

## ÖĞRENCİ YANILGILARINI VE ANLAMA DÜZEYLERİNİ BELİRLEMEDE KULLANILAN İKİ AŞAMALI TESTLER

Arş. Gör. Faik Özgür KARATAŞ \*

Arş. Gör. Sacit KÖSE \*

Arş. Gör. Bayram COŞTU \*

### ÖZET

Son yıllarda ülkemizde kavramlarla ilgili yapılan çalışmalar oldukça önemli bir araştırma alanı olarak yerini almaktadır. Öğrencilerin kavram anlama düzeylerini ve yanlışlarını belirlenmesi amacıyla yapılan bu türden çalışmalarda çoktan seçmeli testler, araştırmacılar tarafından sıklıkla kullanılmaktadır. Bu test metodunun öğrencilerin muhakeme yapmasına yönelik herhangi bir içeriğe sahip olmaması gibi önemli bir olumsuzluğu bulunmaktadır. Çoktan seçmeli testlere ikinci bir aşamanın ilave edildiği iki aşamalı testler, öğrencilerin muhtemel yanlışlarının orijiniyle ilgili verilerin elde edilmesini sağlamaktadır. Bu özelliğinden dolayı da kavramlarla ilgili uluslar arası literatürde yapılan çalışmalarda kullanılmaktadır. Bu çalışma, iki aşamalı testlerin geliştirilme aşamaları ve analiz süreçlerinin tanıtılması amacıyla yapılmıştır. Bu amaçla çalışmada, iki aşamalı testlerin hangi durumlarda kullanılacağı, nasıl geliştirileceği ve elde edilen verilerin ne şekilde analiz edileceğine ilişkin bilgilere ayrıntılı olarak değinilmiş ve ayrıca fen bilimleri alanında örnek sorular sunulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** İki Aşamalı Test, Kavram Yanlışları, Fen Eğitimi

### ABSTRACT

For the past decades, studies about students' understanding have been very popular in Turkey. In these studies multiple choice tests have been frequently used by the researchers in order to identify students' conception. These instruments have some disadvantages for example; do not contain an important part in which students' explanations included. Two-tier diagnostic tests, derived from multiple choices tests, cover some of these disadvantages with its second tiers which require a reason for the multiple choices test. Since this type of tests supply in-depth data about origins of students' misconceptions, it has commonly used in the literature. The aim of this study is to reveal the development stages and analysis process of two-tier tests. To reach this aim, it was tried to give necessary information about where the two-tier tests were used, how the tests were developed, and how the data from the test items were analyzed. In addition, a few examples of two-tier test items about science concepts were presented in this study.

**Key Words:** Two-Tier Test, Misconceptions, Science Education

### GİRİŞ

Fen bilimleri, hem bilgi edinme yolları, hem de elde edilip düzenlenmiş bilimsel bilgiler ve bu bilgilerin insan ihtiyaçlarını gidermeye yönelik uygulamaları olan bir alandır. Bundan dolayı, fen bilimleri ve ona dayalı olarak üretilen teknolojilerin, ülkelerin gelişmesine ve yaşanan bilgi çağına çok büyük

---

\* KTÜ, Fatih Eğitim Fakültesi, Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Bölümü, Trabzon faikozgurkaratas@hotmail.com

katkıları sağladığı bilinmektedir. Bu nedenle bilhassa son yarım asırdan beri fen bilimleri eğitimine büyük bir önem verilmekte, daha iyi fen öğretimi için çeşitli projeler geliştirilmekte ve hızla ilerleyen teknolojiden eğitim/öğretim sürecinde faydalanılmaya çalışılmaktadır (Ayas ve diğ. 2001). Bu bağlamda bilhassa son 20 yıldan günümüze kadar, öğrencilerin fen olgu ve kavramlarını anlaması üzerine alan araştırmacıları, öğretmenleri ve bilişsel psikologlar yoğun çalışmalar yapmaktadır. Artık günümüzde, öğrencilerin fen derslerine kendi düşünce yapılarına göre anlamlı bir şekilde yerleşen fakat bilimsel bilgilerle çelişki gösteren fikir ve kavramlarla geldiği düşüncesi bir çok araştırmacı tarafından yaygın olarak kabul görmektedir (Driver, 1991; Treagust, 1988; Osborne & Wittrock, 1983). Öğrencilerin, bilim çevrelerince ortaya konan gerçeklerle çatışan bu kavram yapılarına; yanlış kavrama (misconception), ön kavrama (preconception), alternatif yapılar (alternative frameworks)-(Doran, 1972; Driver & Easley, 1978; Driver, 1981; Mike & Treagust, 1998), çocukların bilimi (children's science)-(Treagust, 1988; Osborne & Freyberg, 1996; Gunstone, 1990), genel duyu kavramları (common sense concepts), kendiliğinden oluşan bilgiler (spontaneous knowledge) veya yetersiz kavrama (naive conception)-(Champagne ve diğ., 1983) isimleri verilmektedir. Bu terimler genel olarak bakıldığında aynı kavramı ifade etmekle birlikte öğrencilerin inanışlarını karakterize etmek amacıyla farklı kullanımlara gidilmiştir.

İsmi ne olursa olsun ya da hangi terim kullanılırsa kullanılsın ortada bir gerçek var ki öğrenciler sınıfa gelirken bu alternatif düşüncelerini de kendileriyle getirmektedirler. Öğrencilerin sahip olduğu bu kavramlar, kendi içlerinde belirli bir bütünlük halinde olduklarından ve günlük hayattaki bazı tecrübelerinden destek aldığından dolayı değiştirilmeye ve olumlu yönde geliştirilmeye karşı dirençlidir (Champagne ve diğ., 1983; Driver, 1989; Schoon ve Boone, 1998; Mintzes ve diğ., 2001). Bu durum, öğrencinin yanlış anlamaya sahip olduğu o kavramın ilişkili olduğu diğer kavramları öğrenmesinde de olumsuz etkiler yapmaktadır (Osborne ve Wittrock, 1983; Griffiths & Preston, 1992; Palmer, 2001). Öğrencilerde kavramsal değişimi sağlamak için öncelikle onların zihinlerindeki, bilimsel ifadesinden farklı olan, bu yapıları ortaya çıkarmak ve onların anlama düzeylerini belirlemek gerekmektedir. Ancak anlama ya da zihinsel bilgi yapılanması skaler bir büyüklük olmadığı için belirli ve tek bir araç tarafından kolaylıkla ölçülememektedir. Bundan dolayı araştırmacılar, bireylerin zihinsel örgüsünü en iyi şekilde ortaya koyabilmek amacıyla çeşitli yöntem ve araçlar geliştirmişlerdir. Geliştirilen bu yöntem ve araçlara; *kavram haritaları* (Novak & Gowin, 1984; Horton ve diğ., 1993), *tahmin-gözlem-açıklama* (POE) (Liew & Treagust, 1998; Champagne ve diğ., 1980), *mülakatlar* (Osborne & Gilbert, 1980; Osborne & Cosgrove, 1983; Mitchell & Gunstone, 1984; Martinez ve diğ., 2001), *çizimler* (Smith & Metz, 1996), *fenomenografi* (Ebenezer, & Fraser 2001), *V diyagramları* (Novak & Gowin, 1984; Mintzes ve diğ., 2001) ve *kelime ilişkilendirme* (Gussarsky & Gorodetsky, 1990) örnek verilebilir.

Etkili kavram öğretimini sağlamada, öğrencilerde varolan kavram yanlışlarını ortaya çıkartılıp bunların düzeltilmesinin gerekliliği bu yöntemlerin önemini daha da arttırmaktadır. Yukarıda belirtilen yöntemler haricinde kavram yanlışlarını belirlemede sıklıkla kullanılan yöntemlerden biri de testlerdir.

### **Testlere Genel Bir Bakış**

Testler genellikle, kısa cevap gerektiren testler, sınıflama gerektiren testler, çoktan seçmeli testler, iki aşamalı testler ve açık uçlu testler olmak üzere beş grup altında toplanabilir. Bunlar arasında ülkemiz eğitim sisteminde sıklıkla kullanılan çoktan seçmeli testlerin başlıca özelliği, bu testlerde öğrenciye, her soru ile birlikte bu sorunun cevabı ve cevabı sanılabilecek ifadelerin verilmesi ve öğrenciden, bunlardan hangisinin sorulan sorunun cevabı olduğunu belirtmesinin istenmesidir (Özçelik, 1998). Başka bir ifadeyle çoktan seçmeli testler; sorulan bir sorunun cevabını verilen bir dizi yanıt içinden seçtiren maddelerden oluşmuş testlere denir (Turgut, 1995). Test tekniğinin uygulamaya girişinden kısa bir süre sonra kullanılmaya başlanan seçmeli test maddeleri, bugüne kadar kullanıla gelmiş ve önemini her geçen gün artırmıştır.

Seçmeli testlerin de diğer ölçme araçlarında olduğu gibi bazı üstünlükleri ve aksaklıkları vardır. Bunlara kısaca değinmek gerekirse; seçmeli testlerde, belli bir sınav süresinde çok sayıda soru sorulabilir. Bu sorular başta da belirtildiği gibi dersin hedef davranışları doğrultusunda, planlı ve dengeli dağıtılarak öğretilenlerin-öğrenilenlerin tümü etkili bir biçimde yoklanabilir. Diğer bir deyişle, iyi hazırlanmış seçmeli testlerin kapsam geçerlikleri yüksektir. Testlerde çok sayıda soru sorulabilmesi, soruların açık ve anlaşılır olması koşuluyla güvenilirliğin de yüksek olmasını sağlar. Bu testlerde soruyu cevaplama, mevcutlar içinden birini seçmek olduğundan, puanlamada cevabın doğruluk derecesini belirleme diye bir sorun söz konusu değildir. Puanlama da bu cevapların sayılması şeklinde olacağından objektiftir yani ölçücü tarafından gelecek sistematik hatadan arınıktır. Bir çok çeşidi bulunan testlerin bu tür hatalardan arınık olması onların yeterli güvenilirlik ve geçerlikle ölçüm yapmasına fırsat tanımaktadır. (Turgut, 1995).

Genel olarak bakıldığında seçmeli testlerin önemli bir aksaklığı yoktur. Ancak, bu testlerde öğrencilerin zamanın büyük bir kısmını okumaya ayırdıklarından dolayı, okuduğunu anlama gücü bu testlerden elde edilen puanı bir ölçüde etkileyebilmektedir. Bu etkiyi azaltmak için, bir yandan soruların açık ve kolay anlaşılır bir şekilde ifade edilmesi, sorularda okuma güçlüğüne düşük tutulması ve öte yandan da okuma için yeterli zamanın verilemesi gerekir. Bu testlerin başka bir olumsuz özelliği ise bilmeyen öğrencilerin de doğru cevabı verme olasılığının yüksek olmasıdır.

### **İki Aşamalı Teşhis Testleri**

Yukarıda sayılan özelliklerinin dışında çoktan seçmeli testlerin bir diğer dezavantajı, bilhassa kavramlarla ilgili yapılan araştırmalarda belirgin bir şekilde ortaya çıkmaktadır. Bu dezavantajı ortadan kaldırmak için, mülakatlar,

açık uçlu sorular, kompozisyonlar neticesinde ortaya çıkarılan ve/veya literatürde konuyla ilgili rastlanan öğrencilerin sahip oldukları, yaygın kavram yanılgıları (Tamir, 1971; Palmer, 1998; Taber, 1999) çeldiriciler olarak seçenekler arasına yerleştirilmektedir. Ancak bu durumda dahi öğrencilerin bilmedikleri halde doğru cevap şikkını seçebilme olasılıkları bulunabilmektedir. Ayrıca, bu türden testlerde öğrencilerin işaretlediği şikkı seçme gerekçeleri ve bunun altında yatan nedenler ile ilgili herhangi bir yorum yapılması araştırmacılar açısından olası değildir. Çoktan seçmeli testlerin belirtilenlerden başka bir dezavantajı ise, sınırlı sayıda seçeneğe yer verildiği için öğrencilerin belirli kalıplar dışındaki fikirlerini belirlemede yetersiz kalışıdır (Mintzes ve diğ., 2001).

Yapılan araştırmalar, öğrencilerin belirli konu ya da kavram hakkındaki anlama düzeylerini tespit etmek için yürütülen çalışmalarda, testlerin mülakatlardan sonra en çok kullanılan yöntem olduğunu ortaya çıkarmaktadır (Palmer, 1998). Anlama ile ilgili yapılan çalışmalarda sıklıkla kullanılan bu yöntemin yukarıda ifade edilen olumsuzlukları, elde edilecek bulguların niteliğini de olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Yukarıdaki özellikler dikkate alınarak 1980'lerde, çoktan seçmeli testlerin olumlu yönlerini taşıyıp olumsuzluklarını en aza indiren *iki aşamalı teşhis testleri* geliştirilmiş ve özellikle son 10-15 yıllık süre içerisinde bir çok araştırmacı tarafından fen bilimlerinin farklı alanlarında yaygın olarak kullanılmaktadır (Tan ve diğ., 2002; Voska & Heikkinen, 2000; Tyson ve diğ., 1999; Mann & Treagust, 1998; Odom & Barrow, 1995; Garnett & Treagust, 1992; Peterson ve diğ., 1989; Haslam & Treagust, 1987).

**Tablo 1: İki aşamalı testlerin türleri ve içerikleri**

<b>İki aşamalı testlerin türleri</b>	<b>I. Aşama</b>	<b>II. Aşama</b>
1. Çoktan seçmeli iki aşamalı testler	Çoktan seçmeli	Çoktan seçmeli (+Açık Uçlu)
2. Sınıflama gerektiren iki aşamalı testler	Doğru-yanlış	Çoktan seçmeli (+Açık Uçlu)
3. Açık uçlu iki aşamalı testler	Çoktan seçmeli	Açık uçlu

İki aşamalı testler, adından da anlaşılacağı üzere iki kısımdan oluşan testlerdir. Tablo 1'de görüldüğü gibi bu testlerin çeşitli şekillerine literatürde rastlanmaktadır. Genellikle bu testlerin ilk kısmı bilinen çoktan seçmeli ve sınıflama gerektiren testlerle aynıdır. Yani, kök denilen bir soru maddesi ya da bilgi önermesi, onu takip eden çeşitli adette cevap seçenekleri ve bu seçenekler arasında çeldiriciler ile doğru cevap şikkı bulunmaktadır. İki aşamalı testleri çoktan seçmeli testlerden farklı kılan onun ikinci kısmıdır. Bu bölümde, öğrencinin ilk aşamada işaretlediği seçeneği, işaretleme gerekçesini belirtmesi istenmektedir. Testin ikinci aşaması, literatür incelemesi ya da mülakatlardan elde edilen bulgulara bağlı olarak belirlenen öğrenci yanılgılarını içeren çoktan seçmeli veya bir şikkı açık uçlu-çoktan seçmeli bir formda olabilmektedir. Ayrıca bu ikinci bölüm, öğrencilerin muhakeme yeteneğini daha iyi ölçülebilmek

ve daha önce belirlenen yanılgılardan farklı alternatif kavramların olup olmadığını tespit edebilmek amacıyla açık uçlu bir yapıda da düzenlenebilmektedir (Mann & Treagust, 1998; Voska & Heikkinen, 2000).

Fen bilimlerindeki olgu ve kavramların öğrenciler tarafından anlaşılmasını ve bunlarla ilgili yanılgıları, bir örnek olay dahilinde, belirlemede mülakatların çok önemli bir yere sahip olduğu ifade edilmektedir (Mintzes ve diğ., 2001). Kavramların anlaşılma düzeyleri ve kavram yanılgılarını tespit etmek için kullanılan mülakatların amacı, bireyin kavramla ilgili zihninde var olan bilgilerini ortaya çıkarmaktır. Mülakatlar sonunda bireyle ilgili elde edilen çok sayıda veri analiz edilebilir ve kişinin anlama düzeyi ortaya çıkarılabilir. Kavramlarla ilgili yapılan mülakatlar kullanılmak suretiyle bireyin bilgisinin genişliğini, doğruluk derecesini, zihinde var olan diğer bilgilerle ilişkilendirilebilme düzeyini ve bilgiyi oluşturan alt parçaların ortaya çıkarılmasını sağlamak mümkün olmakla birlikte kullanımında bazı sınırlılıklara sahip olduğu belirtilmektedir (White & Gunstone, 1992). Bu sınırlılıklara; bireysel ya da grup mülakatlarının gerçekleştirilmesi için zamana olan ihtiyaç, mülakatları gerçekleştirme, kaydetme, kayıtları yazıya dökme ve bulguları yorumlamayla ilgili tecrübe eksikliği, analizlere araştırmacı sübjektifliğinin karışması ve bu yöntemi kullanmak isteyen öğretmenlerin yöntemle ilgili yeterli bilgilerinin olmaması örnek verilebilir. Mülakatın bu sınırlılıklarını çoktan seçmeli testlerin kapattığı ifadelerine yer veren araştırmacılar, muhtemel yanılgıların kökeniyle ilgili bilgi edinilmesini sağlayacak iki aşamalı testteki ikinci aşamanın, öğrencilerin muhakeme yapmasına imkan sağladığını belirtmektedirler. Güvenilir ve geçerli standart iki aşamalı testler, öğrencilerin varolan kavram yanılgılarını ve bunların olası nedenlerini belirlemede büyük kolaylıklar sağlamaktadır. Bu sayede, araştırmacılar ve öğretmenler fen derslerinde kullanılacak alternatif öğretim yaklaşımlarını geliştirebilmektedirler (Haslam & Treagust, 1987; Odom & Barrow, 1995). Kısaca özetlemek gerekirse, öğrencilerin anlama seviyelerini ve kavram yanılgılarını belirlemede mülakatların ve çoktan seçmeli testlerin olumsuzluklarını en aza indirerek etkili bir ölçme aracı özelliği kazanan iki aşamalı testlerin bütün yönleriyle tanıtılmasının, öğretmen ve araştırmacılara büyük katkılar sağlayacağına inanılmaktadır.

### **Amaç**

Bu çalışma, öğrencilerin kavram anlama düzeyleri ve kavram yanılgılarını belirlemede kullanılacak iki aşamalı çoktan seçmeli testlerin geliştirilme süreçleri, uygulama ve analizlerinin yapılma şekilleriyle birlikte öğretimdeki kullanım çeşitleri hakkında detaylı bilgiler sunmak amacıyla yapılmıştır.

### **İki Aşamalı Testlerin Geliştirilmesi**

İki aşamalı testleri eğitim araştırmalarına kazandıran Treagust (1988), bu testlerin geliştirilmesi için, *içeriğin belirlenmesi, öğrencilerin yanlış anlamaları*

*hakkında bilgi edinilmesi ve teşhis testinin geliştirilmesi* adlı üç ana aşama altında toplam on basamaktan oluşan bir yöntem önerisinde bulunmuştur. Treagust (1988)'un önerisi temel alınarak iki aşamalı testlerin geliştirilmesinde aşağıdaki adımlar takip edilebilir:

### **İçeriğin belirlenmesi;**

İçeriğin belirlenmesi, testin geliştirileceği konu ya da kavramların sınırlarının çizilmesi şeklinde anlaşılmalıdır. Bu aşama, başarı testlerinin ve Tamir (1971)'in belirttiği geleneksel kavram testlerinin geliştirilmesiyle benzer esasları içermektedir. Bu aşama dahilinde aşağıdaki adımlar izlenebilir:

#### *1. Adım: Konuyla ilgili bilgi önermelerinin belirlenmesi,*

Bu adımda konuyla ilgili, ders kitaplarında, yardımcı kitaplarda ve müfredatta varolan bilgilere bağlı olarak çok sayıda önerme yazılır. Bu önermeler ilgili konu veya kavramın bütün yönlerini içermelidir.

#### *2. Adım: Konu içeriğiyle ilgili kavram haritasının geliştirilmesi,*

Konuyla ilgili Novak ve Gowin'in (1984) ifade ettiği şekilde, bütün kavramlar ve onların birbirleriyle ilişkilerini gösteren kapsamlı bir kavram haritası hazırlanır. Bu ilk iki adım, belirlenen konu ya da kavram hakkında araştırmacıya etraflı düşünme ve konunun doğasını anlama fırsatı tanımaktadır.

#### *3. Adım: Bilgi önermelerinin kavram haritalarıyla ilişkilendirilip, haritaya dahil edilmesi*

Kavram haritası ve bilgi önermeleri birbiriyle doğrudan ilişkilidir. Bu nedenle, bu iki yapının birbiriyle örtüşmesi, hazırlanacak testin iç tutarlığı için bir nevi kontrol mekanizması görevi görür.

#### *4. Adım: Kapsam geçerliğinin sağlanması,*

Bu aşamada bilgi önermeleri ve hazırlanan kavram haritası fen eğitimcileri, alan uzmanları ve ders öğretmenlerinden oluşan bir komisyona gösterilerek düzensizlikler ya da çelişkilerden ayıklanır, önermelerin bilimsel doğruluğu kanıtlanır, kavram haritası ve bilgi önermeleri yeniden düzenlenir. Yapılan bu incelemelerle konuyla ve kavramlarla doğrudan ilişkili olmayan önermeler çıkarılıp, listede yer almayan önerme ve kavramlar eklenerek kapsam geçerliği sağlanmış olur.

### **Öğrencilerin Yanlış Anlamaları Hakkında Bilgi Edinilmesi**

Bu aşamada, öğrencilerin kavram yanlışlarını ölçecek testin geliştirilmesi için öğrenci yanlışları hakkında çeşitli şekilde bilgi toplanarak, Tamir (1971)'in belirttiği yapıda çoktan seçmeli bir kavram testi hazırlanır.

#### *5. Adım: İlgili literatürün incelenmesi,*

Bu adımda konuyla ilgili literatür incelenerek öğrencilerde varolan kavram yanlışlarının belirlenmesi sağlanır. Yapılan incelemeden elde edilen veriler, hem testin geliştirilmesinde hem de bir sonraki adımda yürütülecek yarı yapılandırılmış ya da yapılandırılmamış mülakat sorularının oluşturulmasında kullanılır.

#### *6. Adım: Yapılandırılmamış öğrenci mülakatlarının gerçekleştirilmesi,*

Bu adımda öğrenci anlamaları hakkında kapsamlı bir bakış açısı kazanmak ve spesifik öğrenci kavramlarını belirlemek için konu veya kavramların işlendiği öğrencilerle yapılandırılmamış mülakatlar yapılmalıdır. Yapılan bu mülakatların teyp yardımıyla kaydedilmesi daha sağlıklı sonuçların elde edilmesini sağlayabilir. Bu aşamada öğrencilerdeki yaygın kavram yanlışlarını ortaya çıkarmak için açık uçlu sorularından oluşan bir test de kullanılabilir.

*7. Adım: Gereke kısmı açık uçlu olan çoktan seçmeli test maddelerinin geliştirilmesi,*

Yapılan literatür taramasının, yapılandırılmamış mülakatların ve/veya uygulanan açık uçlu soruların analizleri sonucunda tespit edilen yaygın ve spesifik kavram yanlışlarından çoktan seçmeli sorular ve çeldiriciler geliştirilir. Konuyla ilgili çoktan seçmeli sorular, rastlanan yanlışları ortaya çıkarmak amacıyla, her bir soruya bir kısım önermenin yerleştirilmesiyle oluşturulur. Ayrıca çeldirici seçeneklerine o önerme ile ilgili rastlanan yaygın yanlışlar yerleştirilir. Her bir çoktan seçmeli sorudan sonra “*çünkü*” veya “*sebebini açıklayınız*” şeklinde bir ifade yazılarak öğrencilerin seçtikleri şıkkın gerekçelerini vermeleri için bir boşluk bırakılır. Daha sonra test bu haliyle öğrencilere dağıtılır. Ancak test öğrencilere dağıtılmadan önce hazırlanan soru köklerinin ve cevap şıklarının, ifade açıklığını ve bilimsel bilgilerle tutarlılığını kesinleştirmek için fen eğitimcileri ve alan uzmanlarına incelettirilmesinin faydalı olacağına inanılmaktadır.

#### **Teşhis Testinin Geliştirilmesi**

Teşhis testinin geliştirilmesi için 7. adımda hazırlanan çoktan seçmeli testin uygulanması iki aşamalı testin ilk aşaması için bir nevi pilot çalışma sayılabilir. Yapılan bu uygulamadan sonra çoktan seçmeli sorularda gerekli değişiklikler yapılarak testin ikinci aşamasının geliştirilmesine geçilir.

*8. Adım: İki aşamalı teşhis testinin geliştirilmesi,*

Gereke kısmının açık uçlu yapıda olduğu testlerin uygulanması sonucu belirlenen öğrenci açıklamalarından da yararlanılarak testin ikinci aşaması da çoktan seçmeli olarak düzenlenir. İkinci aşamadaki her bir gereke seçeneği, doğru cevap yanında, öğrencilerin sahip oldukları yaygın kavram yanlışlarını içermelidir. Voska ve Heikkinen (2000) yaptıkları bir çalışmada, yukarıda yedinci adımda ifade edilen şekliyle bir test geliştirip uyguladıklarında, öğrencilerin her bir çoktan seçmeli sorudan sonra 17 ile 33 arasında değişen farklı gerekçeler belirttiklerini rapor etmişlerdir. Zamanın darlığı ve öğrencilerin dikkatlerinin dağılması olasılığından dolayı bu kadar sayıda madde gereke kısmına yerleştirilmemesi önerilmektedir. Yapılan çalışmanın amacına ve öğrencilerde bulunma yüzdelerine bağlı olarak, gereke şıklarının sayısı değiştirilebilmekle birlikte çoğu çalışmada 4-5 gerekçeye yer verilmektedir (Peterson & Treagust, 1989; Odom & Barrow, 1995; Tan ve diğ., 2002). Öğrencilerin testin ikinci aşamasında verilen seçeneklerden daha farklı

düşüncelerini belirtmeleri için ayrıca boş bir seçenek bırakılması tavsiye edilmektedir (Mann & Treagust, 1998; Voska & Heikkinen, 2000).

*9. Adım: Belirtke tablosunun oluşturulması,*

Geliştirilen iki aşamalı testi oluşturan soruların her birinin hangi bilgi önermelerini ve kavram haritasındaki hangi kavramları içerdiğini gösteren bir belirtke tablosu oluşturulması gerekir. Böylece açıkta kalan bilgi önermeleri veya kavramların olup olmadığı ve sorular içine düzenli bir şekilde dağıtılıp dağıtılmadıkları kontrol edilmiş olur.

*10. Adım: Düzenlemelerin devam ettirilmesi.*

Bu haliyle geliştirilen test spesifik ve yaygın kavram yanlışlarının belirlenmesi için kullanılmadan önce fen eğitimcilerine, alan uzmanlarına ve branş öğretmenlerine inceletirilip, pilot çalışmanın uygulanmasına geçilir. Yapılan pilot çalışmayla testin madde analizi gerçekleştirilip güvenilirliği hesaplanır. Elde edilen bu sonuçlardan yararlanılarak test üzerinde gerekli düzenlemeler yapılır. Son hali verilen test farklı gruplara uygulanarak sürekli geliştirilir ve herkesin kullanımı için standart bir hale dönüştürülür.

Yukarıda geliştirilme adımları açıklanan iki aşamalı testlerin her bir türü (Tablo 1) için fen bilimlerinin farklı alanlarında hazırlanmış örnek soru maddeleri Ek 1’de sunulmuştur.

### **Teşhis Testlerinin Analizleri**

İki aşamalı çoktan seçmeli teşhis testlerinin (Tablo 1’deki 1. ve 2. tip testler) analizleri, genellikle öğrencilerin her bir sorunun ilk aşamasına verdikleri cevaplar ile bu cevaplar için seçtikleri gerekçelerin yüzdelerinin tablolastırılmasıyla sağlanmaktadır. Bu şekilde tablolastırılan öğrenci cevaplarının, içerik şıklarının bulunduğu ilk aşama ile gerekçe şıklarının bulunduğu ikinci aşamanın kombinasyonuna bakılır. Böylece öğrencilerin içerik aşamasında verdikleri doğru cevaplar ve her iki aşamaya verilen doğru cevapların kombinasyonundan oluşan ikinci bir tablo elde edilebilir. Testin her iki aşamasında da doğru şık işaretlenmişse 1 (bir) puan, iki aşamasının herhangi birinde veya her iki aşamasında yanlış şık işaretlenmişse öğrenciye 0 (sıfır) puan verilir. Bu şekilde puanlamanın dışında öğrencilerin sahip oldukları yanlışlar yüzdelikler halinde de verilebilir. (Haslam & Treagust, 1987; Peterson ve diğ., 1989; Odom & Barrow, 1995). Analizler esnasında yalnızca her iki aşamanın da doğru cevaplanması durumunda tam puanın verilmesi, öğrencilerin yüzeysel öğrenmelerinin değil anlamlı öğrenmelerinin dikkate alınmasından kaynaklanmaktadır. Çünkü bir bilginin nedenini bilmeden onu ezberlemek onun anlaşılması manasına gelmediği bilinmektedir.

İçerik aşaması çoktan seçmeli fakat onu takip eden gerekçe aşaması “Çünkü...” veya “Sebebini açıklayınız...” şeklinde yönergeleri içeren açık uçlu bir yapıda olan iki aşamalı testlerin (Tablo 1’deki 3. tip test) analizleri Tablo 1’deki diğer test tiplerine göre biraz daha farklıdır. Çünkü 0 ve 1 gibi yalnızca iki kategoriye ayrılmış bir analiz tarzı, öğrencilerin çoktan seçmeli sorulara verdikleri cevapların gerekçelerini ortaya koymaya çalışan, iki aşamalı testlerin



doğasına aykırıdır. Daha da açmak gerekirse böyle bir analiz ile öğrencilerin kavramları anlama düzeylerini belirlemede sağlıklı bir değerlendirmenin yapılması olası görülmemektedir. İki aşamalı-açık uçlu sorular, Karataş (2003)'in çalışmasından yararlanılarak, Tablo 2'de belirtilen değerlendirme kriterleri doğrultusunda analiz edilebilir. Tablo 2'ye bakıldığında iki aşamalı soruların analizinin de iki aşamada yapıldığı görülmektedir. İlk aşamada çoktan seçmeli kısma verilen öğrenci cevapları şıklara dağıtılarak yüzdeler halinde verilebilir. İkinci aşamada ise öğrencilerin seçtikleri şıklara verdikleri gerekçeler, Çoştü (2002)'nin açık uçlu sorulara verilen cevapların sınıflandırmasına benzer bir şekilde, “*doğru gerekçe, kısmen doğru gerekçe, yanlış gerekçe ve boş*” olmak üzere dört kategori altında toplanabilir. İlk aşamadan ve ikinci aşamadan elde edilen veriler birleştirilerek testin puanlanması sağlanır.

**Tablo 2. İki aşamalı-açık uçlu soruları analiz etmede kullanılan değerlendirme kriterleri**

Anlama Düzeyleri	Açıklama	Değerlendirme Kriterleri	Puan
Doğru Gerekçe	Geçerliliği olan gerekçenin bütün yönlerini içeren cevaplar	Doğru Cevap – Doğru Gerekçe	3
Kısmen Doğru Gerekçe	Geçerli gerekçenin bütün yönlerini içermeyen cevaplar	Doğru Cevap – Kısmen Doğru Gerekçe	2
Yanlış Gerekçe	Doğru olmayan bilgiler içeren cevaplar	Yanlış Cevap – Doğru Gerekçe	2
Boş	İlgisiz, açık olmayan cevap verme veya boş bırakma	Doğru Cevap – Yanlış Gerekçe	1
		Yanlış Cevap – Yanlış Gerekçe	0

Yukarıda ifade edilen değerlendirme biçiminde dikkat edilmesi gereken noktalardan biri, testin çoktan seçmeli içerik kısmına yanlış cevap verilmesine karşın doğru gerekçe ileri sürüldüğü takdirde 2 puan, buna karşın doğru cevap-yanlış gerekçe ileri sürdüklerinde 1 puan verilmesidir. Palmer (1998)'in belirttiği gibi çoktan seçmeli testlerle yapılan ölçümlerde sorunun yapısına göre, bilinmediği halde yanlışlıkla doğru cevabın ve bilindiği halde yanlış cevabın verilme olasılığı vardır. Bundan dolayı çoktan seçmeli içerik aşamasına doğru cevabı verip onunla ilgili doğru gerekçe ileri süremeyen birey ya yüzeysel anlamaya sahiptir ya da yanlışlıkla doğru cevabı işaretlemiş olabilir. Öğrenci anlamalarının belirlendiği bir çalışmada bu şekildeki bir cevabın tam puanın yarısından daha düşük bir puan almasının uygun olacağı düşünülmektedir. Benzer şekilde öğrenciler yanlışlıkla doğru olmayan seçeneği işaretlemelerine rağmen soruyla ilgili doğru gerekçe ileri sürebilirler. Bu durum öğrencinin konuyla ilgili muhakeme yeteneğinin dolayısıyla anlama düzeyinin yüksek

olduğunu gösterdiğinden böyle bir cevaba verilecek puanın tam puanın yarısından fazla olmasının daha uygun olacağı düşünülmektedir.

### **İki Aşamalı Testlerin Kullanım Alanları**

Bu yöntemin en büyük avantajı, öğrencilerin anlamalarını ve varsa kavram yanlışlarını tespit etmeye imkan sağlamasıdır. Öğretmenler iki aşamalı testlerin bu özelliklerinden yararlanarak yeni bir konuya başlamadan önce, günümüz modern öğrenme kuramlarından olan bütünleştirici öğrenme kuramına uygun bir şekilde, öğrencilerin ön bilgilerini rahatlıkla test edebilirler. Elde ettikleri bu bilgilere dayanarak öğrenme ve öğretme stratejilerini belirleyip, öğrenci zihninde oluşan kavram yanlışlarını giderebilirler (Peterson ve diğ., 1989). Alandaki araştırmacılar ise, öğrencilerin anlama düzeylerini ve kavram yanlışlarını tespit etmek amacıyla bu testlerden büyük ölçüde yararlanabilirler.

Bu testlerin öğretmen ve araştırmacıların kullanımları açısından bir diğer olumlu yönü ise şekillendirici (formative) ve tamamlayıcı (summative) değerlendirmeye elverişli oluşudur. Bu yönüyle test, konu işlendikten hemen sonra öğrencilere dağıtılarak onların anlama düzeyleri belirlenebilir ve böylelikle yeni düzenlemelere gidilebilir. Ya da yine bu testler sayesinde ders esnasında öğrenme ve öğretme amacıyla kullanılan yöntem ve tekniklerin etkililiği araştırılabilir. Ayrıca bu tip testler konu sonunda verilebileceği gibi ders işleniş esnasında dağıtılıp öğrencilerden 3-4'lü gruplar halinde soruların gerekçeleri üzerinde tartışmaları istenerek kendi bilgilerini yapılandırılmaları sağlanabilir (Haslam & Treagust, 1987; Tyson ve diğ., 1999).

Ayrıca etkili kavram öğretimini ve kavramsal değişimi gerçekleştirmek için konu veya kavram bazında etkinlik, materyal veya eğitim programları geliştirilirken öğrencilerin ön bilgilerinin bilinmesi ve dikkate alınması gerekmektedir. Böyle bir amacı olan araştırmacılar veya öğretmenlerin iki aşamalı testleri, geliştirecekleri materyalin hitap edeceği örneklem kitlelerine, uygulayıp öğrenci yanlışlarını kolayca belirleyebilirler. Bu sayede daha sonra geliştirecekleri materyalleri, iki aşamalı testlerden, elde edilen bu verilere dayanarak hazırlamaları uygun bir yöntem olacaktır.

### **SONUÇLAR VE ÖNERİLER**

Günümüzde fen eğitimcileri tarafından yaygın bir şekilde kabul gören bütünleştirici (constructivist) öğrenme teorisi, öğrencilerin ön bilgi, tutum ve inanışlarından yola çıkılarak, yeni kavramın sahip olunan bu ön bilgilerle öğrencilerin kendi zihinlerinde farklı şekillerde yapılandırılacağını savunmaktadır. Başka bir ifadeyle bu teoriye göre, öğretmenin zihninde bulunan bilgilerin öğrencilerinkine, hiçbir değişikliğe uğramadan aktarılamayacağı bunun tersine bilginin öğrencinin kendi zihninde ve kendi ön bilgileri doğrultusunda yapılandırılacağı görüşü hakimdir (Bodner 1986; Bodner, 1990; Ayas, 1995). Bu teoride önemli bir nokta, öğrencilerin, aile, çevre veya daha kapsamlı olarak içinde davranmakta oldukları kendi kültürlerinden gelen, önceki fikir, inanç ve tutumlarının sonraki öğrenmelerine temel oluşturacağına

inanılmasıdır (Osborne and Wittrock, 1983). Bu nedenle günümüzde gerçekleştirilen program ya da mikro düzeydeki materyal geliştirme çalışmalarında öğrencilerin ön bilgi ve kavramlarına özel önem verilmektedir. Bu bağlamda iki aşamalı testler, yukarıda bahsedildiği şekilde, araştırmacılar tarafından, bütün fen konu ve kavramlarıyla ilgili geliştirilip uygulanabilir. Böylece öğrencilerin ön bilgilerini dikkate alan ve bunların arasında yanlış olanlarını değiştirmeyi amaçlayan program geliştirme çalışmalarına katkıda bulunulmuş olur.

Çalışmalarında iki aşamalı testleri ilk olarak kullananlardan Haslam & Treagust (1987) ve Peterson ve arkadaşları (1989), fen kavram ve olgularını öğrencilerin anlamalarını ve bunlarla ilgili kavram yanlışlarını belirlemede mülakatların çok önemli bir yere sahip olduğunu ifade etmekle birlikte kullanımı için bazı sınırlılıklara sahip olduğunu belirtmişlerdir. Bu sınırlılıklara; bireysel mülakatların gerçekleştirilmesi için zamana olan ihtiyaç ya da pek çok öğretmenin mülakat gerçekleştirme, kaydetme, kayıtları yazıya dökme ve bulguları yorumlamayla ilgili tecrübesi ve eğitiminin olmaması örnek verilebilir. Mülakatın bu sınırlılıklarını çoktan seçmeli testlerin kapattığı ifadelerine yer veren araştırmacılar, çoktan seçmeli testlerde öğrencilerin muhakeme yapmasına yönelik herhangi bir içeriğin olmadığına vurgu yapmaktadırlar. Oysa iki aşamalı testlerde, öğrencilerin muhtemel yanlışlarının orijiniyle ilgili bilgi edinilmesini sağlayacak ikinci bir aşama daha vardır. Kısaca özetlemek gerekirse, güvenilir ve geçerli standart kağıt-kalem testleri öğretmenlere öğrencilerinin varolan kavram yanlışlarını ve onların orijini belirlemede büyük kolaylıklar sağlamakta ve böylece öğretmenlerin derslerinde uygun alternatif öğretme-öğrenme yaklaşımlarını geliştirebilmelerinde ya da kullanabilmelerinde yardımcı olmaktadır.

İki aşamalı testlerin geliştirilmesi zaman ve emek istemektedir. Bu bakımdan bu testlerin kullanışsız olduğu düşünülebilir. Ancak, böyle bir standart test geliştirildikten sonra yapılması gereken ise onun çoğaltılıp uygulanması ve analiz edilmesidir. Daha önce belirtildiği gibi iki aşamalı çoktan seçmeli testlerin analizleri oldukça pratik bir şekilde gerçekleştirilebilmektedir. Dolayısıyla bu testler bir kez geliştirildikten sonra öğretmen, araştırmacı, idareci gibi istenilen herkes tarafından gerekli görüldüğü her durumda kullanılabilir. Başka bir ifadeyle, iki aşamalı testler geliştirildikten sonra belirli bir amaç doğrultusunda istenilen kişiler tarafından birçok kez kullanılabilirdiği için zaman bakımından da oldukça pratik bir konuma sahiptir. Özetlersek, bu testlerin geliştirilme aşamaları, her ne kadar zaman alıcı ve zor olsa da bir kere geliştirildikten sonra yukarıda bahsedilen amaçlar için eğitim-öğretim faaliyetlerinde defalarca kullanılabilir. Ayrıca, öğretmenlerin derslerinde çeşitli şekillerde kullanmaları için çoğaltılması, uygulanması ve analizleri kolay olan pratik bir ölçme aracı elde edilmiş olur.

**KAYNAKLAR**

- Ayas, A. (1995). *Fen Bilimlerinde Yeni Program Geliştirme ve Uygulama Teknikleri: İki Çağdaş Yaklaşımın Değerlendirilmesi*, **Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi**, 11, 149-155.
- Ayas, A., Karataş, F. Ö., Ünal, S. ve Çalık, M. (2001). *Gazlar Konusu İle İlgili BDÖ Yazılımlarının Yeterliliklerinin Araştırılması*, **Yeni Bin Yılın Başında Türkiye'de Fen Eğitimi Sempozyumu**, Bildiriler Kitabı, s 221-228, İstanbul.
- Bodner, G.M. (1986). *Constructivism: A Theory of Knowledge*, **Journal of Chemical Education**, 63 (10), 873-878.
- Bodner, G.M. (1990). **Why Good Teaching Fails and Hard-working Students Do Not Always Succeed?**, *Spectrum*, 28(1), 27-32.
- Champagne, A. B., Klopfer, L. E. and Anderson, J. H. (1980). *Factors Influencing the Learning of Classical Mechanics*, **American Journal of Physics**, 48, 9.
- Coştu, B. (2002). *Ortaöğretim Farklı Seviyelerindeki Öğrencilerin Buharlaşma Yoğunlaşma ve Kaynama Kavramlarını Anlama Düzeylerine İlişkin Bir Çalışma*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Doran, R. L., (1972). *Misconception of Selected Science Concepts Held by Elementary School Students*, **Journal of Research in Science Teaching**, 9 (2),127-137.
- Driver, R., (1989). *Students'Conceptions and the Learning of Science*, **International Journal of Science Education**, 11, 481-490.
- Driver, R. (1991). **The Pupils as Scientist?**, Open University Press, Bristol, USA.
- Driver, R., & Easley, J. (1978). *Pupils and paradigms: a review of literature related to concept development in adolescent science students*. **Studies in Science Education**, 5, 61-84.
- Champagne, A. D., Gunstone, R. F., Klopfer, L. E. (1983). *Naive Knowledge and Science Learning*, **Research in Science and Technology Education**, 1(2), 173-183.
- Ebenezer, J.V. & Fraser, D.M. (2001). *First Year Chemical Engineering Students' Conceptions of Energy in Solution Process: Phenomenographic Categories for Common Knowledge Construction*. **Science Education**, 85, 509-535.
- Garnett, P.J. & Treagust, D.F. (1992). *Conceptual Difficulties Experienced by Senior High School Students of Chemistry: Electrochemical (Galvanic) and Electrolytic Cells*, **Journal of Research in Science Teaching**, 29, 10, 1079-1099.
- Griffiths, A.K., Preston, K. R. (1992). *Grade - 12 Students' Misconceptions Relating to Fundamental Characteristics of Atoms and Molecules*, **Journal of Research in Science Teaching**, 29, 6, 611-628.
- Gunstone, R. F. (1990). *Children's Science: A Decade of Developments in Constructivist views of Science Teaching and Learning*, **The Australian Science Teachers Journal**, 36 (4), 1990.
- Gussarsky, E. & Gorodetsky, M. (1990). *On the Concept Chemical Equilibrium: The Associative Framework*, **Journal of Research in Science Teaching**, 27, 3, 197-204.
- Haslam, F. & Treagust, D. F. (1987). *Diagnosing Secondary Students' Misconceptions of Photosynthesis and Respiration in Plants Using a Two-Tier Multiple Choice Instrument*, **Journal of Biological Education**, 21, 3, 203-211.
- Horton, P.B., Mcconney, A.A., Gallo, M., Woods, A.L., Senn, G., & Hamelin, D. (1993). *An investigation of the effectiveness of concept mapping as an instructional tool*. **Science Education**, 77, 1, 95-111.

- Karataş, F.Ö. (2003). *Lise 2 Kimyasal Denge Konusunun Öğretiminde Bilgisayar Paket Programları İle Klasik Yöntemlerin Etkililiğinin Karşılaştırılması*, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Trabzon.
- Liew, C.W. & Treagust, D.F. (1998). *The Effectiveness of Predict-Observe-Explain Tasks in Diagnosing Students' Understanding of Science and in Identifying Their Levels of Achievement*, Paper Presented at the Annual Meeting of The American Educational Research Association, San Diego.
- Mann, M., Treagust, D. F. (1998). *A Pencil and Paper Instrument to Diagnose Students' Conception of Breathing, Gas Exchange and Respiration*, **Australian Science Teachers Journal**, 44, 2, 55-59.
- Martinez, M. N., Solano, I. ve Gomez, E. J. (2001). *Characteristic of the Methodology Used to Describe Student's Conceptions*, **International Journal of Science Education**, 23, 7, 663-690.
- Mitchell, I. J. & Gunstone, G.F. (1984). *Some Student Conception Brought to the Study of Stoichiometry*, **Research in Science Education**, 14, 78-88.
- Mike, M., & Treagust, D. F. (1998). *A Pencil and Paper Instrument to Diagnose Students' Conceptions of Breathing, Gas Exchange and Respiration*, **Australian Science Teachers Journal**, 44 (2), 55-60.
- Mintzes, J. J., Wandersee, J. H., Novak, J. D. (2001). *Assessing Understanding in Biology*, **Journal of Biological Education**, 35, 3, 118-125.
- Novak, J. D., Gowin, D. B. (1993). **Learning How to Learn**, Cambridge University Press, New York, 1984.
- Odom, A. L., Barrow, H. L. (1995). *Development and Application of a Two-Tier Diagnostic Test Measuring College Biology Students' Understanding of Diffusion and Osmosis after a Course of Instruction*, **Journal of Research in Science Teaching**, 32, 1, 45-61.
- Osborne, R. J. & Cosgrove, M. M. (1983). *Children's conceptions of the changes of state of water*, **Journal of Research in Science Teaching**, 20, 9, 825-838.
- Osborne, R. J., Freyberg, P. (1985). **Learning in Science the Implications of Children's Science**, Published by Heinemann Education.
- Osborne, R. J. & Gilbert, J. (1980). *A Method for the Investigation of Concept Understanding in Science*, **European Journal of Science Education**, V.2 (3): 311-321.
- Osborne, R. J. & Wittrock, M. C. (1983). *Learning Science: A Generative Process*, **Science Education**, 67, 4, 489-508.
- Özçelik, D. A. (1998). **Ölçme ve Değerlendirme**, ÖSYM Yayınları, Yükseköğretim Kurulu Matbaası, Ankara.
- Palmer, D. (2001). *Students' Alternative Conceptions and Scientifically Acceptable Conceptions About Gravity*, **International Journal of Science Education**, 23, 7, 691-706.
- Palmer, D. H. (1998). *Measuring Contextual Error in the Diagnosis of Alternative Conceptions in Science*, **Issues in Educational Research**, 8, 1, 65-76.
- Peterson, R. F. & Treagust, D. F. (1989). *Grade-12 Students' Misconception of Covalent Bonding and Structure*, **Journal of Chemical Education**, 66, 6, 459-460.
- Peterson, R.F., Treagust, D.F., & Garnett, P.J. (1989). *Development and Application of a Diagnostic Instrument to Evaluate Grade-11 and -12 Students' Concepts of*

- Covalent Bonding and Structure Following a course of Instruction*, **Journal of Research in Science Teaching**, 26, 4, 301-314.
- Schoon, J.K., Boone, J.W. (1998). *Self – Efficacy and Alternative Conceptions of Science of Preservice Elementary Teachers*, **Science Education**, 82, 553-568.
- Smith, K.J. ve Metz, P.A. (1996). *Evaluating Student Understanding of Solution Chemistry through Microscopic Representations*. **Journal of Chemical Education**, 73, 3, 1996.
- Taber, K. S. (1999). *Ideas about Ionisation Energy: A Diagnostic Instrument*, *School Science Review*, 81, 295, 97-104.
- Tamir, P. (1971). *An alternative Approach to the Construction of Multiple Choices Test Items*, **Journal of Biological Education**, 5, 223-235.
- Tan, K. C. D., Goh, K. N., Chia, S. L. & Treagust, D. F. (2002). *Development and Application of a Two-Tier Multiple Choice Diagnostic Instrument to Assess High School Students' Understanding of Inorganic Chemistry Qualitative Analysis*, **Journal of Research in Science Teaching**, 39, 4, 283-301.
- Treagust, D.F. (1988). "Development and Use of Diagnostic Tests to Evaluate Students' Misconception in Science", **International Journal of Science Education**, 10, 2, 159-169.
- Turgut, M. F. (1995). **Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme Metotları**, Yargıcı Matbaası, Ankara.
- Tyson, L., Treagust, D. F., Bucat, R. B. (1999). *The Complexity Teaching and Learning Chemical Equilibrium*, **Journal of Chemical Education**, 76, 4, 554-558.
- Voska, K. W., Heikkinen, H. W. (2000). *Identification and Analysis of Student Conception Used to Solve Chemical Equilibrium Problems*, **Journal of Research in Science Teaching**, 37, 2, 160-176.
- White, R.T. & Gunstone, R.F. (1992). **Probing Understanding**, The Falmer Press, London.

**EK 1****Çoktan seçmeli iki aşamalı test maddeleri**

1. Aşağıda verilen gazlardan hangisi ya da hangileri ışık enerjisinin hiç olmadığı bir ortamda yeşil bitkiler tarafından büyük miktarlarda alınır?  
I. Karbon dioksit II. Azot III. Oksijen

Bu seçeneği seçmemin nedeni, bu gazın..... kullanıyor olmasıdır.

- a. Yeşil bitkilerde her zaman meydana gelen fotosentezde  
b. Yeşil bitkilerde ışık enerjisinin olmadığı zamanlarda meydana gelen fotosentezde  
c. Yeşil bitkilerde ışık enerjisinin olmadığı zamanlarda meydana gelen solunumda  
d. Yeşil bitkilerde her zaman meydana gelen solunumda  
e. ....

2. Aşağıdakilerden hangisi HF molekülünde ortaklaşa kullanılan elektron çiftini en iyi gösterir?  
I. H :F II. H : F

Nedeni,

- a. Bağ oluşturmeyen elektronlar ortaklaşa kullanılan veya bağ elektronlarının buldukları yeri etkiler  
b. Hidrojen ve Flor kovalent bağ oluşturdıkları için elektron çiftini eşit olarak paylaşırlar.  
c. Florün elektron ilgisi daha yüksek olduğundan ortaklaşa kullanılan elektronları daha fazla çeker.  
d. Flor Hidrojene göre daha büyük olduğu için ortaklaşa kullanılan elektronlar üzerinde Florün daha büyük etkisi vardır.

**Sınıflama gerektiren iki aşamalı testler**

3. Kandaki CO<sub>2</sub> miktarındaki artış daha hızlı nefes alıp vermemize neden olur.  
I. Doğru II. Yanlış  
a. Oksijene olan ihtiyaç nefes alıp-vermemize neden olur. Oksijen az olduğunda bu fark edilir ve böylece daha hızlı ve derin soluk alıp veririz. Oksijen ne kadar azsa soluk alıp vermede o kadar hızlıdır.  
b. Kandaki CO<sub>2</sub> miktarı beyin tarafından algılanır ve beyin bu durum daha derin ve hızlı nefes almamız için bizi uyarır.  
c. Yalnızca gerekli olan ihtiyaçlarımızı belirler ve gidermeye çalışırız. Oksijen miktarı ihtiyacımızdan az olduğunda onu arttırmaya çalışırız. Bu yüzden daha fazla oksijen alabilmek için daha hızlı nefes alıp veririz.

- d. CO<sub>2</sub> miktarındaki artış oksijen miktarındaki azalmayı gösterir. Daha fazla oksijen almak için daha derin ve hızlı nefes alıp veririz.
- e. ....

**Açık uçlu iki aşamalı testler**

4.  $X_2(g) + 3Y_2(g) \rightleftharpoons 2XY_3(g)$  reaksiyonu için, 100°C'deki  $K_d=4$  ve 500°C'deki  $K_d=0,5$  olduğuna göre aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

- A) Reaksiyonda sıcaklık artınca denge sağa kayar.  
B) Reaksiyon ekzotermik bir reaksiyondur.  
C) Sıcaklık azalınca denge girenler yönüne kayar.  
D) Sıcaklık artınca XY<sub>3</sub>'ün kararlılığı artar.  
E) Reaksiyonda ürünlerin entalpileri toplamı girenlerinkinden büyüktür.  
Sebebini açıklayınız.....