiş veya azaltılmamıştır.
- tüpün boyu ve kavanozun eni eşittir.
- X tüpündeki suyun seviyesi Y kavanozundaki suyun seviyesinden daha yüksektir.

SORU 3:**YOL**

Engin farklı kibritleri kullanarak iki yol yapmıştır. Yollar aşağıdaki gibidir.

	Yol 1
	Yol 2

Engin daha sonra fikrini değiştirir ve 1. yolu aynı bırakıp 2. yolu zikzak yapar.

	Yol 1
	Yol 2

BUNA GÖRE AŞAĞIDAKİ İFADELERDEN HANGİSİ DOĞRUDUR?

1. yol 2. yoldan daha uzundur.
2. yol 1. yoldan daha uzundur.
1. ve 2. yollar aynı uzunluktadır.

SEBEP:

- Düz gitmek her zaman zikzak gitmekten daha kısadır.
- Kibritlerin sayısı artırılmamış veya eksiltilmemiştir.
1. yol 6 kibritten, ikinci yol 7 kibritten oluşmuştur.
1. yol zikzak hale getirildiğinde düz halinden daha az yer tutar.

SORU 4:**Metal Ağırlıklar**

Ayşe'nin iki kavanozu vardır. Kavanozların büyüklükleri ve şekilleri aynıdır. Her iki kavanozda da aynı miktar su vardır.

Kavanoz 1	Kavanoz 2

Ayşe'nin aynı zamanda eşit hacimli iki metal ağırlığı vardır. Bunlardan biri ağır, diğeri hafiftir.

Hafif metal ağırlık	Ağır metal ağırlık

Ayşe hafif olan metal ağırlığı kavanoz 1'e koyar ve kavanozdaki su seviyesi aşağıda görüldüğü gibi yükselir.

Kavanoz 1	Kavanoz 2	Ağır metal ağırlık

KAVANOZ 2'YE AĞIR METAL KONULDUĞUNDA NE OLACAKTIR?

- su seviyesi kavanoz 1'dekinden daha yüksek olacaktır.
- su seviyesi kavanoz 1'dekinden daha düşük olacaktır.

c) su seviyesi kavanoz 1'deki kadar olacaktır.

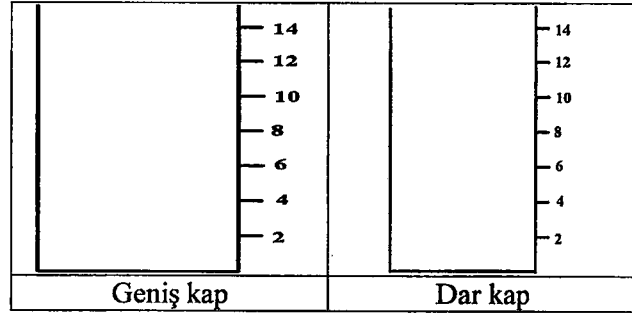
SEBEP:

1. ağırlıklar eşit büyüklükte olduklarına göre eşit miktarda yer kaplarlar
2. metal ağırlığın ağırlığı arttıkça su seviyesi daha fazla yükselecektir.
3. ağır olan metal ağırlığın daha fazla basıncı olduğundan su daha az yükselecektir.
4. metal ağırlığın ağırlığı arttıkça su seviyesi daha az yükselecektir.

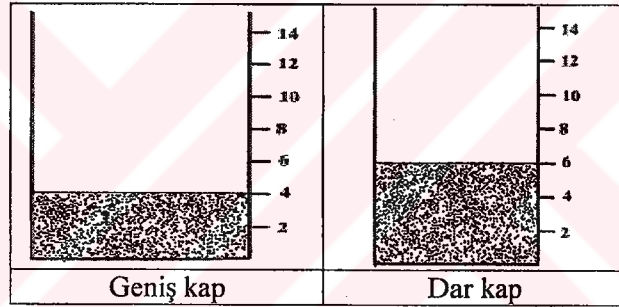
SORU 5:

Plastik Kap 1

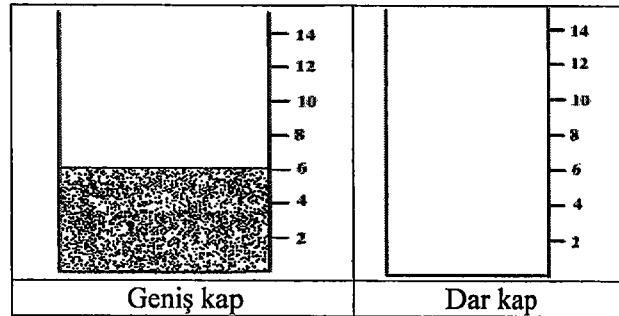
Biri geniş, diğeri dar iki plastik kap vardır.



Her kabın kenarı eşit aralıklara bölünmüştür. Ahmet her iki kaba da eşit miktarda su doldurur. Su seviyesi geniş kaptaki 4. işarete, dar kaptaki ise 6. işarete kadar gelir.



Ahmet geniş kaba daha büyük bardakla su doldurur ve su seviyesi 6. işarete kadar gelir.



AYNI MİKTAR SU DAR KABA DÖKÜLSEYDİ YÜKSEKLİĞİ NE KADAR OLACAKTI?

- a) $6\frac{2}{3}$
- b) 8
- c) 9
- d) başka

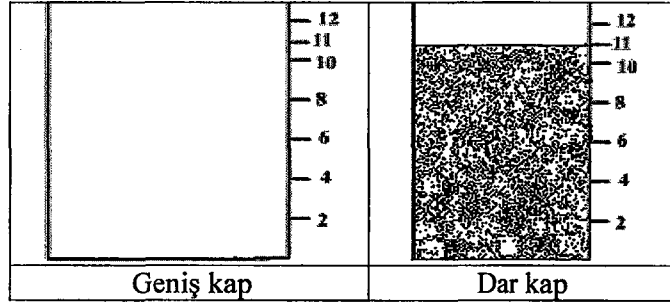
SEBEP:

1. geniş ve dar kaplara aynı miktarda su konulduğunda oranları her zaman 2 ye 3 olacaktır.

2. su seviyesi geniş kapta 6 olduğunda dar kapta 2 işaret daha fazla olacaktır.
3. dar ve geniş kaplardaki su oranı 2 ye 3 tür. Geniş kapta su seviyesi 6 ise, dar kapta $\frac{2}{3}$ oranında daha fazla olacaktır.
4. tahmin etmek mümkün değildir.

SORU 6:**Plastik Kap 2**

Soru 5 deki aynı plastik kaplar kullanılmaktadır. Bu sefer Ahmet dar kaba bir bardak su koyar. Su seviyesi aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi 11. işarete gelir.



AYNI MİKTAR SU GENİŞ KABA DÖKÜLDÜĞÜNDE SU SEVİYESİ NEREDE OLACAKTIR?

- a) $5\frac{1}{2}$
- b) $7\frac{1}{3}$
- c) 9
- d) başka

SEBEP:

1. su seviyesi dar kapta 11 ise geniş kapta bunun 2 eksiği olacaktır.
2. geniş kap dar kabın iki katı büyüklüğündedir.
3. aynı miktar suyu geniş ve dar kaplara koyduğumuzda oran her zaman 3'e 2 olacaktır.
4. tahmin etmek mümkün değildir.

SORU 7:**Bardak Büyüklüğü 1**

Aşağıdaki şekilde biri küçük diğeri büyük iki bardak ve biri büyük diğeri küçük iki kap görülmektedir.



Küçük kabı doldurmak için 6 büyük bardak veya 9 küçük bardak su gerekmektedir. Büyük kap ise 8 büyük bardakla dolmaktadır.

BÜYÜK KABİ DOLDURMAK İÇİN KAÇ KÜÇÜK BARDAK SU GEREKMEKTEDİR?

- a) 10
- b) 11
- c) 12
- d) başka

SEBEP:

1. büyük kabı doldururken büyük ve küçük bardak sular arasındaki fark daima 3 olacaktır.

2. büyük kabı doldurmak için 2 küçük bardak su daha gerekmektedir.
3. büyük bardaklardaki suyun küçük bardaklardaki suya oranı daima 2'ye 3 olacaktır.
4. tahmin etmek mümkün değildir.

SORU 8:**Bardak Büyüklüğü 2**

Aşağıdaki şekilde biri küçük diğeri büyük iki bardak ve biri büyük diğeri küçük iki kap görülmektedir.

			
Küçük bardak	Büyük bardak	Büyük kap	Küçük kap

Büyük kabı doldurmak için 15 küçük veya 9 büyük bardak su gerekmektedir. Küçük kap ise 10 küçük bardak su ile dolmaktadır.

KÜÇÜK KABı DOLDURMAK İÇİN KAÇ BÜYÜK BARDAK SU GEREKMEKTEDİR?

- a) 4
- b) 5
- c) 6
- d) başka

SEBEP:

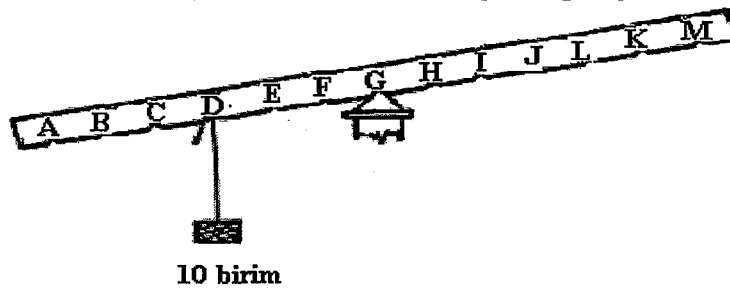
1. küçük kabı doldurmak için 5 küçük bardaktan daha az su gereklidir. Öyleyse, aynı kabı doldurmak için 5 büyük bardaktan daha az su gereklidir.
2. büyük ve küçük bardakların oranı daima 5'e 3 olacaktır.
3. küçük bardak büyük bardağın yarısı kadardır. Bu nedenle aynı küçük kap yaklaşık olarak büyük bardak sayısının yarısı kadar su ile tamamen dolar.
4. tahmin etmek mümkün değildir

SORU 9:**Terazi 1**

Hasan'ın aşağıdaki gibi bir terazisi vardır.



Hasan D noktasına 10 birimlik bir ağırlık astığında terazi aşağıdaki gibi görünmektedir.



10 birim

TERAZİYİ TEKRAR DENGелеMEK İÇİN HASAN 5 BİRİMLİK AĞIRLIĞI NEREYE ASMALIDIR?

- a) J noktasına
- b) K ve L arasına
- c) L noktasına
- d) L ve M arasına
- e) M noktasına

SEBEP:

1. asılacak ağırlık diğerrinin yarısı kadar olduğuna göre iki misli uzağa yerleştirilmelidir.

2. 10 birim ağırlıkla aynı uzaklığa, ancak karşı istikamete
3. 5 birimlik ağırlığın azlığını telafi etmek için uzağa asılmalı
4. terazi kolunun en sonuna asmak teraziye daha çok güç verir ve dengeler.
5. ağırlık azaldıkça daha uzağa asılmalıdır.

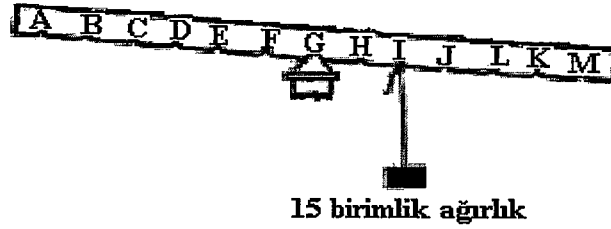
SORU 10:

Terazi 2

Meral'in aşağıdaki gibi bir terazisi vardır.



Meral terazinin I noktasına 15 birimlik bir ağırlık asar ve terazi aşağıdaki gibi görünür.



MERAL 10 BİRİMLİK AĞIRLIĞI NEREYE ASMALI Kİ TERAZİYİ TEKRAR DENGEDİ DURSUN?

- a) E noktasına
- b) D noktasına
- c) B noktasına
- d) A ve B nin arasına
- e) A noktasına

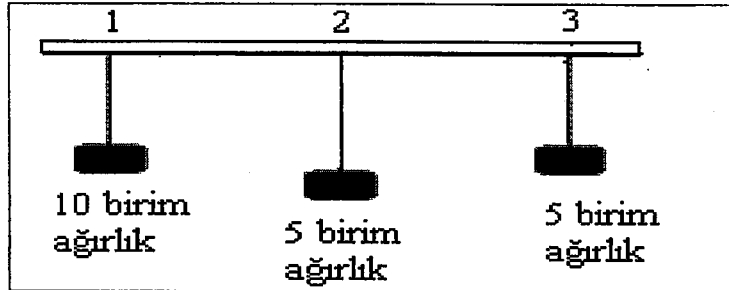
SEBEP:

1. 15 birim ağırlıkla aynı mesafeye, ancak karşı istikamete
2. terazi kolunun en sonu teraziyi dengelemek için daha çok güç verir.
3. 10 birim ağırlık 15 birimlik ağırlığın $\frac{2}{3}$ 'ü dür. Öyleyse 15 birimlik ağırlığın karşı istikametine ve $\frac{3}{2}$ 'si mesafeye yerleştirilmelidir.
4. 10 birimlik ağırlık küçüklüğünü telafi etmek için uzağa asılmalıdır.
5. ağırlık azaldıkça daha uzağa asılmalıdır.

SORU 11:

Sarkaç Uzunluğu

Bir çubuğa üç ip bağlanmıştır. 1. ve 3. ipler eşit uzunlukta, 2. ip ise daha uzundur. Yaşar 2. ve 3. iplerin uçlarına 5 birimlik, 1. ipin ucuna ise 10 birimlik bir ağırlık asar. Her ipin ucundaki ağırlıklar sallanabilmektedir.



Yaşar ipin ileri ve geri sallanma süresine ip uzunluğunun bir etkisi olup olmadığını bulmak ister.

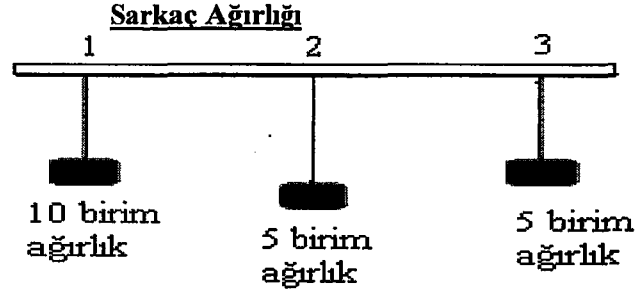
BU DENEY İÇİN HANGİ İPİ VE AĞIRLIĞI KULLANMASI GEREKMEKTEDİR?

- a) 1. ve 2. ipler.
- b) 1. ve 3. ipler.
- c) 2. ve 3. ipler.
- d) 1., 2. ve 3. ipler.
- e) sadece 2. ip.

SEBEP:

1. iplerin uzunlukları eşit olmalıdır. İplerin ağırlıkları farklı olmalıdır.
2. farklı uzunluklar farklı ağırlıklarla denenmelidir.
3. bütün ipler ve ağırlıklar diğerleri ile karşılaştırarak denenmelidir.
4. sadece en uzun ip denenmelidir. Deney ağırlıkla değil ipin uzunluğu ile ilgilidir.
5. ipin uzunluğu dışında her şeyin aynı olması halinde fark yaratıp yaratmadığı söylenebilir.

SORU 12:



Yaşar şimdi de ipin ucundaki ağırlığın, ipin ileri geri sallanma süresine bir etkisi olup olmadığını öğrenmek istemektedir.

BU DENEY İÇİN HANGİ İPİ VE AĞIRLIĞI KULLANMALIDIR?

- a) 1. ve 2. ipler
- b) 1. ve 3. ipler
- c) 2. ve 3. ipler
- d) 1., 2. ve 3. ipler
- e) sadece 1. ipi.

SEBEP:

1. sadece en ağır olan ağırlık denenmelidir. Bu deney uzunlukla değil ağırlıkla ilgilidir.
2. Farklı uzunluklar farklı ağırlıklarla denenmelidir.
3. bütün ipler ve ağırlıklar diğerleri ile karşılaştırılarak değerlendirilmelidir.
4. Ağırlık dışında her şeyin aynı olması halinde ağırlığın fark yaratıp yaratmadığı söylenebilir.
5. iplerin uzunlukları farklı olmalıdır. Ağırlıklar eşit olmalıdır.

SORU 13:

Top 1

Erhan'ın kavisli bir rampası vardır. Bu rampanın ortasında da hedef top adı verilen bir top vardır.



Biri ağır, diğeri hafif olmak üzere iki top daha vardır. Erhan bu toplardan birini kavisli rampadan yuvarlayıp hedef topu vurabilir, bu da hedef topu rampanın karşı kıyısına iter. Toplar biri alçak diğeri yüksek olmak üzere iki noktadan yuvarlanabilirler.



Erhan hafif topu alçak noktadan yuvarlar. Top rampadan aşağı yuvarlanır ve hedef topa vurarak onu karşı tarafa iter.



Erhan topun bırakıldığı noktanın hedef topun ilerleme mesafesi üzerinde bir etkisi olup olmadığını bulmak istemektedir.

BU DURUMU TEST ETMEK İÇİN ŞİMDİ YÜKSEK NOKTADAN HANGİ TOPU YUVARLAMALIDIR.

- a) ağır topu
- b) hafif topu

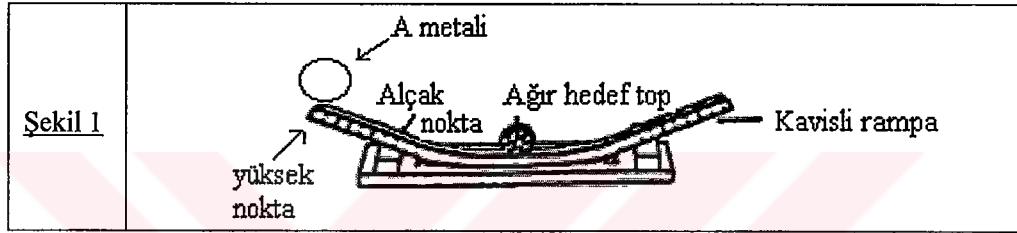
SEBEP:

1. hafif topla başladığına göre hafif topla bitirmelidir.
2. ilk defa hafif topu kullandığına göre ikinci defa ağır topu kullanmalıdır.
3. ağır topun hedef topu daha uzağa götürecektir.
4. doğru karşılaştırma yapabilmek için hafif topun yüksek noktadan yuvarlanması gerekir.
5. topun ağırlığı dikkate alınmadığına göre aynı top kullanılabilir.

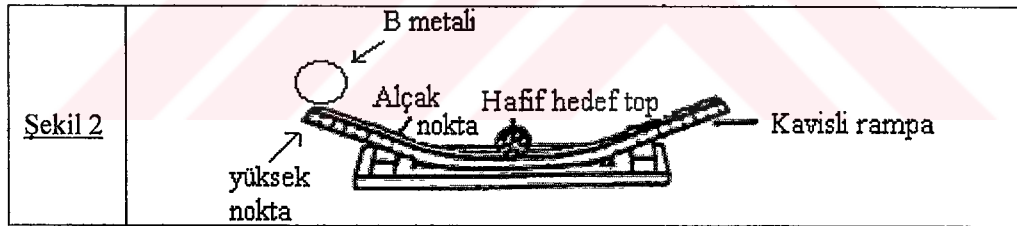
SORU 14:

Top 2

Şekil 1'de kavisli bir rampa görülmektedir. Rampanın ortasında ağır hedef top bulunmaktadır. A metalinden yapılmış bir topun rampanın yüksek noktasına konulduğunu ve rampadan aşağı yuvarlandığını düşünelim. Top aşağı yuvarlandığında ağır hedef topu rampanın karşı tarafına hareket ettirecektir.



Şekil 2'de aynı kavisli bir rampa görülmektedir. Bu defa rampanın dibine hafif hedef top yerleştirilmiştir. B metalinden yapılmış top A metalinden yapılmış topun yuvarlandığı noktadan yuvarlanır ve hafif hedef topa vurarak rampanın karşı tarafına hareket ettirir.



Bu deney gerçekten yapıldığında B Metelinden yapılmış top hedefi A metalinden yapılmış toptan daha ileri hareket ettirmiştir.

BU DENEY B METALİNİN HEDEFİ A METALİNDEN DAHA İLERİ HAREKET ETTİREBİLECEĞİNİ İSPAT ETMEKTE MİDİR?

- a) evet
- b) hayır
- c) daha fazla bilgiye ihtiyaç var

SEBEP:

1. deneyin açıklanmasında B metalinin hedefi A metalinden daha ileri hareket ettirdiği belirtilmiştir.
2. hedef top hafifledikçe metal top tarafından daha ileri itilecektir.
3. metal toplar farklı ağırlıklardaki hedef toplara vurmaktadırlar. İki metal hakkında bir şey söylemek mümkün değildir.
4. metal topun ağırlığı arttıkça hedef top daha ileriye gider.
5. A ve B metal topları aynı noktadan bırakılmıştır.

SORU 15:

Kareler ve Eşkenar Dörtgenler 1

Bir torbanın içinde,	
	3 bekenli tahta kare
	4 siyah tahta kare
	5 beyaz tahta kare
	4 bekenli tahta eşkenar dörtgen
	2 siyah tahta eşkenar dörtgen
	3 beyaz tahta eşkenar dörtgen
vardır.	

Bütün kare ve parçalar aynı büyüklük ve şekildedir. Bütün eşkenar dörtgen parçalar da aynı büyüklük ve şekildedir. Torbadan bir parça çekilir.

BU PARÇANIN BEKEKLİ OLMA OLASILIĞI NEDİR?

- a) 3' de 1
- b) 4'te 1
- c) 7'de 1
- d) 21' de 1
- e) başka

SEBEP:

1. torbanın içinde 21 parça vardır. Bunların içinden 1 bekenli parça seçilebilir.
2. toplam 7 bekenli parçadan biri seçilebilir.
3. 21 parçanın 7'si bekenlidir.
4. torbanın içinde üç küme vardır. Bunlardan biri bekenlidir.
5. kare parçaların 1/4'ü ve eşkenar dörtgen parçaların 4/9'u bekenlidir.

SORU 16:

Kareler ve Eşkenar Dörtgenler 2

Bir torbanın içinde,	
	3 bekenli tahta kare
	4 siyah tahta kare
	5 beyaz tahta kare
	4 bekenli tahta eşkenar dörtgen
	2 siyah tahta eşkenar dörtgen
	3 beyaz tahta eşkenar dörtgen
vardır.	

Bütün kare ve parçalar aynı büyüklük ve şekildedir. Bütün eşkenar dörtgen parçalar da aynı büyüklük ve şekildedir. Torbaya elinizi uzatın ve ilk dokunduğunuz parçayı alın.

BENEKLİ EŞKENAR DÖRTGEN VEYA BEYAZ EŞKENAR DÖRTGEN BİR PARÇA SEÇME OLASILIĞI NEDİR?

- a) 3' de 1
- b) 9'te 1
- c) 21'de 1
- d) 21' de 9
- e) başka

SEBEP:

1. 21 parçanın 7'si benekli veya beyaz eşkenar dörtgendir.
2. beneklilerin 4/7'si beyazların 3/8'i eşkenar dörtgendir.
3. 21 parçanın 9'u eşkenar dörtgendir.
4. torbanın içindeki 21 parçadan bir eşkenar dörtgen seçilmesi gerekir.
5. torbanın içinde 9 eşkenar dörtgen parça vardır. Bunlardan birinin seçilmesi gerekir.

SORU 17:

Fareler

Bir çiftçi tarlasında yaşayan fareleri gözlemiş ve farelerin zayıf veya şişman olduklarını görmüştür. Aynı zamanda farelerin siyah veya beyaz kuyrukları vardır.

Bu durum çiftçiye farenin büyüklüğü ile kuyruğunun rengi arasında bir ilişki olup olmadığı konusunda düşündürmüştür. Çiftçi tarlasının bir bölümündeki tüm fareleri yakalamaya ve incelemeye karar vermiştir. Çiftçinin yakaladığı fareler aşağıda görülmektedir.

FARENİN BÜYÜKLÜĞÜ İLE KUYRUĞUNUN RENGİ ARASINDA BİR İLİŞKİ OLDUĞUNU DÜŞÜNÜR MÜSÜNÜZ (BAŞKA BİR DEYİŞLE BELLİ BÜYÜKLÜKTEKİ BİR FARENİN BELLİ RENKTE KUYRUĞU MU VARDIR)?

- a) evet
- b) hayır

SEBEP:

1. şişman farelerin 8/11'inin siyah kuyrukları ve zayıf farelerin 3/4'ünün beyaz kuyrukları vardır.
2. şişman ve zayıf farelerin siyah ve beyaz kuyrukları olabilir.
3. bütün şişman farelerin siyah kuyrukları yoktur. Bütün zayıf farelerin beyaz kuyrukları yoktur.
4. 18 farenin siyah kuyruğu ve 12'sinin beyaz kuyruğu vardır.
5. 22 fare şişman ve 8 fare zayıftır.



SORU 18:

Balık

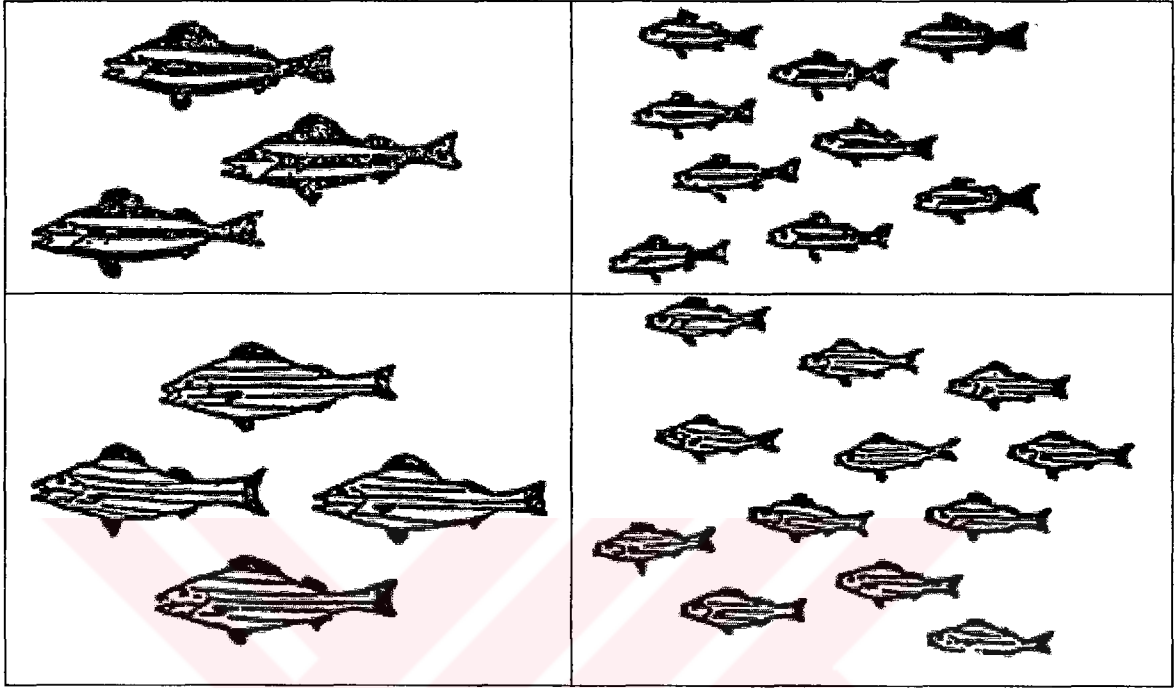
Aşağıdaki balıkların bazıları büyük bazıları küçüktür. Aynı zamanda bazı balıkların geniş, bazılarının ise dar çizgileri vardır.

BALIKLARIN BÜYÜKLÜĞÜ İLE ÇİZGİLERİNİN ÇEŞİDİ ARASINDA BİR İLİŞKİ VAR MIDIR (DİĞER BİR DEYİŞLE, BELLİ BÜYÜKLÜKTEKİ BALIĞIN BELLİ TİPTE ÇİZGİSİ Mİ VARDIR)?

- a) evet
- b) hayır

SEBEP:

1. büyük veya küçük balıkların geniş veya dar çizgileri olabilir.
2. büyük balıkların $3/7$ 'sinin ve küçük balıkların $9/21$ 'inin geniş çizgileri vardır.
3. 7 balık büyük 21 balık küçüktür.
4. bütün büyük balıkların geniş çizgileri ve bütün küçük balıkların dar çizgileri yoktur.
5. balıkların $12/28$ 'inin geniş çizgileri ve $16/28$ 'inin dar çizgileri vardır.



SORU 19:

Dans

Akşam yemeğinden sonra bazı öğrenciler dansa gitmeye karar verirler. Üç erkek: AHMET (A), BORA (B), CAHİT (C) ve üç kız: LEYLA (L), MİNE (M) ve NESRİN (N) öğrenci vardır.

AHMET (A)	BORA (B)	CAHİT (C)	LEYLA (L)	MİNE (M)	NESRİN (N)

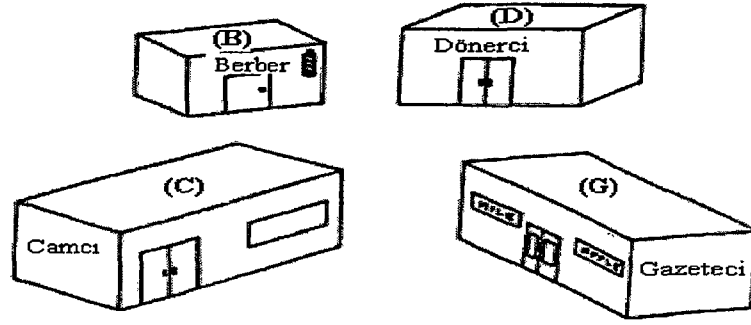
AHMET LEYLA, yani A-L olası dans çiftlerinden biridir.

DİĞER OLASI TÜM DANS ÇİFTLERİNİ SIRALAYIN. ERKEKLER ERKEKLERLE VE KIZLAR KIZLARLA DANS EDEMEZLER.

SORU 20:

Alışveriş Merkezi

Yeni bir alışveriş merkezinde zemin kata 4 dükkan yerleştirilecektir. Bunlar; Berber (B), Dönerci (D), Gazeteci (G) ve Camcı (C) dir.



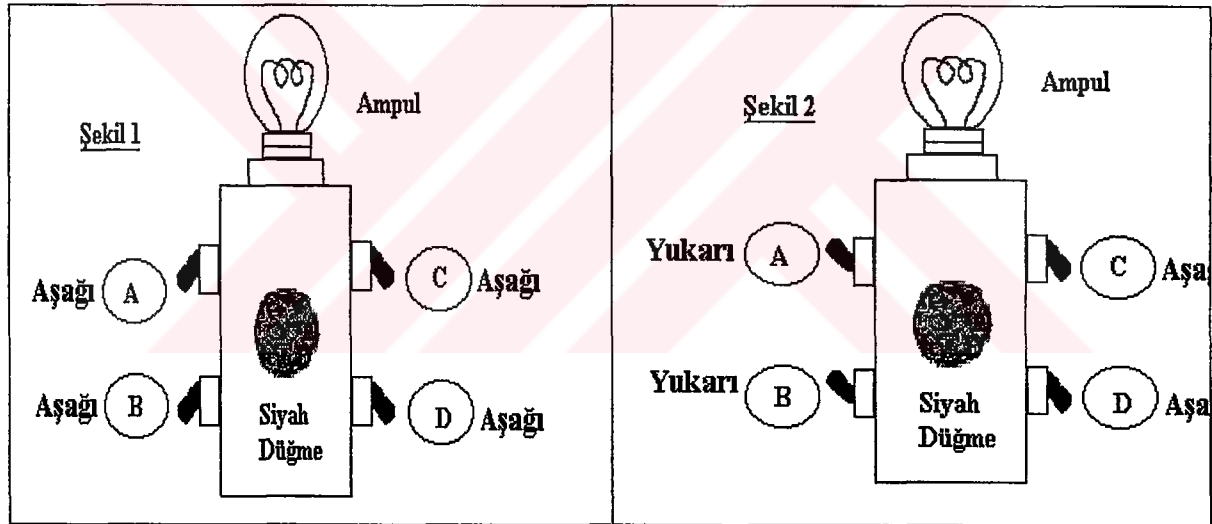
Dört dükkanın olası yerleştirilme şekillerinden biri BDGC dir. Bu da Berberin ilk, Dönerci onun yanında, daha sonra Gazeteci ve sona da Camcının yerleşmesi demektir.

BU DÖRT YERE DÜKKANLARIN TÜM DİĞER OLASI YERLEŞTİRME ŞEKİLLERİNİ SIRALAYINIZ.

SORU 21:

Işık Kutusu

Taner'in şekil 1'deki gibi bir feneri vardır.



Bu özel fenerin dört düğmesi vardır: düğmeler A,B,C,D harfleri ile gösterilmiştir. Fenerin yanması için doğru düğme veya düğmelerin aşağı yukarı hareket ettirilmesi gerekmektedir. Taner farklı denemelerde değişik düğmeleri YUKARI pozisyonuna getirir ve siyah düğmeye basarak ışığın yanıp yanmadığını kontrol eder. Olası bir kombinasyon A ve B düğmelerini yukarı kaldırmak ve siyah düğmeye basmaktır. Şekil 2'deki gibi, AB yukarı CD aşağı.

TANER'İN IŞIĞI YAKABİLMESİ İÇİN MÜMKÜN OLAN TÜM DÜĞME KONUMLARI KOMBİNASYONLARINI YAZINIZ.

MANTIKSAL DÜŞÜNME GRUP TESTİ CEVAP ANAHTARI

SORU	CEVAP	SEBEP
1. Kil Top	B	1
2. Test Tüpü	C	2
3. Yol	C	2
4. Metal Ağırlıklar	C	1
5. Plastik Kap # 1	C	1
6. Plastik Kap # 2	B	3
7. Bardak Büyüklüğü # 1	C	3
8. Bardak Büyüklüğü # 2	C	2
9. Terazî # 1	E	1
10. Terazî # 2	B	3
11. Sarkaç Uzunluğu	C	5
12. Sarkaç Ağırlığı	B	4
13. Top # 1	B	4
14. Top # 2	B	3
15. Kareler ve Eşkenar Dörtgenler # 1	A	3
16. Kareler ve Eşkenar Dörtgenler # 2	A	1
17. Fareler	A	1
18. Balık	B	2

19. Dans sorusunun cevapları				
A-L		B-L		C-L
A-M		B-M		C-M
A-N		B-N		C-N

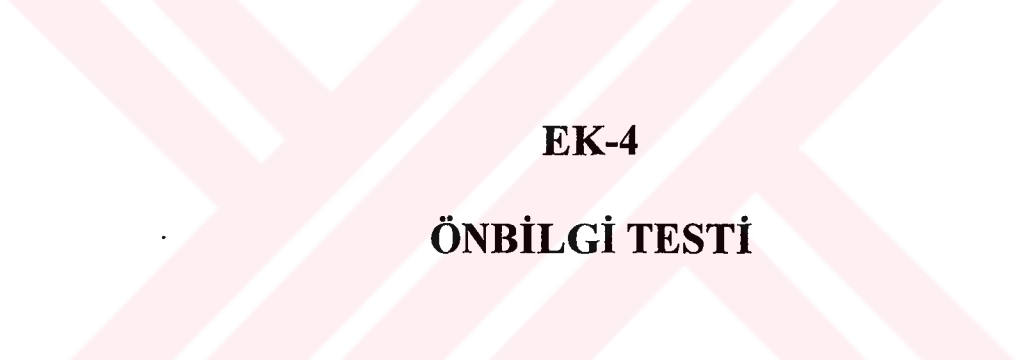
“Dans” sorusu için belirtilen cevaplarda “1 hata veya bir eksik” olursa soru doğru kabul edilecektir. Belirtilenden fazla olursa soru yanlış olarak değerlendirilecektir.

20. Alış veriş merkezi sorusunun cevapları				
BDGC		DBGC		GDCB
BDCG		DBC G		GDBC
BGDC		DCBG		G CBD
BGCD		DCGB		GCDB
BCGD		DGBC		GBDC
BCDG		DGCB		GBCD

“Alış veriş merkezi” sorusu için belirtilen cevaplarda “2 hata veya 2 eksik” olursa soru doğru kabul edilecektir. Belirtilenden fazla olursa soru yanlış olarak değerlendirilecektir.

21. Işık Kutusu sorunun cevapları				
Yukarı	Aşağı		Yukarı	Aşağı
-	ABCD		BC	AD
A	BCD		BD	AC
B	ACD		CD	AB
C	ABD		ABC	D
D	ABC		ABD	C
AB	CD		ACD	B
AC	BD		BCD	A
AD	BC		ABCD	-

“Işık kutusu” sorusu için belirtilen cevaplarda “2 hata veya 2 eksik” olursa soru doğru kabul edilecektir. Belirtilenden fazla olursa soru yanlış olarak değerlendirilecektir.



EK-4

ÖNBİLGİ TESTİ

KİMYASAL DENGİ İLE İLGİLİ ÖNBİLGİ TESTİ

Sevgili öğrenciler;

Size verilen bu test çoktan seçmeli 28 sorudan oluşmaktadır. Test; maddenin tanecikli doğası, kimyasal ve fiziksel değişme, derişim, stokiyometri, reaksiyon hızı ve hızı etkileyen faktörleri içeren sorulardan oluşmaktadır.

Soru Kitapçığı üzerinde istediğiniz işlemleri yapabilirsiniz. Cevaplarınızı yalnızca cevap kağıdına işaretleyiniz.

Süre 1 ders saatidir.

Adı :
.....

Soyadı :
.....

Sınıfı :
.....

B A Ş A R I L A R

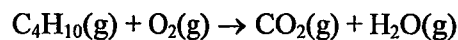
1. Aşağıda, bazı fiziksel ve kimyasal değişmelerde, maddelerin taneciklerinin değişmeden önceki ve sonraki durumlarını gösteren modeller verilmiştir. Bu değişmelerden hangisi veya hangileri fiziksel değişmeyi gösterir.

I		→	
	Önce		Sonra
II		→	
	Önce		Sonra
III		→	
	Önce		Sonra

a) Yalnız I b) Yalnız II *c) I ve III d) II ve III e) I, II ve III

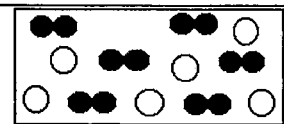
2. Bir demir külçe eritilerek kalıplara dökülüp demir malzemeler elde ediliyor. Bu işlemler sırasında demir atomlarında, aşağıdaki seçeneklerde verilen değişmelerden hangisi veya hangileri gerçekleşir?
- külçe demirle demir malzemedeki demir atomlarının şekilleri ve büyüklükleri farklıdır.
 - sıvı demirdeki demir atomlarının kinetik enerjisi daha fazladır.
 - erimiş demirin kimyasal yapısıyla demir külçenin kimyasal yapısı birbirinden farklıdır.
 - sıvı demirdeki demir atomları arasındaki uzaklık, külçe demirdeki demir atomları arasındaki uzaklıktan daha fazladır.

- a) yalnız I b) yalnız III c) II ve III *d) II ve IV e) I, III ve IV
3. Aşağıda verilen olaylardan hangisi veya hangileri fiziksel değişmedir?
- I. havada bulut oluşması IV. su borularının paslanması
 II. etin kokuşması V. kullanılan gümüş takıların kararması
 III. Bakır levhadan, bakır tencere yapılması VI. şekerin suda çözünmesi
- a) I, II ve III *b) I, III ve VI c) II, IV ve V d) IV, V ve VI e) I, II, III, IV, V ve VI
4. Bir kimyasal değişme sırasında aşağıdaki verilen olaylardan hangisi veya hangileri olur?
- I. yeni bir madde oluşur
 II. değişimden öncede sonrada taneciklerin kimyasal yapısı aynıdır.
 III. değişim sırasında enerji alınır veya verilir.
 IV. yeni bir madde oluşmaz
 V. kimyasal değişimde bağ kırılması, bağ oluşumu veya hem bağ kırılması hem de bağ oluşumu olur.
 VI. değişimden sonra oluşan taneciklerin kimyasal yapıları girenlerden farklıdır.
- a) I ve II b) II, III, IV c) I, III ve VI d) I, II ve V *e) I, III, V ve VI
5. Aşağıdaki ifadelerden hangisi veya hangileri bir kimyasal değişimin olduğunu gösterir?
- I. girenlerden farklı olarak yeni bir madde oluşması
 II. reaksiyonun oluşumu sırasında çevreden ısı alınması veya ısı verilmesi
 III. renk değişiminin meydana gelmesi
 IV. gaz çıkışının olması
- a) Yalnız I b) I ve II c) II ve III d) III ve IV *e) I, II, III ve IV
6. Bir kimyasal reaksiyonda aşağıda verilenlerden hangisi veya hangileri kesinlikle korunur?
- I. hacim II. kütle
 III. mol sayısı IV. molekül sayısı
 V. atom tür ve sayısı
- a) yalnız II b) III ve IV *c) II ve V d) I, II, III ve V e) I, II, III, IV ve V
7. Mutfaklarda yemek pişirmek için kullanılan tüplerdeki gaz bütan gazıdır. Bütan gazının yanması sonucu karbon dioksit, su ve ısı enerjisi elde edilir. Açığa çıkan bu ısıdan faydalanarak da yemekleri pişiririz. Bütanın yanma reaksiyonu aşağıda verilmiştir. Bu reaksiyon en küçük tam sayılarla denkleştirildiğinde oksijen gazının katsayısı kaç olur?



- a) 2 b) 8 c) 10 *d) 13 e) 26

8. $2S + 3O_2 \rightarrow 2SO_3$ Bu reaksiyon için sembolik olarak kükürt (S) atomları (○) ile, oksijen molekülleri (O_2) (●●) ile gösterilirse; kapalı bir kap olan A da bulunan kükürt ve oksijenin reaksiyonundan sonraki durumu aşağıdaki seçeneklerden hangisi en iyi şekilde ifade eder?



A Kabı

a)	b)	c)	d)	*e)

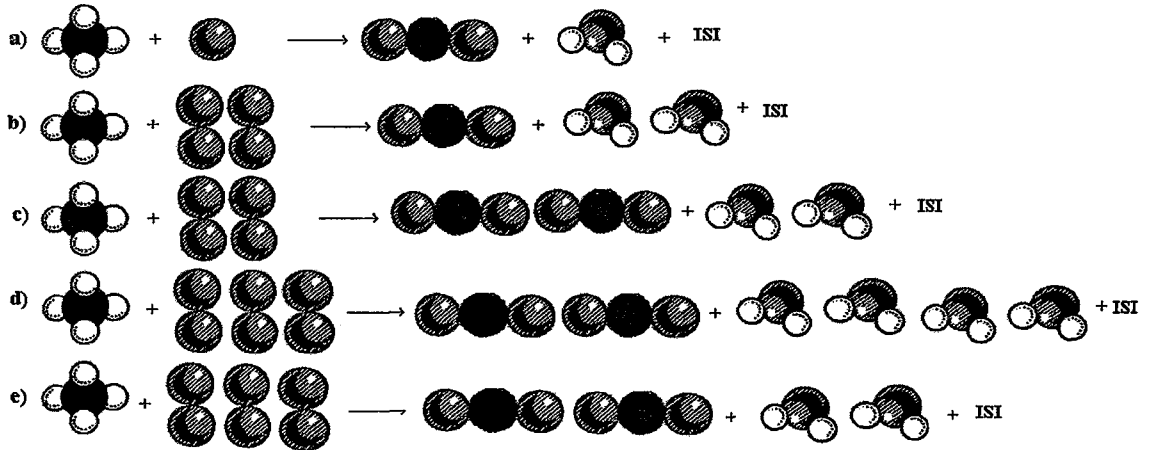
9. X (●) atomunun Y (○) atomu ile reaksiyonu aşağıdaki diyagramda gösterilmiştir. Yandaki seçeneklerden hangisi bu reaksiyonu en iyi şekilde ifade eder?

	→		a) $3X + 8Y \rightarrow X_3Y_3$ b) $3X + 6Y \rightarrow X_3Y_6$ *c) $X + 2Y \rightarrow XY_2$ d) $3X + 8Y \rightarrow 3XY_2 + 2Y$ e) $X + 4Y \rightarrow XY_2$
X ve Y atomlarının karışımı		X ve Y atomlarından oluşan reaksiyon ürünleri	

10. Kömür ocaklarında grizu patlamalarına neden olan gaz metan gazıdır. Ocaklarda yeterli havalandırma yapılmazsa ortamdaki metan gazı derişimi artar ve kazmadan çıkan kıvılcım oksijen gazı ile metanın reaksiyona girmesine sebep olur. Reaksiyon sonucunda karbon dioksit, su ve ısı açığa çıkar. Bu ısı enerji basıncın artmasına dolayısıyla da ocakta çöküntüye sebep olur.

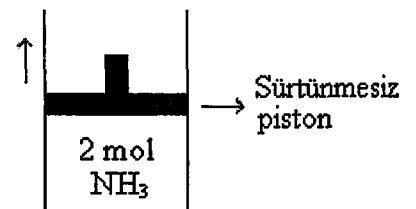
Aşağıdaki seçeneklerden hangisi bir metan molekülünün oksijenle reaksiyonunu sembolik olarak gösterir. Her bir molekül veya atom sembolik olarak aşağıda gösterilmiştir. (b seçeneği)

Metan CH ₄	Karbondioksit CO ₂	Oksijen atomu O	Su H ₂ O



11. 1 litrelik pistonlu bir kapt 2 mol amonyak gazı bulunmaktadır. Aynı şartlarda piston hareket ettirilerek kabın hacmi iki litreye çıkarılırsa amonyak gazının mol sayısı ne olur?

a) hacim iki kat arttırıldığı için mol sayısı yarıya iner.



- b) hacim iki kat arttığı için mol sayısı da iki kat artar.
 *c) hacim değişmesi ile mol sayısı değişmez.
 d) mol sayısı n/v olduğu için kaptaki gazın mol sayısı 1 olur.
 e) sıcaklık ve basınç bilinmeden bir şey söylenemez.
12. Kışları sık sık hasta olan ve burnu tıkanmış için nefes almakta zorlanan Ayşe için doktor burnuna tuzlu su çekmesini önerir. Ayşe'nin annesi; 1) Bir bardak suya (1 bardak su yaklaşık 200 mL) 20 gram yemek tuzu (NaCl) koyarak bir çözelti hazırlar. 2) Ancak bir süre sonra bunun çok tuzlu olacağını düşünerek hazırlamış olduğu çözeltiye bir bardak su daha ilave eder. Birinci durumda hazırlanan çözeltinin üzerine bir bardak daha su ilave edilerek yeni bir çözelti hazırlanması durumunda, yeni hazırlanan NaCl çözeltisinin, ilk çözeltiye göre mol sayısı ve derişiminin değişimi hakkında ne söylenebilir.
- a) hem mol sayısı hem de çözeltinin derişimi iki kat azalır.
 b) hem mol sayısı hem de çözeltinin derişimi iki kat artar.
 c) mol sayısı ve derişim değişmez.
 d) mol sayısı iki kat azalır, derişim değişmez.
 *e) mol sayısı değişmez, derişim iki kat azalır.
13. Yeşil bitkiler güneş ışığı yardımı ile havada bulunan karbondioksiti ve kökleri yolu ile topraktan aldıkları su ve madensel tuzları kullanarak kendi besinlerini yaparlar. Yeşil bitkilerin güneş ışığı yardımı ile yapraklarında gerçekleşen kimyasal olay aşağıda verilen kimyasal eşitlikte gösterilmiştir. Bir bitki yeteri kadar su ve ışık bulunan bir ortamda 11 gram karbondioksit kullanırsa kaç gram glikoz ($C_6H_{12}O_6$) oluşturur. (C:12, H:1, O:16)
- $$6 CO_2 + 6 H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6 O_2$$
- a) 45 b) 11 *c) 7,5 d) 1,83 e) 0,025
14. Asit yağmurlarının nedenlerinden biri kömür veya diğer fosil yakıtlarında bulunan kükürdün yanmasıdır. Kükürt oksijenle reaksiyona girdiği zaman SO_2 ve SO_3 gazlarını oluşturur. Oluşan bu gazlar da atmosferdeki su buharı ile sülfürik asidi (H_2SO_4) oluştururlar. Sülfürik asidin oluşumu ile ilgili kimyasal eşitlikler aşağıda verilmiştir. (S:32, O: 16, H:1). $S(k) + O_2(g) \rightarrow SO_2(g)$
- $$SO_2(g) + 1/2O_2(g) \rightarrow SO_3(g) \quad SO_3(g) + H_2O(s) \rightarrow H_2SO_4(aq)$$
- İçinde kütlece % 1 oranında kükürt bulunan 1600 gram kömür yandığında kaç gram sülfürik asit oluşur?
- a) 98 b) 73,5 *c) 49 d) 24,5 e) 12,25
15. İki mol hidrojen (H_2) gazı ile iki mol oksijen (O_2) gazı karışımı aşağıdaki reaksiyon denkleminde verildiği şekilde reaksiyona girerse reaksiyon sonunda gazlardan artan olur mu? Sınırlayıcı reaktif (biten) hangisidir?
- $$2 H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2 H_2O(g)$$
- | | Sınırlayıcı reaktif | Kalan reaktif |
|-----|---------------------|---------------|
| a) | O_2 | 1 mol O_2 |
| b) | O_2 | 1 mol H_2 |
| *c) | H_2 | 1 mol O_2 |
| d) | H_2 | 1 mol H_2 |
- e) 2 O_2 mol ile 2 mol H_2 tamamen reaksiyona girdiği için artan madde kalmaz. Dolayısıyla sınırlayıcı reaktif yoktur.

16. Aşağıdaki ifadelerden hangisi reaksiyon hızını en iyi tanımlar?

- a) günlük hayatta hız birim zamanda alınan yolu ifade ettiğine göre reaksiyon hızı da bir maddenin birim zamanda alabileceği yoldur.
- b) reaksiyon hızı, girenlerden birinin bitmesine kadar geçen süredir.
- c) reaksiyon hızı, reaksiyon başladıktan sonra reaksiyonun bitimine kadar geçen toplam süredir.
- *d) reaksiyon hızı, birim zamanda girenlerin derişimindeki azalma veya ürünlerin derişimindeki artmadır.
- e) reaksiyon hızı, taneciklerin reaksiyona girme hızına denir.

17. Aşağıdaki ifadelerden hangisi reaksiyon hızını etkileyen faktörlerden biridir?

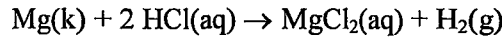
- I. reaksiyona giren madde veya maddelerin cinsi
- II. reaksiyona giren madde veya maddelerin derişimi
- III. sıcaklık
- IV. katalizör
- V. reaksiyona giren madde veya maddelerin temas yüzeyi

- a) yalnız I b) I, II ve IV c) II, III ve IV d) I, II, III ve IV *e) I, II, III, IV ve V

18. Bir reaksiyonun hızlı yada yavaş olmasının belirleyen faktör nedir?

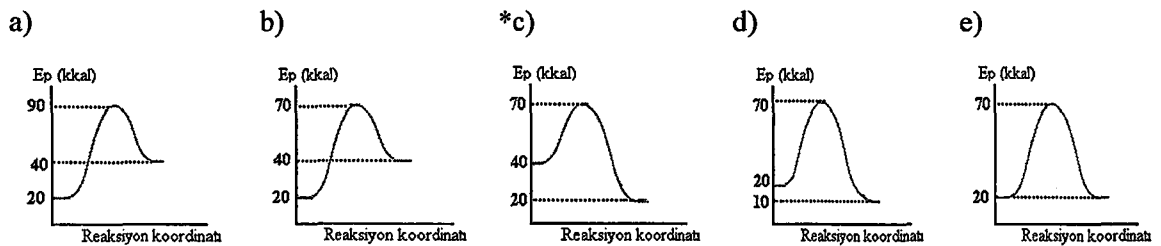
- a) reaksiyon oluşumu sırasında dışarıya ısı veriyorsa yani ekzotermik ise reaksiyon hızlı olur.
- b) reaksiyon oluşumu sırasında dışarıdan ısı alıyorsa yani endotermik ise reaksiyon yavaş olur.
- *c) eşik enerjisi ne kadar küçük ise reaksiyon o kadar hızlıdır.
- d) entalpi değeri ne kadar büyük ise reaksiyon o kadar hızlıdır
- e) eşik enerjisi ne kadar büyük ise reaksiyon o kadar hızlıdır.

19. Aşağıdaki deney tüplerinin her birinde aynı şartlarda eşit kütlede magnezyum metali ve eşit hacim ve derişimde hidroklorik asit çözeltisi vardır. Bu tüplerde aşağıda verilen kimyasal reaksiyon gerçekleştiğine göre hangi tüpteki reaksiyon hızı en fazladır?



a)	b)	c)	d)	*e)

20. Aşağıda potansiyel enerji-reaksiyon koordinatı diyagramları verilen reaksiyonlardan hangisi en hızlı ve ekzotermik bir reaksiyonu gösterir.



21. $2A + B \rightarrow A_2B$ reaksiyonunda katalizör kullanmanın amacı nedir?

- a) ortamdaki türlerin derişimlerini artırarak reaksiyonu hızlandırmak.
- b) daha çok ürün oluşturmak
- c) farklı reaksiyonların oluşmasını engellemek
- d) reaksiyonun izlediği yolu (mekanizmayı) değiştirmeden aktivasyon enerjisini düşürerek reaksiyonu hızlandırmak.
- *e) reaksiyonun izlediği yolu (mekanizmayı) değiştirip aktivasyon enerjisini düşürerek reaksiyonu hızlandırmak.

22. Bir kimyasal reaksiyonda sıcaklık artışı aşağıda verilen değişmelerin hangisi veya hangilerinde etkilidir?

- I. eşik enerjisinin artmasında.
 - II. taneciklerin ortalama kinetik enerjilerinin artmasında
 - III. etkin çarpışma ile sonuçlanan tanecik sayısının artmasında
 - IV. eşik enerjisinin düşmesinde.
- a) yalnız I b) I ve II *c) II ve III d) II ve IV e) I, II, III ve IV

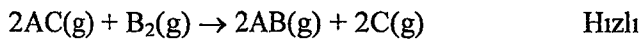
23. Hız sabiti k'nın değerini aşağıdaki faktörlerden hangisi değiştirir.

- I. sıcaklığın değişmesi.
 - II. katalizör ilave edilmesi
 - III. ürünlerin derişiminin artırılması
 - IV. girenlerin derişiminin artırılması
- a) Yalnız I *b) I ve II c) I ve IV d) I, II ve IV e) I, II, III ve IV

24. Sabit sıcaklıkta bir reaksiyonun hızı zamanla azalır. Sizce bunun nedeni nedir?

- a) ortamdaki katalizörün bitmesi
- b) aktifleşme enerjisinin düşmesi
- c) sıcaklığın azalması
- d) ürünlerin derişimlerinin azalması
- *e) girenlerin derişimlerinin azalması

25. iki basamaklı $A_2(k) + B_2(g) \rightarrow 2AB(g) + \text{ısı}$ reaksiyonunun mekanizması aşağıdaki gibidir.



Buna göre aşağıdaki faktörlerden hangisi reaksiyon hızını artırmaz?

- a) katalizör kullanmak
- *b) reaksiyon kabına B_2 gazı ilave edilmesi
- c) reaksiyon kabının hacminin azaltılması
- d) sıcaklığın artırılması
- e) A_2 'nin toz haline getirilmesi

26. $A + B \rightarrow C$ reaksiyonunun oluşumuna ilişkin deneysel bulgular aşağıda verilmiştir.

[A] mol/L	[B] mol/L	C nin oluşum hızı (mol/L.s)
0,03	0,03	$0,3 \times 10^{-4}$
0,06	0,06	$1,2 \times 10^{-4}$
0,06	0,09	$2,7 \times 10^{-4}$

Buna göre bu tepkimenin hız denklemi nedir?

- a) $R.Hızı=k.[A]^2[B]$ b) $R.Hızı=k.[A]^2$ *c) $R.Hızı=k.[B]^2$
d) $R.Hızı=k.[A][B]$ e) $R.Hızı=k.[A][B]^2$

27. $2A(g) + 3B(g) \rightarrow C(g) + D(g)$ reaksiyonunun hız denklemi $R.Hızı=k.[A]^2[B]$ dir. Sabit sıcaklıkta reaksiyon kabının hacmi 2 kat azaltılırsa reaksiyon hızı nasıl değişir?

- a) 4 kat artar *b) 8 kat artar c) 12 kat artar d) 16 kat artar e) Değişmez

28. 0,5 mol X ve bir miktarda Y gazı 1 litrelik bir kapta $X(g) + 2Y(g) \rightarrow Z(g) + T(g)$ reaksiyonuna göre Z ve T gazlarını oluşturuyor. 15 saniye sonra reaksiyon tamamlandığında kapta 0,2 mol X gazı kalıyor. Bu reaksiyonun ortalama reaksiyon hızı (mol/s) nedir?

- *a) 0,02 b) 0,03 c) 0,04 d) 0,05 e) 0,06

* işaretli seçenekler soruların doğru cevabıdır.

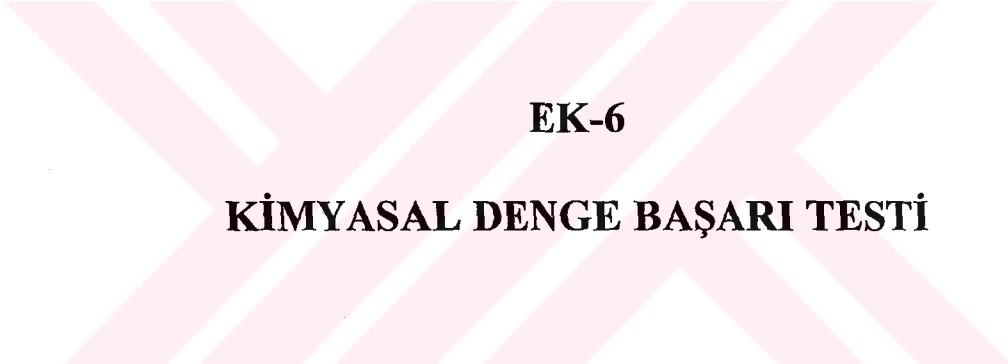
EK-5

**KİMYASAL DENGİ KAVRAM TESTİ (DOĞRU-
YANLIŞ)**

KİMYASAL DENGİ İLE İLGİLİ KAVRAM TESTİ

Aşağıda kimyasal denge ile ilgili 32 ifade bulunmaktadır. Lütfen bu ifadeleri dikkatlice okuyunuz. Eğer ifade doğru ise D yanlış ise Y harfleri bulunan sütunu yanda gösterildiği gibi işaretleyiniz. Teşekkür ederim.	Örnek işaretleme: ●
---	--------------------------------

	D	Y	
1*	☐	☐	Sistem dengede iken girenlerin ve ürünlerin derişimleri sabittir ve zamanla değişmez.
2	☐	☐	Sistem dengede iken girenlerin derişimleri sıfırdır.
3	☐	☐	Sistem dengede iken ileri ve geri yöndeki reaksiyonların hızları sıfırdır.
4	☐	☐	Sistem dengede iken reaksiyona giren maddelerin derişimleri ürünlerin derişimine eşittir.
5	☐	☐	Sistem dengede iken aynen bir sarkaçta olduğu gibi reaksiyon girenlerle ürünler arasında gidip geldikçe girenlerin ve ürünlerin derişimi sürekli değişir.
6*	☐	☐	Sistem dengede iken reaksiyona girenlerin ve ürünlerin derişimleri reaksiyonun denge sabiti ile ilişkilidir.
7	☐	☐	Reaksiyon dengeye ulaştığında girenlerin derişimi ürünlerin derişimine eşit olur.
8	☐	☐	Reaksiyon hızı büyük ise daha çok ürün oluşur. Reaksiyon hızı küçük ise daha az ürün oluşur.
9	☐	☐	Sistem dengede iken ileri ve geri yöndeki reaksiyonların hızları eşit ve değişmektedir.
10	☐	☐	Girenlerin karıştırılmasından itibaren reaksiyon dengeye ulaşmaya kadar ileri yöndeki reaksiyon hızı zamanla artarken sistemin dengeye gelmesi için geri yöndeki reaksiyon hızı azalır.
11	☐	☐	Sistem dengeye yaklaşırken ileri yöndeki reaksiyon hızı geri yöndeki reaksiyon hızına eşit olur.
12	☐	☐	Girenlerle ürünlerin derişimi arasında basit bir matematiksel bağıntı vardır. Eğer girenlerden birinin derişimi bilinirse stokiometrik katsayılar kullanılarak dengedeki tüm türlerin derişimi bulunabilir.
13	☐	☐	Bir denge reaksiyonunda girenlerden birinin aşırı ilavesi ile diğeri tamamen bitirilebilir.
14	☐	☐	Bir denge reaksiyonunda ileri yöndeki reaksiyon bittikten sonra geri yöndeki reaksiyon başlar.
15*	☐	☐	Sistem dengede iken ileri ve geri yöndeki reaksiyonların hızları eşit ve zamanla değişmez.
16	☐	☐	Reaksiyon dengeye ulaştığında girenlerin mol sayısı ürünlerin mol sayısına eşit olur.
17	☐	☐	Reaksiyon dengeye ulaştığında girenlerin kütlesi ürünlerin kütlesine eşit olur.
18	☐	☐	Sıcaklık değişimi denge durumunu etkilemez.
19	☐	☐	Dengede olan bir sisteme girenlerden biri ilave edilirse, sistem yeniden dengeye geldiğinde derişimi artırılan türün yeni dengeki derişimi, sistem ürünler yönüne kaydığı için ilk değerinin altına düşer.
20	☐	☐	Dengede olan bir sistemde girenlerden birinin derişimi artırılırsa ileri yöndeki reaksiyon hızı artarken geri yöndeki reaksiyon hızı azalır.
21	☐	☐	Ekzotermik (ısı veren) bir reaksiyonda sıcaklık artırılınca ileri yöndeki reaksiyon hızı azalır geri yöndeki reaksiyon hızı ise artar.
22	☐	☐	Denge halindeki bir sistemde dengedeki türlerden birinin derişimi artırıldıktan sonra yeniden denge kurulduğunda ilk denge ile yeniden kurulan dengenin ileri ve geri yöndeki reaksiyon hızları aynıdır.
23	☐	☐	Denge halindeki bir sistemde sistemin sıcaklığı artırıldıktan sonra yeniden denge kurulduğunda ilk denge ile yeniden kurulan dengenin ileri ve geri yöndeki reaksiyon hızları aynıdır.
24	☐	☐	Sistem dengede iken ileri ve geri yöndeki reaksiyonların hızları eşit değildir.
25	☐	☐	Ekzotermik (ısı veren) bir reaksiyonda sıcaklık artırıldığı zaman reaksiyon hızı azalır endotermik (ısı alan) bir reaksiyonda ise sıcaklık artırıldığı zaman reaksiyon hızı artar.
26	☐	☐	Dengede olan ekzotermik bir reaksiyonda sıcaklık artırıldıktan sonra yeniden denge kurulduğunda, yeni kurulan dengenin denge sabitinin değeri artar.
27	☐	☐	Dengede olan bir reaksiyonda sıcaklık artırıldıktan sonra yeniden denge kurulduğunda yeni kurulan dengenin denge sabitinin değeri ilk dengedeki ile aynı olur.
28	☐	☐	Sabit sıcaklıkta dengede olan bir reaksiyonda reaksiyon kabına giren eklenmesi denge sabitinin değerini artırır.
29	☐	☐	Katalizör, dengedeki türlerin derişimini artırarak reaksiyon hızlarını artırır.
30	☐	☐	Uygun bir katalizör ilavesi ileri yöndeki reaksiyon hızını artırırken geri yöndeki reaksiyon hızını azaltır.
31	☐	☐	Sabit basınçta dengedeki sisteme inert gaz (dengedeki türlerle reaksiyona girmeyen) ilavesi dengeyi etkilemez.
32	☐	☐	$2A + B \rightarrow A_2B$ ve $2K + L \rightarrow K_2L$ reaksiyonları gibi stokiometrik katsayıları aynı olan iki farklı denge reaksiyonunun ürünler dönüşüm oranı aynıdır.



EK-6

KİMYASAL DENGİ BAŞARI TESTİ

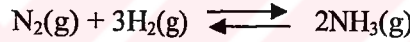
KİMYASAL DENGİ İLE İLGİLİ BAŞARI TESTİ

1. Belirli bir sıcaklıkta PCl_5 gazı aşağıdaki tepkimeye göre bozunarak PCl_3 ve Cl_2 gazlarını oluşturmaktadır. 1 mol PCl_5 gazı reaksiyon kabına konulduktan bir süre sonra dengeye ulaştığında PCl_5 in % 20sinin PCl_3 ve Cl_2 gazlarına dönüştüğü gözleniyor. Denge durumundaki her bir gazın mol sayısı nedir?



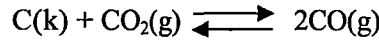
	PCl_5	PCl_3	Cl_2
A)	1,6	0,4	0,4
B)	0,35	0,7	0,7
C)	0,7	0,35	0,35
D)	0,4	0,2	0,2
E)*	0,8	0,2	0,2

2. 1 litrelik bir reaksiyon kabında H_2 ve N_2 gazları reaksiyona girerek NH_3 gazını oluşturmaktadır. Reaksiyon dengeye ulaştığında kaptaki 1 mol H_2 , 2 mol N_2 ve 4 mol NH_3 gazı bulunmaktadır. Reaksiyon aynı sıcaklıkta 2 litrelik bir kaptaki gerçekleştirildiğinde denge durumunda kaptaki 2 mol H_2 ve 0,8 mol NH_3 gazı bulunduğuna göre kaptaki bulunan N_2 gazının mol sayısı nedir?



- A) 0,01 B) 0,02 C) 0,03 *D) 0,04 E) 0,05

3. Bir reaksiyon kabında sabit sıcaklıkta 0,5 atmosfer basıncında karbon dioksit gazı (CO_2) bulunmaktadır. Aynı şartlarda kaba bir miktar katı karbon (C) ilave edildiğinde karbondioksitin bir kısmı karbon monoksitine (CO) dönüşmektedir. Sistem dengeye ulaştığında kaptaki toplam basınç 0,7 atmosfer olarak ölçüldüğüne göre reaksiyonun kısmi basınçlara bağlı denge sabitinin (K_p) değeri nedir?

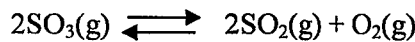


- A) 1/4 B) 1,6/4 *C) 1,6/3 D) 1/3 E) 1

4. $\text{BrF}_3(\text{g}) \rightleftharpoons \text{BrF}(\text{g}) + \text{F}_2(\text{g})$ reaksiyonu 727 °C deki denge sabiti $K_d=0,050$ olduğuna göre bu tepkimenin aynı sıcaklıkta kısmi basınçlara bağlı denge sabitinin değeri nedir?

- A) 4,0 *B) 4,1 C) 4,2 D) 4,3 E) 4,4

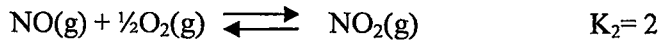
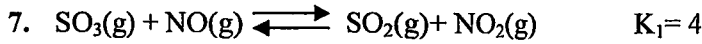
5. Belirli bir sıcaklıkta 2 litrelik bir reaksiyon kabında SO_3 gazı aşağıda verilen tepkimeye göre bozunarak O_2 ve SO_2 gazlarını oluşturuyor. Reaksiyon kabına 8 mol SO_3 gazı konuluyor ve sistem dengeye ulaştığında reaksiyon kabında 4 mol SO_2 gazı bulunduğuna göre bu reaksiyonun denge sabitinin değeri nedir?



- *A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 5

6. $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g})$ reaksiyonu 1 litrelik bir kaptaki denge durumunda 0,3 mol H_2 , 0,3 mol I_2 ve 0,9 mol HI gazları bulunmaktadır. Sistemden 0,1 mol HI gazı uzaklaştırıldıktan sonra aynı sıcaklıkta sistem yeniden dengeye ulaştığında dengede her bir gazın derişimi kaç molar (M) olur?

	$[\text{H}_2]$	$[\text{I}_2]$	$[\text{HI}]$
A)	0,2 M	0,2 M	0,8 M
B)	0,25 M	0,25 M	0,8 M
C)*	0,28 M	0,28 M	0,84 M
D)	0,3 M	0,3 M	0,3 M
E)	0,3 M	0,3 M	0,8 M



Tepkimeleri verilmektedir. Buna göre aynı sıcaklıkta $\text{SO}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{SO}_3(\text{g})$ tepkimesinin denge sabiti nedir?

*A) 0,5

B) 2

C) 8

D) 16

E) 32

8. $\text{A}(\text{g}) + \text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{C}(\text{g})$ reaksiyonun 25°C deki denge sabiti 4 dür. 1 litrelik reaksiyon kabına 0,8 mol A ve 0,8 mol B gazları konulduktan bir süre sonra denge kuruluyor. Sabit sıcaklıkta reaksiyon kabının hacmi yarıya indirildikten sonra yeni denge kurulduğu zaman dengedeki C gazının derişimi ne olur?

A) 0,4 M

B) 0,8 M

*C) 1,6 M

D) 2,4 M

E) 3,2 M

EK-7

GÜDÜSEL İNANÇ ANKETİ

GÜDÜSEL İNANÇ ANKETİ

Aşağıda güdüsel inançlarla ilgili 22 cümle bulunmaktadır. Lütfen cümleleri dikkatlice okuyarak size uygun olan tek bir yanıtı yanda gösterildiği gibi işaretleyiniz. Teşekkür ederim.

Örnek
işaretleme: ●

	Kesinlikle katılıyorum	Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum	Kesinlikle katılmıyorum
1. Yeni şeyler öğrenebilmem için, uğraş gerektiren sınıf çalışmalarını tercih ediyorum.	☐	☐	☐	☐	☐
2. Sınıftaki diğer öğrenciler ile karşılaştırdığımda, başarılı olmayı beklerim.	☐	☐	☐	☐	☐
3. Sınav sırasında o kadar gergin oluyorum ki, öğrenmiş olduklarımı hatırlayamıyorum.	☐	☐	☐	☐	☐
4. Kimya dersinde anlatılanları öğrenmek benim için önemlidir.	☐	☐	☐	☐	☐
5. Kimya dersinde öğrendiklerim hoşuma gidiyor.	☐	☐	☐	☐	☐
6. Kimya dersinde öğretilen konuları anlayabildiğime eminim.	☐	☐	☐	☐	☐
7. Kimya dersinde öğrendiklerimi başka derslerde kullanabileceğimi düşünüyorum.	☐	☐	☐	☐	☐
8. Kimya dersinde başarılı olmayı umuyorum.	☐	☐	☐	☐	☐
9. Sınıftaki diğer öğrenciler ile karşılaştırdığımda, iyi bir öğrenci olduğumu düşünüyorum.	☐	☐	☐	☐	☐
10. Daha fazla çalışma gerektirmesine rağmen, bir şeyler öğrenebileceğim ödev konularını sıklıkla seçiyorum.	☐	☐	☐	☐	☐
11. Kimya dersi için belirlenen görevleri ve problemleri en iyi şekilde yapabileceğime eminim.	☐	☐	☐	☐	☐
12. Sınav olduğumda kendimi gergin ve mutsuz hissediyorum.	☐	☐	☐	☐	☐
13. Kimya dersinden iyi bir not alacağımı düşünüyorum.	☐	☐	☐	☐	☐
14. Bir sınavdan zayıf alsam bile, hatalarımdan öğrenmeye çalışıyorum.	☐	☐	☐	☐	☐
15. Bu derste öğrendiklerimin, benim için gerekli olduğunu düşünüyorum.	☐	☐	☐	☐	☐
16. Sınıftaki diğer öğrenciler ile karşılaştırdığımda, çalışma becerilerim mükemmeldir.	☐	☐	☐	☐	☐
17. Kimya dersinde öğrendiklerimin ilginç olduğunu düşünüyorum.	☐	☐	☐	☐	☐
18. Sınıftaki diğer öğrenciler ile karşılaştırdığımda, kimya konuları hakkında fazla bilgiye sahip olduğumu düşünüyorum.	☐	☐	☐	☐	☐
19. Kimya dersinde verilen bilgileri öğrenebileceğimi biliyorum.	☐	☐	☐	☐	☐
20. Sınavlar ile ilgili çok fazla endişe duyuyorum.	☐	☐	☐	☐	☐
21. Kimya konularını anlamak benim için önemlidir.	☐	☐	☐	☐	☐
22. Sınav olurken ne kadar yetersiz kaldığımı düşünüyorum.	☐	☐	☐	☐	☐

EK-8
MÜLAKAT SORULARI

Adım Hüseyin AKKUŞ. Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Kimya Eğitimi Bilim Dalında Araştırma Görevlisiyim. Böyle bir çalışmada bana yardımcı olduğun için teşekkür ederim. Size kimyasal dengeyle ilgili bir kaç soru üzerinde ne düşündüğünle ilgili sorular sorulacaktır. Buradaki amaç kesinlikle sorunun doğru yada yanlış cevabını aramak değildir. Sadece sorularla ilgili fikirlerinin ve bu fikirlere nasıl ulaştığını anlamaktır. Bu mülakatta beş farklı soru için fikirleriniz alınacaktır. Her soru ile ilgili gerekli açıklamaları ilerleyen süreçte size açıklayacağım. Bu mülakat süresince sesli düşünmen yani düşüncelerini konuşarak ifade etmen gerekecektir. Buradaki kağıt ve kalem kullanarak istediğin diyagramları, çizimleri yapabilir ve gerekli notları alabilirsin.

Hangi sınıfta okuyorsun? Bu okula nasıl kayıt yaptırdın? Hangi semtten buraya geliyorsun?

Daha önce kimya dersi aldın mı?

Şimdiye kadar almış olduğun kimya derslerinde en çok sevdiğin konu veya ilginç olan konu hangisidir? Neden?

Şimdiye kadar almış olduğun kimya derslerinde sevmediğin konu hangisidir? Neden?

Okulda kimya dersleri seçmeli olsa ve notu etkilemeseydi bu dersi seçer miydin?

Hiç kireç gördün mü?

Kirecin nasıl hazırlandığı hakkında bilgin var mı?

1. Aşağıda kirecin oluşumuna ait bir tepkime verilmiştir.

$\text{CaCO}_3(\text{k}) \rightleftharpoons \text{CaO}(\text{k}) + \text{CO}_2(\text{g})$ reaksiyonu kapalı bir kaptan 1200°C de gerçekleşiyor.

Reaksiyonun başlangıcından sistem dengeye ulaşıncaya kadar CaCO_3 , CaO , CO_2 in miktarlarında bir değişme bekler misiniz?

Reaksiyonun başlangıcından sistem dengeye ulaşıncaya kadar CaCO_3 , CaO , CO_2 in derişimlerinde bir değişme bekler misiniz?

Sistem dengeye ulaştığı zaman kaba bir miktar CaO ilave edilirse dengedeki türlerin derişimi ile ilgili ne söyleyebilirsin? Neden?

Kaba bir miktar CaO ilave edildikten sonra ileri ve geri yöndeki reaksiyon hızları hakkında ne söyleyebilirsin? Neden?

Eğer kaba bir miktar CaO toz haline getirilerek ilave edilirse dengedeki CO_2 gazının derişimi ile ilgili ne söyleyebilirsin? Neden?

Diğer türlerin derişimi ile ilgili ne söyleyebilirsin? Neden?

Eğer kaba bir miktar CaO toz haline getirilerek ilave edilirse ileri ve geri yöndeki reaksiyon hızları hakkında ne söyleyebilirsin? Neden?

Dengedeki CaCO_3 , CaO in miktarlarını değiştirebilir miyiz?

Dengedeki CaCO_3 , CaO in derişimlerini değiştirebilir miyiz?

“Dengede olan bir sistemde katının miktarının değiştiremezsiniz” bu ifade hakkında ne düşünüyorsun?

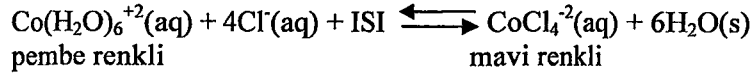
Yukarıda verilen reaksiyonun denge sabiti ifadesini yazınız?

Katıları neden denge sabiti ifadesinde yazmadınız?

Denge sabiti ifadesinde yer almayan türlerin miktarlarındaki değişme denge durumunu etkilemez denilebilir mi? Neden?

Ortama daha fazla CaCO_3 ilavesi CO_2 derişimini artırır mı? $K_d = [\text{CO}_2]$ olduğuna göre denge sabiti artar mı?

2.



Reaksiyonu için K_d ve K_p ifadelerini yazınız.

Suyu neden denge sabiti ifadesine yazmadın?

Aynı sıcaklıkta kaba bir miktar su ilave edilirse herhangi bir değişme bekler misin? Neden?

Denge sabiti ifadesinde yer almayan türlerin miktarının değişmesi denge durumunu değiştirmez denilebilir mi? Neden?

Aynı sıcaklıkta kaba bir miktar su ilave edilmesi K_p değerini artırır mı?

3. Bir miktar Na_2CrO_4 alınıp suda çözülürse aşağıdaki denge kurulur. 81 g Na_2CrO_4 alınıp bir litre suda çözülerek 0,5 molarlık bir çözelti hazırlanıyor. Reaksiyon dengede iken, dengede olan bu sisteme 0,5 M 50 mL Na_2CrO_4 çözeltisi ilave edilirse ne olmasını beklersiniz? Neden?

$$\text{CrO}_4^{2-}(\text{aq}) + 2\text{H}^+(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O(s)}$$

$\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$ tepkimesi dengeye ulaştığında girenlerin kütlesi ürünlerin kütlesine eşit olur mu?

$\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$ tepkimesi dengeye ulaştığında girenlerin mol sayısı ürünlerin mol sayısına eşit olur mu?

4. $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{HI}(\text{g})$ böyle bir tepkimede girenlerin mol sayısı ürünlerin mol sayısına eşit olur mu? Neden?

$\text{A(g)} \rightleftharpoons \text{B(g)}$ tepkimesi dengeye ulaştığında girenlerin mol sayısı ürünlerin mol sayısına eşit olur mu?

Böyle bir tepkimede denge sabiti birden büyük, bire eşit veya birden küçük olabilir mi?

5. $2\text{A(g)} + \text{B(g)} \rightleftharpoons 4\text{C(g)} + 3\text{D(g)}$ denge sabiti K_1 ve $3\text{F(g)} + 5\text{K(g)} \rightleftharpoons 2\text{E(g)}$ tepkimesinin de denge sabiti K_2 olsun. Sadece bu tepkimelere bakarak bu iki tepkimenin denge sabitleri arasında bir fark olduğunu söyleyebilir misiniz?