



ISSN:1306-3111
e-Journal of New World Sciences Academy
2008, Volume: 3, Number: 2
Article Number: A0074

NATURAL AND APPLIED SCIENCES
CHEMISTRY EDUCATION

Received: September 2007
Accepted: February 2008
© 2008 www.newwsa.com

Emine Güler Akgemci
Ahmet Özgür Saf
Haluk Bingöl
Selda Kılıç
University of Selçuk
egakgemci@gmail.com
Konya-Turkiye

KİMYA PROBLEMLERİNİN ÇÖZÜMÜNE ÇEVİRME FAKTÖRÜ KULLANIMININ ETKİSİ

ÖZET

Bu çalışma, algoritmik kimya problemlerinin doğru çözümüne çevirme faktörü kullanımının etkisini araştırmak için yapılmıştır. Bunun için, temel kimya problemleri içeren 25 soruluk çoktan seçmeli bir test, Genel Kimya dersi alan Selçuk Üniversitesi Eğitim Fakültesi Biyoloji Eğitimi Anabilim Dalı ve İlköğretim Matematik Eğitimi Anabilim Dalı öğrencileri ile Analitik Kimya konularını içeren Kimya-III dersi alan Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı öğrencilerine uygulandı. Bu uygulama 2006-2007 öğretim yılı güz döneminde okuyan toplam 134 öğrenciyle gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, Kimya Eğitimi Anabilim Dalı 5. sınıfta okuyan 30 öğrenciyle, kimya problemlerinin çözümünde kullanılan bu metodun olumlu ve olumsuz yönleriyle ilgili yazılı ve sözlü mülakatlar gerçekleştirilmiştir. Verilerin analizi, öğrencilerin kimya problemlerinin çözümünde çevirme faktörü kullanmalarının problemleri anlayarak çözmelerine ve birim hatalarını minimuma indirmelerine katkıda bulunduğu sonucunu ortaya çıkarmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kimya Eğitimi, Problem Çözme,
Çevirme Faktörü, Kimya

EFFECT OF THE USE OF CONVERSION FACTOR IN THE SOLUTION OF CHEMISTRY PROBLEMS

ABSTRACT

This study has been performed to investigation the effect of the use of conversion factor, in the correct solution of algorithmic chemistry problems. With this aim, multiple choice test including 25 questions about general chemistry has applied to the students who took General Chemistry Lesson in Selçuk University Education Faculty in Biology, Primary Education Maths Departments and to the students of Science Department who took Chemistry III Lesson which includes Analytical Chemistry subjects. This application has been performed with 134 students in total at first term of 2006-2007 academic years. Also, written and oral interviews have been carried out with 30 fifth-class students of Chemistry Education Department about the negative and positive aspects of this method used in the solution of chemistry problems. The analysis of the data inferred from that helped the students to solve understanding the chemistry problems and minimize their mistakes about units.

Keywords: Chemistry Education, Solving Problem,
Conversion Factor, Chemistry

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Eğitimin amacı, ezberden çok kavrayarak öğrenme, karşılaşılan yeni durumlarla ilgili problemleri çözebilme ve bilimsel yöntem süreci ile ilgili becerileri kazandırmak olmalıdır [1].

Problem çözme bilimsel bir süreçtir. Bu süreç, problemle ilgili bilgileri ve becerileri işe koşmayı, plan yapmayı, bu planı en uygun şekilde uygulamayı ve problemi en iyi çözen cevabı bulmayı içerir. Yani üst düzey zihinsel becerileri gerektirir. Bilgi ve becerilerin amaca ulaşmak için kullanımını problem çözme süreci olarak açıklanabilir [2]. Problem çözme, istenilen amaca varabilmek için etkili ve yararlı olan araç ve davranışları çeşitli imkânlar arasından seçme ve kullanmadır [3].

Problem çözümü, problemin türü ve karmaşıklığına göre değişir. Bazı problemler, tamamen mantık yoluyla çözülür. Kimya derslerinde başarı elde edilebilmesi için, problemlerin doğru çözülmesi çok önemlidir. Ancak öğrencilerin çoğu kimya problemlerini çözmeye zorluklar yaşamaktadırlar. Kimya problemlerini algoritma ağırlıklı ve kavram ağırlıklı olmak üzere iki sınıfta toplayabiliriz [4-5].

Algoritma, problemin amacını başarmak için sırasıyla yapılan bir seri işlem basamağı şeklinde tanımlanmıştır [6]. Kimya problemlerinin çözümünde çevirme faktörünün kullanımı kimyacılar arasında yaygın olarak kullanılan algoritmik bir yaklaşımdır [5]. Problem çözmenin önemli bir parçasını oluşturan algoritmaları kullanmak, öğrenciler için zor değildir. Öğretmenler, özellikle hazırlama ve değerlendirme kolaylığı olması nedeniyle çoğunlukla algoritmik problemleri yani matematiksel işlemlerin yer aldığı problemleri seçmektedirler. Ancak öğrenciler birden fazla algoritma kullanımı gerektiren problemleri çözerken karışık bir strateji kullandıkları için güçlük çekerler [7].

Orta öğretim öğrencilerinin kimya derslerindeki problem çözme güçlüklerini tespit etmek amacıyla yapılan çalışmada verilen cevapların analizinden öğrencilerin kimya problemlerini çözmeye yaşadıkları en önemli sorunun problemi anlama basamağında olduğu belirtilmiştir [8].

Üniversite öğrencilerinin çeşitli kimya konularında karşılaştıkları problemlerin çözümünde kavramsal öğrenmeleri ile matematiksel işlem gerektiren soruları çözme yetenekleri arasında anlamlı bir ilişki olduğunu tespit edilmiştir. Kimya eğitiminde birçok öğrenci konuları ve kavramları anlamadan denklem ve formülleri ezberlemekte, buna karşın kavramsal soruları cevaplayamamaktadır [9].

Kimya öğrencilerinin analitik kimya problemlerini çözerken karşılaştıkları güçlükleri tespit etmek ve bu güçlüklerin nedenlerini incelemek amacıyla gerçekleştirilen çalışmada öğrencilerin problem çözme becerilerinin geliştirilmesi, başarının arttırılması ve analitik kimya problemlerinin çözüm yaklaşımları ile ilgili bazı önerilerde bulunulmuştur [10]. Diğer bir çalışmada kimya öğretmenlerinin analitik kimya problemlerini çözmeye izledikleri stratejiler tespit edilerek, problem çözümlerini anlamlandırmak ve kalıcı olmasını sağlamak için bazı önerilerde bulunulmuştur [11].

Kimya çalışmalarının önemli bir kısmı problem çözme metotlarını öğrenmeyi içerir. Her problemin kendine has bir çözümü olmasına rağmen problem çözümlerinde genel bir kalıp uygulamak daha faydalıdır. Bu kalıplardan biri de, çevirme faktörünün kullanıldığı aşağıdaki kalıptır [12].

$$\underbrace{\text{Aranan bilgi}}_{\text{istenen birimlerle}} = \underbrace{\text{çevirme faktörü}}_{\text{kavram ya da birimlerle ilgili faktör ya da faktörler}} \times \text{verilen bilgi}$$

Bir çevirme faktörünün birimleri gerekli götürmeyi sağlayacak şekilde yazılmalıdır. Birimlerin götürülmesi önemli olduğundan bu



problem çözme metoduna çoğu kez boyut analizi ya da birim analizi adı verilir [13]. Çoğu kimya problemi bir veya daha fazla çevirme faktörü kullanılarak çözülebilir.

2. ARAŞTIRMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

Bu araştırma, genel kimya ve analitik kimya problemlerinin çözümünde formül kullanma ve orantı yoluyla problemi çözme yerine çevirme faktörü kullanarak problemlerinin doğru çözümüne etkilerini araştırmak ve bu metodun olumlu ve olumsuz yönlerini tartışmak için yapılmıştır.

3. YÖNTEM (PROCEDURE)

3.1. Evren ve Örneklem (Universe and Sample)

Bu araştırmanın evrenini Eğitim Fakültesinin kimya dersi alan öğrencileri oluşturmaktadır. Örneklemi ise Selçuk Üniversitesi Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Eğitiminde okuyan 80, İlköğretim Matematikte okuyan 25, Biyoloji Eğitiminde okuyan 29 olmak üzere toplam 134 öğrenci oluşturmaktadır.

3.2. Uygulanan Testler (Applied Tests)

Hem orantı, hem formül, hem de çevirme faktörüyle çözülebilecek türden kimya problemlerinden oluşan 4 seçenekli çoktan seçmeli 25 soruluk bir test hazırlanmıştır. Problemler daha çok stokiyometri, konsantrasyon ve mol kavramı gibi hem genel kimyada hem de analitik kimyada yer alan konulardan seçilmiştir. Bu test, çevirme faktörü verilmeden önce öğrencilerin formül ve orantı yoluyla bu problemleri çözmedeki başarılarını ölçmek amacıyla ön test ve çevirme faktörü verildikten sonraki başarılarını ölçmek amacıyla da son test olarak verilmiştir. Ayrıca birinci sınıfta Genel Kimya dersi almış olup, ikinci sınıfta Analitik Kimya konularını içeren Kimya-III dersi alan Fen Bilgisi öğrencilerine de aynı test uygulanmıştır. Fen Bilgisi öğrencileri iki şube olup, A şubesinin birinci sınıfta, genel kimya dersi alırken kimya problemlerini sadece çevirme faktörüyle çözmeleri istenmiş, B şubesi ise problem çözümünde istediği yolu seçmekte serbest bırakılmıştır. Testin güvenilirliğini belirlemek amacıyla Genel Kimya dersini başarmış, Biyoloji, Fen Bilgisi ve ilköğretim Matematik bölümlerinin üst sınıflarında okuyan öğrencilere uygulanmış ve güvenilirliği 0,75 olarak bulunmuştur.

3.3. Mülakatlar (Interviews)

Genel Kimya ve Analitik Kimyadan başarılı olmuş, Kimya Öğretmenliği son sınıf öğrencileriyle sözlü ve yazılı mülakatlar gerçekleştirilerek öğrencilere (toplam 30), kimya problemi çözmede çevirme faktörü kullanmanın olumlu ve olumsuz yönleri sorulmuş ve cevaplar değerlendirilmiştir. Mülakatlar değerlendirilirken, çoğunluğun katıldığı olumlu ve olumsuz görüşler dikkate alınmıştır.

3.4. Verilerin Analizi (Analysis of Data)

Çevirme faktörü verilmeden ve verildikten sonra doğru problem çözmede anlamlı bir farklılık olup olmadığını araştırmak için t-testi, gruplar arası farklılıkları yorumlamak için Tukey testi uygulanmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMALAR (FINDINGS AND DISCUSSIONS)

Araştırmada sorulan çoktan seçmeli sorular Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Çalışmada uygulanan çoktan seçmeli sorular
(Table 1. Multiple choice test questions applied in research)

1. Bir otoyolda hız sınırı 36 km/saat'tir. Bu değer m/s'ye çevrildiğindeki değeri aşağıdakilerden hangisidir? A) 0,036 B) 10 C) 36 D) 10000
2. 10 milisaniye kaç nanosaniyedir? (1 ns=1×10 ⁻⁹ s) A) 1×10 ⁷ B) 1×10 ⁸ C) 1×10 ⁹ D) 1×10 ¹⁰
3. Kütlece %63'lük HNO ₃ 'ün sulu çözeltisinin öz kütlesi 1,4 g/mL'dir. Bu çözeltinin derişimi kaç molarıdır? (M _{HNO3} : 63 g/mol) A) 14 B) 1,4 C) 0,014 D) 1,4×10 ³
4. Kütlece %20 sofrata tuzu içeren 300 g tuz-su çözeltisi içerisinde kaç g NaCl çözülmüştür? A) 10 B) 50 C) 60 D) 75
5. 1000 mL 1 M CaCl ₂ çözeltisi hazırlamak için %11,1 saflıkta (kütlece) katı CaCl ₂ 'den kaç g kullanılmalıdır? (M _{CaCl2} =111 g/mol) A) 0,1 B) 1×10 ³ C) 1×10 ⁻³ D) 1,11
6. 12 kırat elmasa kaç tane C atomu vardır? (Elmas saf karbondur ve 1 kırat 0,2 g'dır. M _C :12 g/mol, Avogadro sayısı:6,02×10 ²³) A) 1×10 ²² B) 1,2×10 ²³ C) 3,1×10 ²³ D) 0,5×10 ²³
7. İnsan vücudunun %0,004'ü demir olduğuna göre 100 Lb ağırlığında bir insanda kaç g demir bulunur? (1 Lb=453,6 g) A) 5,12 B) 4,53 C) 2,45 D) 1,81
8. 1 Angstrom (Å)=10 ⁻⁸ cm'dir. 500 Å kaç nanometredir? (1 nanometre=10 ⁻⁹ m) A) 50 B) 5×10 ⁻⁶ C) 5×10 ² D) 5×10 ⁻⁴
9. 0,207 cm ³ hacmindeki küçük bir kurşun parçasında kaç tane kurşun atomu vardır? (d=10 g/cm ³ , M _{Pb} =207 g/mol) A) 3,01×10 ²¹ B) 1,2×10 ²¹ C) 3,46×10 ²¹ D) 6,02×10 ²¹
10. 500 mL sıvı brom örneğinin kütlesi 1,5 kg'dır. Sıvı bromun g/L cinsinden yoğunluğu nedir? A) 3 B) 3000 C) 3×10 ⁻⁶ D) 30
11. Yoğunluğu 1,1 g/mL olan (20 °C'de) etilen glikol'ün 2,2 kilogramının kapladığı hacim kaç litredir? A) 2000 B) 2 C) 2,2 D) 2×10 ⁻³
12. Klor aşağıdaki tepkime ile elde edilir. MnO ₂ + 4HCl → MnCl ₂ + Cl ₂ + 2H ₂ O 0,87 gram MnO ₂ ile tepkimeye girecek 100 mL HCl'nin molaritesi ne olmalıdır? (1 mol MnO ₂ =87 g) A) 1×10 ⁻³ B) 4×10 ⁻³ C) 0,4 D) 1×10 ⁻²
13. Bir gaz örneğindeki karbon monoksit miktarı aşağıdaki tepkime kullanılarak belirlenebilir. I ₂ O ₅ + 5CO → I ₂ + 5CO ₂ Eğer gaz örneği 0,1 mol I ₂ açığa çıkarıyorsa bu örnekte kaç gram CO vardır? (M _{CO} =28 g/mol) A) 28 B) 10 C) 2,8 D) 14
14. %3,5 NaCl içeren deniz suyu kuruluğa kadar buharlaştırılarak 70 gram NaCl elde edilecektir. Bu amaçla kaç L deniz suyu alınmalıdır? (d _{deniz suyu} =1,02 g/mL) A) 2 B) 4 C) 3 D) 200
15. Kütle hacme oranlanmasıyla bulunan yoğunluk çeşitli birimlerle ifade edilebilir. Verilen bir maddenin yoğunluğunun sayısal değeri g/cm ³ , kg/m ³ , kg/dm ³ , g/m ³ cinsinden ifade edildiğinde hangisi en büyük olacaktır? A) g/cm ³ B) kg/m ³ C) kg/dm ³ D) g/m ³



<p>16. HCl'nin CaO ile olan tepkimesi aşağıdaki gibidir. Buna göre 3,65 g HCl'nin tamamen tepkimeye girebilmesi için gerekli olan CaO miktarı ne kadardır? ($M_{CaO}=56$ g/mol, $M_{HCl}=36,5$ g/mol)</p> $CaO + 2HCl \rightarrow Ca^{2+} + 2Cl^{-} + H_2O$ <p>A) 2,8 B) 4,6 C) 8,4 D) 11,2</p>
<p>17. 32 mL etanol üzerine yeterince saf su ilave edilerek 790 mL lik bir çözelti hazırlanıyor. Çözeltinin etanol konsantrasyonu kaç molardır? ($d_{etanol}=0,79$ g/mL, $M_{etanol}=32$ g/mol)</p> <p>A) 1 B) 0,79 C) 0,32 D) 0,1</p>
<p>18. Bir sodyum buharı lambasından yayılan ışığın büyük bir bölümü 600 nm dalga boyuna sahiptir. Bu ışığın frekansı kaç s^{-1}'dir? (Işık hızı=3×10^8 m, $1nm=1 \times 10^{-9}$ m, Işık hızı=frekans×dalga boyu)</p> <p>A) 5×10^{14} B) 5×10^{18} C) 5×10^{-14} D) 5×10^{-18}</p>
<p>19. Magnezyumun özkütlesi $1,74$ g/cm³'tür. 17,4 kg magnezyumun hacmi kaç dm³'tür.</p> <p>A) 10 B) 100 C) 1000 D) 10000</p>
<p>20. 0,464 kg Ag₂O'in bozunmasından kaç mol Ag elde edilir? (1 mol Ag₂O≈232 g)</p> $Ag_2O(k) \rightarrow 2Ag(k) + 1/2 O_2(g)$ <p>A) 2 B) 4 C) 1 D) 8</p>
<p>21. $2Al(k) + 6 HCl(aq) \rightarrow 2AlCl_3(aq) + 3H_2(g)$ kütlece %36'lık HCl çözeltisinin yoğunluğu 1,5 g/mL dir. Yukarıdaki tepkimeye göre 2,7 g Al ile tepkime vermek üzere, bu çözeltiden kaç mL almak gerekir? ($M_{Al}=27$ g/mol, $M_{HCl} \approx 36$ g/mol)</p> <p>A) 66 B) 2 C) 40 D) 20</p>
<p>22. Aşırı AgNO₃(aq) içine 0,1 M 10 mL K₂CrO₄ çözeltisi ilave ediliyor. Çöken Ag₂CrO₄ 'ün kütlesi nedir? (1 mol Ag₂CrO₄≈332 g/mol)</p> $K_2CrO_4(aq) + 2AgNO_3(aq) \rightarrow Ag_2CrO_4(aq) + KNO_3(aq)$ <p>A) 0,664 B) 6,64 C) 0,332 D) 33,2</p>
<p>23. Bir ticari fosfat numunesinden alınan 0,31 gramlık bir numune organik maddeleri parçalamak için akkor haline gelinceye kadar yakılıyor. Sonra kalıntı sıcak HCl ile muamele edilerek P, H₃PO₄'e dönüştürülüyor. P iyonlarının MgNH₄PO₄.6H₂O halinde çöktürmek için önce NH₃ ve daha sonra Mg²⁺ eklenip oluşan çökelek süzülüyor ve yıkanıyor. Bu çökelek 100°C de ısıtılarak Mg₂P₂O₇ (222 g/mol) bileşiğine dönüştürülüyor. Bu çökeleğin 0,222 gram geldiği bulunuyor. Numunedeki fosforun (31 g/mol) yüzdesini bulunuz.</p> <p>A) 20 B) 10 C) 6 D) 13,6</p>
<p>24. 32,9 ppm K₃Fe(CN)₆ (329 g/mol) içeren bir sulu çözeltiddeki K⁺ iyonlarının molaritesini bulunuz. (çözeltinin 10⁶ gramı 32,9 gram bileşik içermektedir. d=1g/mL)</p> <p>A) 3×10^{-2} B) 3×10^{-3} C) 3×10^{-4} D) 3×10^{-6}</p>
<p>25. Saf benzoik asidin (122 g/mol) 2,44 gramı kaç milimoldür?</p> <p>A) 0,02 B) 0,2 C) 2 D) 20</p>

NOT: Sorular üniversitelerde okutulan Genel Kimya ve Analitik Kimya kitaplarından faydalanılarak ve derse giren öğretim üyelerinin görüşleri alınarak hazırlanmıştır.

Araştırma sonucunda elde edilen verilerin t-testi analizinden elde edilen bulgular Tablo 2, 3, 4 ve 5'te verilmiştir.

Tablo 2. Fen bilgisi bölümü 2A sınıfı için eşleştirilmiş t testi analizi
(Table 2. Analysis of coupled t-test for 2A class in science education department)

Fen Bilgisi 2A Ön-son test	N	Ortalama	Standart sapma	Serbestlik derecesi	t	p
	34	15,32	2,40	33	-1,687	0,101*
	34	16,52	2,90			

*p<0,05

Fen Bilgisi 2A sınıfının eşleştirilmiş t testi analizlerine göre, ön ve son testleri karşılaştırıldığı zaman, karşılaştırma sonucunda anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. (p>0,05)

Tablo 3. İlköğretim matematik bölümü 2. sınıf için eşleştirilmiş t testi analizi
(Table 3. Analysis of coupled t-test for 2nd class in primary maths education department)

İlköğretim Matematik Ön-son test	N	Ortalama	Standart sapma	Serbestlik derecesi	t	p
	25	17,0	3,48	24	-3,973	0,001*
	25	19,8	1,41			

*p<0,01

İlköğretim Matematik öğrencilerinin eşleştirilmiş t testi analizlerine göre, ön ve son testleri karşılaştırıldığı zaman, karşılaştırma sonucunda anlamlı bir farklılık bulunmuştur (p<0,01).

Tablo 4. Fen bilgisi bölümü 2B sınıfı için eşleştirilmiş t testi analizi
(Table 4. Analysis of coupled t-test for 2B class in science education department)

Fen Bilgisi 2B Ön-son test	N	Ortalama	Standart sapma	Serbestlik derecesi	t	p
	46	14,45	2,84	45	3,387	0,001*
	46	16,56	3,23			

*p<0,01

Fen Bilgisi 2B öğrencilerinin eşleştirilmiş t testi analizlerine göre, ön test (14,45) ve son test (16,56) puan ortalamaları arasında fark bulunmuştur ve anlamlıdır (p<0,05).

Tablo 5. Biyoloji bölümü 1. sınıf için eşleştirilmiş t testi analizi
(Table 5. Analysis of coupled t-test for 1st class in biology education department)

Biyoloji Ön-son test	N	Ortalama	Standart sapma	Serbestlik derecesi	t	p
	29	13,48	2,92	28	2,096	0,045*
	29	15,03	2,59			

*p<0,05

Biyoloji öğrencilerinin ön test ve son test karşılaştırılmaları sonucunda p<0,05 düzeyinde anlamlı bulunmuştur. t-testleri sonucunda Fen Bilgisi 2A öğrencileri hariç, bütün gruplarda ön test ve son test arasında anlamlı bir farklılık olması bize çevirme faktörü yoluyla kimya problemleri çözmenin doğru çözüme katkıda bulunduğunu gösterir. Test sorularına verilen cevaplardan son testlerde birim hatalarının azaldığı ve birden fazla basamak gerektiren soruların daha doğru



çözüldüğü görülmüştür. Öğrencilerin problem çözme hatalarından birinin de, öğrencilerin uyguladıkları algoritma ve izledikleri problem çözme yolu doğru bile olsa birimlerle ilgili dikkat eksikliklerinin onları yanlış sonuca götürebileceği belirtilmiştir [4]. Çevirme faktörü kullanımında birimlerin birbirini götürmesi gerektiğinden birimle ilgili hata azalmaktadır. Ayrıca, birden fazla algoritma kullanımı gerektiren soruları çözerken öğrencilerin güçlük çektikleri belirtilmiştir [7]. Birçok kimya problemi için, birden çok çevirme faktörü kullanılarak bu güçlük giderilebilir.

Ancak, çevirme faktörü ile soru çözümünün püf noktası, çevirme faktörünün nerede bulunacağını ve nasıl kullanılacağını bilinmesidir [13]. Bunun içinde öğrenci kimyasal kavramları çok iyi anlamalıdır. Formülleri kullanarak problemlerin çözülmüş olmasının konuyu ve kimyasal kavramları öğrencilerin tam olarak anladıkları sonucuna varılamayacağı söylenmiştir [14]. Öğrenci çevirme faktörünü kullanırken, kavramları bilmiyorsa problemi doğru çözemez. Yani, öğrencinin çevirme faktörüyle problemi çözmesi demek konuyla ilgili kimyasal kavramları anlamış olması demektir.

Fen bilgisi 2A ve 2B sınıflarının 1. sınıftaki Genel Kimya derslerine farklı öğretim üyeleri girmiştir. Fen Bilgisi 2A öğrencilerinden, birinci sınıfta Genel Kimya dersinde sadece çevirme faktörünü kullanarak problemleri çözmeleri istenmiştir. Fen Bilgisi 2B öğrencileri ise problem çözme metodunda serbest bırakılmıştır. Böylece Fen bilgisi 2A sınıfı öğrencileri Kimya-III dersine, çevirme faktörünü Fen Bilgisi 2B şubesinden daha iyi bilerek başlamışlardır. Genellikle öğrenciler çözümde serbest bırakıldığında, daha kolay geldiği için orantı yolunu tercih etmektedirler. Bu nedenle t testi analizi sonucunda Fen Bilgisi 2A öğrencilerinde anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir.

Gruplar arasındaki farklılıkları belirlemek için uygulanan Tukey testinin sonuçları Tablo 6 ve 7'da verilmektedir. Dört grubun ön testleri arasında yapılan varyans analizine göre gruplar arasında herhangi bir farklılık yoktur. Buradan gruplarımızın homojen olduğu görülmüştür.

Tablo 6. Ön testler varyans analizi
(Table 6. Pre-tests variance analysis)

Gruplar	Serbestlik derecesi	Ortalamalar karesi	F	p
Gruplar arası	3	19,522	2,108	0,102

Tukey testi gruplar	Ortalamalar farkı	Standart hata	p	
1	2	0,78	0,76	0,735
	3	0,50	0,73	0,906
	4	0,93	0,72	0,570
2	1	0,78	0,76	0,735
	3	0,28	0,76	0,982
	4	1,72	0,75	0,108
3	1	0,50	0,73	0,906
	2	0,28	0,76	0,982
	4	1,43	0,72	0,200
4	1	0,93	0,72	0,570
	2	1,72	0,75	0,108
	3	1,43	0,72	0,200

Tukey testi grupları: 1. grup: Fen Bilgisi 2B, 2. grup: Biyoloji, 3. grup: Fen Bilgisi 2A, 4. Grup: İlköğretim Matematik

Tablo 7. Son testler varyans analizi
(Table 7. Final tests variance analysis)

Gruplar	Serbestlik derecesi	Ortalamalar karesi	F	p
Gruplar arası	3	221,189	27,079	0,000

Tukey testi gruplar	Ortalamalar farkı	Standart hata	p
1	2	0,92	0,516
	3	1,84	0,022
	4	5,35	0,000
2	1	0,92	0,516
	3	2,77	0,001
	4	6,27	0,000
3	1	1,84	0,022
	2	2,77	0,001
	4	3,50	0,000
4	1	5,35	0,000
	2	6,27	0,000
	3	3,50	0,000

Tablo 7'ye göre grupları ayrı ayrı birbirleriyle karşılaştırdığımızda 1. grubun 3. ve 4. gruplar arasında istatistiksel farklılık olduğu (ortalamalar farkı 1,84; 1,35) 2. grubun 3. ve 4. gruplar arasında anlamlı olduğu (ortalamalar farkı 2,77; 6,27), 3. grubun 1., 2. ve 4. gruplar arasında farklılık olduğu (ortalamalar farkı 1,84; 2,77; 3,50), 4. grubun da 1., 2. ve 3. gruplarla arasında istatistiksel bir fark olduğu (ortalamalar farkı 5,35; 6,27; 3,50) görülmüştür. Buna göre en başarılı grup 4. grup ve akademik olarak en başarısız grup 1. grup olduğu ortalamalar farkında ortaya çıkmıştır. Yine tabloya göre 1. ve 2. grup arasında istatistiksel herhangi bir farklılık olmadığı görülmüştür. Gruplar incelendiğinde 3. ve 4. grubun 1. gruba göre başarılı olduğu 3. ve 4. grubun yine 2. gruba göre başarılı olduğu, 4. grubun da 3. gruba göre daha başarılı olduğu görülmüştür. 3. grup 1. sınıfta çevirme faktörünü kimya problemlerinin çözümünde kullanan gruptur. 4. grubun 3. gruptan daha başarılı olmasının nedeni ise ilköğretim matematik öğrencilerinin matematiksel işlemlere diğer grup öğrencilerine göre daha yatkın olmalarından kaynaklanabilir.

Mülakattan çıkarılan sonuçlara göre, kimya problemlerinin çözümlerinde çevirme faktörü kullanımının olumlu tarafları:

- Formüller zamanla unutulur. Bu teknik ezber gerektirmediği için öğrenmede kalıcılık sağlamaktadır.
 - Birim hatası minimuma inmektedir.
 - Ulaşılan sonuç daha doğrudur (rakamları yuvarlamadan gelen hatalar minimumdur).
 - Karışık ve zor soruların çözümünü kolaylaştırmaktadır.
 - Çevirme faktörü metodu neden-sonuç ilişkisini daha iyi kavratıldığı için konuların pekişmesi açısından faydalıdır.
- Olumsuzluklar ise:
- İlk bakışta çevirme faktörü kullanımı öğrencilere çok karmaşık gelebilmektedir ve kavranması zaman almaktadır.
 - Üst beceri gerektirmektedir.
 - Problem çözümü, algı stratejileriyle ilgili olduğu için, faktörün kavranma süreci öğrenciden öğrenciye değişiklik göstermektedir.



- Basit kimya problemlerinin çözümünde daha pratik ve daha kolay olduğu için orantı yoluyla problem çözümü tercih edilmektedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER (CONCLUSION AND SUGGESTIONS)

Bu çalışmadan elde edilen bulgular genel kimya derslerinde çevirme faktörü kullanımının algoritmik kimya problemlerinin doğru çözümüne katkıda bulunduğunu gösterdi. Algoritmik (matematiksel işlem gerektiren) kimya problemlerinin çözümünde farklı çözüm yolları kullanılabilir: Formülle (bağıntıyla) çözme, orantı yoluyla çözme, çevirme faktörü kullanarak çözme gibi. Orta öğretimde, kimya problemlerinin çözümünde genellikle orantı ya da formül kullanılmaktadır. Öğrenci, yüksek öğretime gelince algoritmik problemlerin çözümünde çevirme faktörü kullanımıyla karşılaşmaktadır. Özellikle Analitik Kimya problemlerinin çözümünde gerekli olan bu yol, ilk karşılaştıklarında öğrencilere zor gelmektedir. Birinci sınıfta genel kimya derslerinde bu çözüm yolunu kullanan öğrencilerin Analitik Kimya problemlerini çözerken daha az zorlandıkları ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle Genel Kimya derslerinde algoritmik problemlerin çözümünde öğrencilerin çevirme faktörü kullanmalarının ileri sınıftaki Kimya dersleri için faydalı olacağını düşünmekteyiz.

Ayrıca çevirme faktörüyle algoritmik kimya problemlerini çözen öğrenciler, kimya konularını ve birimleri daha iyi kavramak zorunda olduklarından ezberci öğrenmeden kurtulmaktadırlar. Ayrıca, çevirme faktörüyle kimya problemi çözen öğrencilerin birimleri daha iyi kavradıkları ve birim hatalarını minimuma indirdikleri ortaya çıkmıştır. Özellikle eğitim fakültelerinin ilgili bölümlerindeki öğretim elemanlarının genel kimya derslerinde algoritmik problemlerin çözümünde öğrencileri çevirme faktörü kullanmaya teşvik etmelerini öneriyoruz. Daha sonraki çalışmalarımızda, Orta Öğretimden itibaren bu metodun verilip verilmemesi konusunda araştırmalar yapılacaktır.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Kaptan, F., (1999). Fen Bilgisi Öğretimi. İstanbul, MEB Yayınları.
2. Lee L., Goh, N., Chia, L., Chin, C., and Tan, L., (2000). Science Teachers and Problem Solving in Elementary Schools in Singapore. Research In Science & Technological Education: 18(1), 113.
3. Demirel, Ö., (1994). Genel Öğretim Yöntemleri. Ankara, Usem Yayınları No:11
4. Gilbert, G.L., (1980). How Do I Get The Answer? Problem Solving in Chemistry. Journal of Chemical Education: Volume:57, No:1, pp:79-81
5. Bodner, G.M., (1987). The Role Of Algorithms in Teaching Problem Solving. Journal of Chemical Education: Volume:64, pp:513-514.
6. Middlecamp, C. and Kean, E., (1987). Generic and Harder Problems: Teaching Problem Solving. Journal of Chemical Education: Volume:64, No:6, pp:516-517.
7. BouJaoude, S. and Barakat, H., (2000). Secondary School Students' Difficulties in Stoichiometry. School Science Review: Volume:81, No:296, pp:91-98.
8. Nakiboğlu, C. and Kalın, Ş., (2003). Ortaöğretim Öğrencilerinin Kimya Derslerinde Problem Çözme Güçlükleri-I: Deneyimli Kimya Öğretmenlerine Göre. Kastamonu Eğitim Dergisi: Cilt:11, No:2, ss:305-316.
9. Morgil, İ., Yılmaz, A., Özyalçın, Ö., (2002). Temel Kimya Dersinde Öğrencilerin Kavramları Anlama ve Sayısal Problemleri



- Çözme Başarıları Arasındaki İlişki. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi. Ankara, ss:774-779.
10. Demir, Ş., (1997). Kimya Öğrencilerinin Analitik Kimya Problemleri Çözmede Karşılaştıkları Güçlükler. Yüksek Lisans Tezi. Trabzon: Karadeniz Teknik Üniversitesi FBE.
 11. Şen, N., (1997). Kimya problemlerinin nicel analitik kimya problemlerini çözmede kullandıkları stratejiler. Yüksek Lisans Tezi. Trabzon: Karadeniz Teknik Üniversitesi FBE.
 12. Dickson, T.R., (2000). Introduction to Chemistry. John Willey and Sons: Inc. New York.
 13. Petrucci, R.H. and Harwood, W.S., (1993). General Chemistry, Principles and Modern Applications. New York M.P. Company.
 14. Nakleh, M.B. and Mitchell, R.C., (1993). Concept learning versus problem solving: there is a difference. Journal of Chemical Education: Volume:70, No:3, pp:190-192.