



## SINIF ÖĞRETMENİ ADAYLARININ MOL KAVRAMINDAKİ İŞLEM BECERİLERİNİN BELİRLENMESİ

Kader BİRİNCİ KONUR<sup>a\*</sup>, Nimet PIRASA<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Rize Üniversitesi Eğitim Fakültesi, İlköğretim Bölümü 53200 Çayeli/RİZE

### ÖZET

Ülkemizde, temeli matematik uygulamalarına dayanan fen konularında öğrencilerin işlem becerilerini doğru bir şekilde kullanamamaları, fen eğitiminin sorunlarından biri olarak görülmektedir. Çalışmanın amacı, sınıf öğretmeni adaylarının mol kavramı ile ilgili işlem becerilerini tespit etmektir. Çalışmanın örnekleme, 2007-2008 eğitim öğretim yılında Rize Üniversitesi Eğitim Fakültesinde okuyan 66 birinci sınıf öğrencisinden oluşmaktadır. Çalışmada öğrencilere öncelikle 6 açık uçlu sorudan oluşan bir başarı testi ve mülakat uygulanmıştır. Başarı testinden elde edilen veriler frekans ve yüzde olarak tablo halinde verilmiştir. Öğrencilerle yapılan mülakatlar ise, başarı testinden elde edilen bulguları destekler nitelikte betimsel olarak analiz edilmiştir. Verilerin analizinden, matematik bilgi eksikliğinden kaynaklanan yanlış cevap sayısının, kimya bilgi eksikliğinden kaynaklanan yanlış cevap sayısına oranla daha fazla olduğu görülmektedir. Bu matematiksel hatalar, öğrencilerin birimlerin çevrimi, orantı kurma, üslü sayılar ve ondalık kesirler konusunda problem yaşamalarından kaynaklanmaktadır. Öneri olarak, öğretim programında matematik ve fen derslerinde birbiriyle ilişkili konuların paralelliği göz önüne alınmalıdır. Eğitim fakültelerinde matematik derslerinde fen ve teknolojiyle ilişkili örnekler seçilebilir.

*Anahtar Kelimeler: Mol Kavramı, Sınıf Öğretmeni Adayı, İşlem Becerisi*

### ABSTRACT

Students don't use correctly procedural abilities at science subjects based on mathematical practices seems as one of the basic problems of science education in our country. The purpose of this study is to determine the elementary pre-service teachers' procedural abilities about to the mole concept. The study was conducted on 66 junior elementary pre-service teachers training at the Faculty of Education in Rize University in 2007-2008 academic year. At the study, an achievement test including 6 open-ended questions and interview were applied to students. The collected data from achievement test were presented at frequency and percentage tables. Interviews with students were analyzed descriptively in order to support the findings of achievement test. When the data were analyzed, it was seen that the number of wrong answers due to lack of mathematical knowledge were more than their chemical knowledges'. These mathematical errors were aroused from students' problems related to the subject of conversion of units, proportion, exponential numbers and decimals. As suggestion, the associated issues at mathematics and science courses should be parallelly considered in the curriculum. The examples related science and technology can be selected in mathematics courses at faculty of education.

*Key Words: Mole Concept, Elementary Pre-service Teacher, Procedural Ability*

\* Yazar: [kaderbirinci@yahoo.com.tr](mailto:kaderbirinci@yahoo.com.tr)

## GİRİŞ

Son yıllarda eğitim sisteminde önem verilen anlamlı öğrenmenin gerçekleşebilmesi için disiplinlerarası ilişkilerin ve çok boyutlu düşünmenin önemi giderek artmıştır. Değişen öğretim programıyla birlikte eğitimde farklı disiplinleri birbiri ile ilişkilendirme gündeme gelmiştir. Hem uygulama alanları, hem de problem çözmedeki bilimsel yaklaşımları açısından en uygun ilişkilendirilebilen disiplinler fen, matematik ve teknoloji olarak saptanmıştır (NRC, 1996). Huntley (1998), Roebuck ve Warden (1998) tarafından ilişkinin teorik yapısında rastlanan orta nokta, fen ve matematiğin tam anlamıyla birbiri ile ilişkilendirildiği durum olarak belirlenmiştir (Akt: Can vd., 2005). Ülkemizde, temeli matematik uygulamalarına dayanan fen konularında öğrencilerin matematik işlem becerilerini doğru bir şekilde kullanamamaları, eğitim sisteminin önemli parçası olan fen eğitiminin sorunlarından biri olarak görülmektedir.

Bütün bilimlerin temelini oluşturan matematik, fen bilimlerinin temelini de oluşturduğu için, fen bilimleri ve matematik arasında sıkı sıkıya bir ilişkinin varlığından söz edilebilir. Kimyada mol kavramı, kimyasal denklemler ve hesaplamalar, gazlar ve çözeltiler gibi konular içerisinde matematiksel hesaplamaların yerinin oldukça fazla olduğu bilinmektedir. Bu konulardan mol kavramı, diğer konulara oranla kimya bilgisine ek olarak daha çok matematik bilgisi gerektirmektedir. Bu nedenle öğrenciler mol, molekül ve tanecik ilişkileri ile ilgili hesaplamaları yaparken zorlanmaktadırlar. Bunun en büyük nedeninin ise öğrencilerin kimya bilgi eksikliğinin yanı sıra, problemleri çözerken matematiksel işlem becerilerinin eksikliğinin olabileceği düşünülmektedir. Kimyadaki temel kavramlardan biri olan mol kavramın öğrenilmesi ve öğretilmesine yönelik yapılan çalışmalarda, öğrencilerin mol kavramı ve bu kavramı stokiometrik problem çözümlerinde kullanma konusunda çeşitli problemler yaşadıkları tespit edilmiştir (Silberman, 1981; Nakhleh, 1993; Krishnan & Howe, 1994; Gorin, 1994; Staver & Lumpe, 1995; Furio, Azcona, Guisasola & Ratcliffe, 2000; Özmen, Demircioğlu ve Ayas, 2002). Bu araştırmalarda öğrencilerin bu kavramlarla ilgili güçlüklerinin bir kısmının kendilerindeki kimya ve matematik bilgi eksikliğinden kaynaklandığı belirtilmiştir.

Bu düşünceden hareketle bu çalışmada, sınıf öğretmeni adaylarının mol kavramı ile ilgili matematiksel işlem becerilerinin tespit edilmesi amaçlanmıştır.

## YÖNTEM

### Örneklem

Çalışmanın örneklemini 2007-2008 eğitim öğretim yılında Rize Üniversitesi Eğitim Fakültesi Sınıf Öğretmenliği Programında okuyan 66 birinci sınıf öğrencisi oluşturmaktadır.

### Veri Toplama Araçları

Çalışmada öğrencilere öncelikle 6 açık uçlu sorudan oluşan bir başarı testi uygulanmıştır. Mol konusunda kapsam geçerliliğini sağlamak adına test ile ilgili 2 uzman görüşü alınarak test sorularına son şekli verilmiştir. Öğrencilerin teste verdikleri cevaplar incelendikten sonra matematiksel hata yapan öğrencilerden 7'si seçilerek klinik mülakatla hataların sebebi tespit edilmeye çalışılmıştır.

Bu test kimya dersinin mol konusu ile ilgili olup öğrencilerin bu konudaki matematiksel hatalarını tespit etmek için hazırlanmıştır. Testte maddenin mol sayısı ile kütlesi arasındaki ilişkiyi içeren ilk üç soruda matematiksel olarak öğrencilerin ölçü birimlerinin çevirim bilgisi

veya üslü sayılarla işlem yapma becerileri yoklanmıştır. Diğer üç soruda ise öğrencilerin tane-gram, mol-molekül ve tane-mol konularındaki bilgileri ölçülürken aynı zamanda matematikte üslü sayılarla işlem yapma becerileri belirlenmeye çalışılmıştır. Ayrıca soruların genelinden öğrencilerin oran-orantı ve sadeleştirme işlemlerine yönelik becerileri de değerlendirilmiştir.

### Verilerin Analizi

Başarı testinin öğrencilere uygulanmasından elde edilen veriler doğru, yanlış ve boş cevapların frekans ve yüzdesi hesaplanarak tablo halinde verilmiştir. Yanlış cevaplanan sorular araştırmanın amacına uygun olarak kimya ve matematik bilgi eksikliğinden kaynaklanan cevaplar şeklinde iki kategoriye ayrılmıştır. Öğrencilerle yapılan mülakatlar ise, başarı testinden elde edilen bulguları destekler nitelikte betimsel olarak analiz edilmiştir.

### BULGULAR

Başarı testinden elde edilen bulgular Tablo 1'de verilmiştir. Bu bulgular her bir soru için mülakatlardan elde edilen bulgularla birlikte ayrıntılı olarak ele alınmıştır.

**Tablo1: Başarı Testinden Elde Edilen Bulgular**

Verilen Cevaplar Sorular	Doğru		Boş		Yanlış			
					Kimya Bilgi Eksikliği Kaynaklı		Matematik Bilgi Eksikliği Kaynaklı	
	f	%	f	%	f	%	f	%
1a	60	90,9	0	0,0	2	3,0	4	6,1
1b	14	21,2	4	6,1	4	6,1	44	66,7
2a	62	93,9	0	0,0	3	4,5	1	1,5
2b	9	13,6	7	10,6	5	7,6	45	68,2
3	22	33,3	19	28,8	8	12,1	17	25,8
4	46	69,7	3	4,5	7	10,6	10	15,2
5	16	24,2	9	13,6	34	51,5	7	10,6
6	23	34,8	9	13,6	6	9,1	28	42,4

Başarı testinde; mol sayısı verilen bir maddenin kütle miktarını bulmasını içeren 1. sorunun a seçeneğinde kütle gram olarak istenirken, b seçeneğinde mg olarak istenerek öğrencilerin ölçü birimlerindeki bilgileri yoklanmıştır. Tablo1'e göre; öğrencilerin %90,9'u 1.sorunun a seçeneğini doğru cevaplarırken %3'ü kimya bilgi eksikliğinden, %6,1'i ise matematik bilgi eksikliğinden kaynaklanan sebeplerle soruyu yanlış cevaplamıştır. 1.sorunun b seçeneğini ise öğrencilerin %21,2'sinin doğru cevapladığı, %6,1'inin kimya bilgi eksikliği, %66,7'sinin matematik bilgi eksikliği kaynaklı sebeplerle soruyu yanlış cevapladığı görülmektedir. 1. sorunun a ve b seçeneğinin cevaplanma oranlarına bakıldığında doğru cevaplanma oranının %90,9'dan %21,2'e düştüğü ve matematik bilgi eksikliğinden kaynaklanan yanlış yapma oranının ise %6,1'den %66,7'e yükseldiği görülmektedir.

Öğrencilerin ne tür matematik kaynaklı hata yaptığını belirlemek için cevap kâğıtları incelendiğinde, kurdukları orantıda ve özellikle gramı miligrama çevirmede hata yaptıkları tespit edilmiştir. Öğrenciler genelde  $1g=10mg$ ,  $1g=100mg$ ,  $1g=1/100mg$  ve  $1g=1/1000mg$  olarak alıp işlem yapmışlardır.

1 mol Ca 40  
0,05 mol x  
x =  $\frac{40 \times 0,05}{1} = 2g = 2mg$

1 mol Ca 40 gr  
0,05 mol/c x  
x =  $40 \times 0,05 = 2gr = 200mg$

### Şekil 1: 1. Soru İle İlgili Öğrencilerin Yanlış Yaptıkları Çözümlerden Örnekler

Öğrencilerle yapılan mülakatlarda Ö1 öğrencisinin, 1g'ı 10 veya 100mg olarak bilinçli aldığı, Ö3 öğrencisinin g'ı mg'a çevirmeyi bilmediği, Ö7 ve Ö2 öğrencilerinin ise ölçü birimlerinin çevrimini tam olarak hatırlayamadığından 100 veya 1000'le çarptıkları ortaya çıkmıştır. Öğrenci ifadelerinden bazı alıntılar aşağıdaki gibidir:

**Ö1:** “8 g ı 80 mg olarak aldım, 10 la çarpıldığını biliyorum, onun için öyle yaptım, yanlışsa 100 le çarpılıyor heralde.”

**Ö3:** “Açıkçası gramı mg'a çevirmeyi bilmediğimden 2 sıfırı silmişim. 10ar 10ar mı artıyordu, tam olarak hatırlayamadım doğrusu. Nasıl çevrildiğini bilmiyorum.”

**Ö2:** “...unutmuştum, içgörü olarak 100 ile çarpılacağını düşündüm, 1000 e mi bölünüyordu, bu konular basit geliyor diye fazla uğraşmıyorum, ama karşına çıkınca da yanlış yapıyorum.”

**Ö7:** “... üç sıfır mı olur, tam bilmiyordum, o yüzden 100 le çarptım, 100 mü 1000 mi daha bilmiyorum birinden duymuştum, kendim doğrusunu bilmediğim için birinden duyduğumu yaptım, mg, santigram, dekagramda yok ki, desigram mı acaba?”

Başarı testinde; öğrencilerin ölçü birimlerindeki bilgilerini irdeleyen 2. soru, kütlesi verilen bir maddenin mol sayısının bulunmasını içermektedir. Bu sorunun a seçeneğinde kütle gram olarak verilirken, b seçeneğinde mg olarak verilmiştir. Tablo1'e göre; öğrencilerin %93,9'u 2.sorunun a seçeneğini doğru cevaplarken %4,5'i kimya bilgi eksikliğinden, %1,5'i ise matematik bilgi eksikliğinden kaynaklanan sebeplerle soruyu yanlış cevaplamıştır. 2.sorunun b seçeneğini ise öğrencilerin %13,6'sının doğru cevapladığı, %7,6'nın kimya bilgi eksikliği, %68,2'sinin matematik bilgi eksikliği kaynaklı sebeplerle soruyu yanlış cevapladığı görülmektedir. 2. sorunun a ve b seçeneğinin cevaplanma oranlarına bakıldığında doğru cevaplanma oranının %93,9'dan %13,6'e düştüğü ve matematik bilgi eksikliğinden kaynaklanan yanlış yapma oranının ise %1,5'ten %68,2'ye yükseldiği görülmektedir.

Öğrencilerin ne tür matematik kaynaklı hata yaptığını belirlemek için cevap kâğıtları incelendiğinde, kurdukları orantıda ve özellikle gramı miligrama çevirmede hata yaptıkları tespit edilmiştir. Öğrenciler genelde 1g=10mg ve 1g=100mg olarak alıp işlem yaparken bazıları da ölçü birimlerini dikkate almadan mg'ı doğrudan g olarak alıp soruyu çözmüştür.

$$\begin{array}{l} 23g \rightarrow 2300mg \text{ dir.} \\ 1 \text{ mol} \quad 2300 \text{ mg ise} \\ x \quad 4600 \text{ mg} \\ \hline 4600 \cdot 1 = x \quad x = 2 \text{ mol} \\ \hline 2300 \end{array}$$

Şekil 2: 2. Soru İle İlgili Öğrencinin Yanlış Yaptığı Çözüme Bir Örnek

Öğrencilerle yapılan mülakatlarda Ö5 öğrencisinin, 1g'ı 100mg olarak bilinçli aldığı, Ö4 öğrencisinin g'ı mg'a çevirmeyi bilmediği tespit edilmiştir. Öğrenci ifadelerinden bazı alıntılar aşağıdaki gibidir:

Ö5: "Gramı miligrama çevirirken 100 ile çarpıldığını hatırlıyorum, tersinde de 100'e bölüyorduk."

Ö4: "Gramı mg'a çevirmeyi bilmediğim için direk gram üzerinden soruları çözdüm."

Ayrıca soruyu çözmek için kurdukları orantıda x'i çekemeyen ve yanlış sadeleştirme yapan öğrenciler de mevcuttur. Ö1 öğrencisi yaptığı bu hataya ilişkin olarak mülakatta, sadeleştirme işlemini yaparken dikkatsiz bir şekilde davrandığını belirtmiştir: "23 bölü 46 0,2 buldum, yanlış yaptım, hızlı yapacam diye 2 kat fark olduğu için 0,2 yaptım."

$$\begin{array}{l} 4600 \text{ mg} = 460 \text{ g} \\ n = \frac{m}{MA} = \frac{23}{460} \\ n = 0,02 \text{ mol} \end{array}$$

Şekil 3: 2. Soru İle İlgili Ö1'in Yanlış Yaptığı Çözüm

Başarı testinde; kütlesi verilen bir maddenin mol sayısının bulunmasını içeren 3. soruda, öğrencilerin üslü sayı bilgilerinin irdelenmesi amaçlanmıştır. Tablo1'e göre; öğrencilerin %33,3'ü bu soruyu doğru cevaplarırken, %12,1'i kimya bilgi eksikliğinden, %25,8'i ise matematik bilgi eksikliğinden kaynaklanan sebeplerle soruyu yanlış cevaplamıştır. Ayrıca öğrencilerin %28,8' inin bu soruyu boş bıraktığı görülmektedir.

Öğrencilerin ne tür matematik kaynaklı hata yaptığını belirlemek için cevap kâğıtları incelendiğinde, üslü sayıyı tam sayıya çevirirken ve sadeleştirme yaparken hata yaptıkları tespit edilmiştir. Öğrencilerden bazılarının  $1,06 \cdot 10^{-2}$ 'i 106 olarak aldığı, bazılarının da ondalık virgülü göz ardı ederek sadeleştirme yaptığı ortaya çıkarılmıştır.

1,06.10<sup>-2</sup> g Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> kaç moldür? (Na:23, C:12, O:16)

1 mol Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 106 g  
x mol " 106 g

x = 1 mol.

46  
12  
48

1 mol 106 g Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>  
x 1,06.10<sup>-2</sup>

x =  $\frac{1,06 \cdot 10^{-2}}{106}$

x = 0,01 mol

**Şekil 4: 3. Soru İle İlgili Öğrencilerin Yanlış Yaptıkları Çözümlerden Örnekler**

Öğrencilerle yapılan mülakatlarda Ö5 ve Ö6 öğrencilerinin ondalık kesirlerde sadeleştirme işlemini, Ö2 öğrencisinin ise üslü sayılarda basamak kaydırma işlemini yapamadıkları için soruyu yanlış çözdükleri anlaşılmıştır. Öğrenci ifadelerinden bazı alıntılar aşağıdaki gibidir:

**Ö5:** "...ondalık sayıları sadeleştirirken virgülleri kaydırma işlemlerini yanlış almışım ve sonucu yanlış bulmuşum. Virgüllü sayılarla işlem yapmayı sevmem zaten."

**Ö6:** "...sadeleştirmeleri yapamadığım için sorunun tam cevabını bulamadım. x'i çekebilirdim ama işlemi yapamadım."

**Ö2:** "...bilindik bir sayı, bizi fazla uğraştırmayan bir sayı olacağını düşündüğüm için virgülden kaydırınca sayının 106 olacağını düşündüm. 2 basamak kaydırınca 10<sup>-2</sup> 'nin sadeleşeceğini kaybolacağını düşündüm."

Başarı testinde; tane sayısı verilen bir maddenin kütesinin bulunmasını içeren 4.soruda, öğrencilerin orantı kurma ve üslü sayı bilgilerinin irdelenmesi amaçlanmıştır. Tablo1'e göre; öğrencilerin %69,7'si soruyu doğru cevaplarırken %10,6'sı kimya bilgi eksikliğinden, %15,2'si ise matematik bilgi eksikliğinden kaynaklanan sebeplerle soruyu yanlış cevaplamıştır.

Öğrencilerin ne tür matematik kaynaklı hata yaptığını belirlemek için cevap kâğıtları incelendiğinde, kurdukları orantıda veya ondalık sayılarla işlemde hata yaptıkları tespit edilmiştir. Öğrencilerden bazıları denklemde ifadeleri yerleştiremez iken bazıları da x'i çekememiş veya yanlış sadeleştirmiştir (3,01/6,02=0,2). Ayrıca ondalık virgülden ayraç olarak görüp sayıyı iki tam sayı olarak algılamışlardır. Öğrenci kâğıtlarından örnekler aşağıdadır:

1 mol 6,02.10<sup>23</sup>  
x 3,01.10<sup>23</sup>

x =  $\frac{3,01}{6,02} = 0,2 \text{ mol}$

1 mol 56 g  
0,2 mol x

x =  $\frac{56 \cdot 2}{105} = 11,2 \text{ g}$

$$\frac{6,02 \cdot 10^{23}}{3,01 \cdot 10^{23}} = 169$$

Şekil 5: 4. Soru İle İlgili Öğrencilerin Yanlış Yaptıkları Çözümlerden Örnekler

Öğrencilerle yapılan mülakatlarda Ö3 öğrencisinin, orantıyı ters kurduğu, Ö1 öğrencisinin ondalık kesirlerde bölme işlemini yanlış yaptığı, Ö6 öğrencisinin ise, ondalık kesirlerde virgülü ayraç olarak algılayıp her iki taraf için ayrı işlem yaptığı ortaya çıkmıştır. Öğrenci ifadelerinden bazı alıntılar aşağıdaki gibidir:

Ö3: "...yarısı olduğunu düşünerek buldum. Fakat direk çarparak 112 buldum, 2 katını almışım."

Ö1: "Yine işlem hatası yaptım, 3 ü 6 ya böldüm direk 0,2 yaptım."

Ö6: "3' ü 6 ile sadeleştirdim, 01 i 02 ile sadeleştirdim, 56'yı 4 e bölünce de o sonucu buldum."

Başarı testinde; mol sayısı verilen bir maddenin molekül sayısının bulunmasını içeren 5. soruda, öğrencilerin orantı kurma ve üslü sayı bilgilerinin irdelenmesi amaçlanmıştır. Tablo1'e göre; öğrencilerin %24,2'si 5.soruyu doğru cevaplarırken %51,5'i kimya bilgi eksikliğinden, %10,6'sı ise matematik bilgi eksikliğinden kaynaklanan sebeplerle soruyu yanlış cevaplamıştır. Ayrıca öğrencilerin %28,8'inin bu soruyu boş bıraktığı görülmektedir.

Öğrencilerin ne tür matematik kaynaklı hata yaptığını belirlemek için cevap kâğıtları incelendiğinde, üslü sayılarda sadeleştirme işlemi yapamadıkları tespit edilmiştir. Öğrenci kâğıtlarından örnekler aşağıdadır:

$$\frac{6,02 \cdot 10^{23}}{3,01 \cdot 10^{23}} = 102 = 30$$

Şekil 6: 5. Soru İle İlgili Öğrencinin Yanlış Yaptığı Çözüme Bir Örnek

Öğrencilerle yapılan mülakatlarda Ö4ve Ö5 öğrencilerinin, üslü sayılarda sadeleştirme işlemi yaparken virgülün nasıl kullanılacağını karıştırdıkları, Ö2 ve Ö7 öğrencilerinin derste soruları ezberledikleri için anlamadan yanlış yaptıkları ortaya çıkmıştır. Öğrenci ifadelerinden bazı alıntılar aşağıdaki gibidir:

Ö4: "...bu tür işlemlerde üslü sayıları sadeleştirirken virgülleri nasıl kaydıracağımı birbirine karıştırıyorum."

Ö5: "...virgüllü sadeleştirme işlemlerini yapmadığım için sonucu öyle bıraktım, x' i tam olarak bulamadım."

Ö2: "Ezber yaptığımız için soruları anlamadan yanlış yapıyoruz."

Ö7: "...feni ezber yaptığım için soruları tam yapamıyorum."

Başarı testinde; tane sayısı verilen bir maddenin mol sayısının bulunmasını içeren son soruda, öğrencilerin orantı kurma ve üslü sayı bilgilerinin irdelenmesi amaçlanmıştır. Tablo1'e göre; öğrencilerin %34,8'i 6.soruyu doğru cevaplarırken %9,1'i kimya bilgi eksikliğinden, %42,4'ü ise matematik bilgi eksikliğinden kaynaklanan sebeplerle soruyu yanlış cevaplamıştır.

Öğrencilerin ne tür matematik kaynaklı hata yaptığını belirlemek için cevap kâğıtları incelendiğinde, denklem kurarken ve üslü sayılarla işlem yaparken hata yaptıkları tespit edilmiştir. Öğrencilerden bazıları üslü sayılarda basamak kaydırma işlemini yapamamıştır.

Handwritten student solutions for a chemistry problem. The left side shows a student's attempt to solve for x in a ratio of molecules, with errors in decimal placement and exponent handling. The right side shows another student's attempt, also with errors in decimal placement and exponent handling.

### Şekil 7: 6. Soru İle İlgili Öğrencilerin Yanlış Yaptıkları Çözümlerden Örnekler

Bazı öğrenciler ise denklemde x'i çekememiş veya yanlış sadeleştirmiştir. Öğrenci kâğıtlarından örnekler aşağıdadır:

Handwritten student solution showing a student's attempt to solve for x in a ratio of molecules, with errors in decimal placement and exponent handling.

Handwritten student solutions for a chemistry problem. The left side shows a student's attempt to solve for x in a ratio of molecules, with errors in decimal placement and exponent handling. The right side shows another student's attempt, also with errors in decimal placement and exponent handling.



### Şekil 8: 6. Soru İle İlgili Öğrencilerin Yanlış Yaptıkları Çözümlerden Örnekler

Öğrencilerle yapılan mülakatlarda Ö4, Ö5 ve Ö3 öğrencilerinin, üslü sayılarda sadeleştirme işlemi yaparken virgülden göz ardı ederek veya yanlış kaydırarak işlem yaptıkları, Ö6 öğrencisinin ise, ondalık kesirdeki virgülden ayraç olarak algılayıp işlem yaptıkları ortaya çıkmıştır. Öğrenci ifadelerinden bazı alıntılar aşağıdaki gibidir:

**Ö4:** “Ondalık sayılarla ve üslü sayılarla işlem yapmayı sevmediğim için soruların cevabını boş bıraktım, sadece  $x$  içektim ama sonucu bulamadım. Çünkü bu tür işlemlerde üslü sayıları sadeleştirirken virgülleri nasıl kaydıracağımı birbirine karıştırıyorum.”

**Ö5:** “...virgülleri kaydırarak üslü kısımları sadeleştirdim, geri kalanlar arasında 2 kat oran olduğunu düşünerek sonucu 2 olarak buldum.”

**Ö3:** “... tamam işte direk böldüm.  $x$ 'i çektim.”

**Ö6:** “... ordada yine ondalık sayıları ayrı ayrı sadeleştirdim.”

### TARTIŞMA ve SONUÇ

Genel olarak öğrencilerin yaptıkları hatalar incelendiğinde, matematik bilgi eksikliğinden kaynaklanan yanlış cevap sayısının, kimya bilgi eksikliğinden kaynaklanan yanlış cevap sayısına oranla daha fazla olduğu görülmektedir. Matematiksel hata oranlarına bakıldığında, öğrencilerin sırasıyla 2a, 1a ve 5. sorularda daha az hata yaptıkları anlaşılmaktadır. 2a ve 1a sorularının doğru cevaplandığı ancak 5. sorunun kimya bilgi eksikliğinden kaynaklanan hata oranının oldukça yüksek olduğu dikkat çekmektedir. Bunun sebebi mol konusunda atom ve molekül sayılarının bulunmasıyla ilgili öğrencilerin anlamada yaşadığı zorluklar olabilir. Dolayısıyla bu soruda öğrencilerin matematik bilgi eksikliğinin ikinci planda kaldığı görülmektedir.

Mol kavramının öğrenilmesi ve öğretilmesine yönelik yapılan çalışmalarda, öğrencilerin mol kavramı ve bu kavramı stokiometrik problem çözümlerinde kullanma konusunda çeşitli problemler yaşadıkları tespit edilmiştir (Krishnan & Howe, 1994; Gorin, 1994; Staver & Lumpe, 1995; Furio, vd., 2000; Özmen, Demircioğlu ve Ayas, 2002). Bu çalışmalarda öğrencilerin bu kavramlarla ilgili güçlüklerinin bir kısmının kendilerindeki kimya ve matematik bilgi eksikliğinden, bir kısmının öğretmenlerin bilgi yetersizliğinden ve konuyu anlatma tarzından kaynaklandığı belirtilmiştir.

Koray ve diğerleri'nin (2005) ilköğretim II. kademe öğrencileriyle yaptığı çalışmada, öğrencilerin temel kavramların birimlerini kullanmada sahip oldukları yetersizliğin, onların ileride iyi bir fen okuryazarı olmalarına engel olabileceği ifade edilmektedir. Bilimsel kavramların tam olarak ne anlam ifade ettiğini anlama ve bu kavramlar arasındaki bağıntıları kurmada son derece gerekli olan “birimler” in doğru bir şekilde kullanılması, etkili ve anlamlı fen öğrenimi için gerekli bir ön koşul olarak görülmektedir.

Birimlerle ilgili olan 1. soru mol sayısından kütle bulmayı içerirken, 2. soru 1.sorunun aksine kütleden mol sayısının bulunmasını ölçmektedir. Bu bağlamda 1.soruda gramın mg'a çevrimi istenirken, 2.soruda mg'ın g' a çevrimi söz konusudur. Her iki soruda da öğrencilerin matematiksel olarak benzer hatalar yaptıkları dikkat çekmektedir. İlk iki soruda a ve b şıkları arasındaki farkın öğrencilerin cevaplarını etkilediği görülmektedir. Buna göre, ölçü çevriminin gerekmediği a seçeneğine oranla, ölçü çevriminin gerektiği b seçeneğinde öğrencilerin hata yüzdelерinin arttığı dikkat çekmektedir. Bu durumun öğrencilerin matematikteki ölçü

birimlerindeki bilgi eksikliğinden kaynaklandığı söylenebilir. Çünkü öğrenciler sorularda ölçü birimlerinin birbirine çevrimini bilmedikleri veya karıştırdıkları için rasgele 10, 100, 1000 sayıları ile çarpıp bölmektedirler. Coştu ve diğerleri (2005) tarafından yapılan çalışmada, öğretmen adayların problemleri çözerken birim çevirimlerinde hatalar yaptıklarının belirlenmesi elde edilen bu sonuçları desteklemektedir. Gilbert (1980) yaptığı çalışmada, öğrencilerin problem çözerken kullandıkları birimlere dikkat etmemeleri, izledikleri çözüm yolu doğru olsa bile, onları yanlış sonuca götürdüğünü belirtmektedir.

Testte bulunan 3. ve 4. soru kütle–mol sayısı, atom sayısı–kütle ilişkisini irdelerken, 5. ve 6. soru mol sayısı–molekül sayısı arasındaki ilişkiyi içermektedir. Matematiksel olarak bu sorularda öğrencilerin üslü sayılar, ondalık kesirler ve orantı kurma bilgileri de yoklanmıştır. Elde edilen bulgulardan öğrencilerin ilk sorularda olduğu gibi bu sorularda da matematik bilgi eksikliğinden kaynaklanan hata oranlarının kimya bilgi eksikliğinden kaynaklanan orandan daha fazla olduğu belirlenmiştir. Bu durum, öğrencilerin orantı kurmada yaşadıkları sorunlardan kaynaklanabilir. Bazı öğrenciler orantıyı doğru kuramazken, bazıları da kurdukları orantıda üslü sayılarla, ondalık kesirlerle ve bilinmeyenle  $x$ ) doğru işlem yapamamışlardır. Bu işlemlerde özellikle, ondalık kesirlerde sadeleştirmede ve üslü sayılarda basamak kaydırmada hata yaptıkları göze çarpmaktadır. Bunun dışında bazı öğrencilerin ondalık kesirlerle işlem yaparken virgülden göz ardı etmeleri veya virgülden her iki tarafını ayrı ayrı düşünüp sadeleştirmeleri; ondalık kesir kavramını algılamadıklarını işaret etmektedir. Ayrıca basamak kaydırırken üslü sayıların açılımında yaptıkları hatalar bu sayıları algılamada da öğrencilerin problem yaşadıklarını göstermektedir. Bu tür hata yapan öğrencilerin soru tiplerinden çözümleri ezberleme yoluna gittikleri anlaşılmaktadır. Birden fazla sayısal işlem gerektiren problemlerde öğrencilerin ezberci bir çözüm takip ettiklerini ortaya çıkaran çalışmalar, bu sonuçla paralellik göstermektedir (Gilbert, 1980; BouJaoude & Barakat, 2000; Akt. Nakiboğlu ve Kalın, 2003). Çavaş (2002) tarafından yapılan çalışmada öğrencilerin fen bilgisi dersinde orantı kurmada zorlandıkları ifade edilmektedir. Literatürde matematiksel işlem yapma becerileri yeterince gelişmemiş olan öğrencilerin üslü bir sayı olan avogadro sayısını içeren hesaplamalarda sorunlar yaşadıklarına ilişkin benzer bulgulara rastlanmaktadır (Özmen vd., 2002; Schmidh, 1990; Schmidh, 1994). Birinci Konur (2003) tarafından yapılan çalışmada, üniversite öğrencilerinin kimya dersinde sayısal işlem gerektiren hesaplamalarda öğrencilerin pek başarılı olamadıkları, çoğunun bu soruları boş bıraktıkları ya da yanlış cevapladıkları ortaya çıkarılmıştır.

İlk soruları boş bırakan öğrenci oranı çok fazla olmazken, bu soruları boş bırakan öğrencilerin oranının artış gösterdiği Tablo 1’de görülmektedir. Bu durumda, mülakatlarda öğrencilerin derse yönelik görüşlerinden matematiği sevmedikleri ve sayısal işlemlere önyargılı yaklaştıkları anlaşılmaktadır.

**Ö6** “Kimyayı çok sevmem, matematiği de anlamam, kimyadaki bu işlemler matematik olduğu için biraz zorluyor beni, o yüzden yapamıyorum. Kimyada sözel kısımları daha iyi yapıyorum.”

**Ö4** “Ondalık sayılarla ve üslü sayılarla işlem yapmayı sevmediğim için soruların cevabını boş bıraktım, sadece  $x$ ’i çektim ama sonucu bulamadım.”

**Ö5** “...işlemler sorularda daha çok takılıyorum.”

Dolayısıyla öğrencilerin daha fazla işlem gerektiren soruları bu nedenlerle boş bıraktıkları söylenebilir. Matematik ve fen ilişkisinin öğrenciler üzerindeki başarısı ile ilgili uygulamaları içeren çalışmalarda da, matematik alan bilgisi iyi olan ve bu bilgisine güvenen öğrencilerin matematiğe dayalı fen konularında daha başarılı oldukları ifade edilmektedir (Munfrom et al, 1996; Austin et al, 1997; Akt: Çavaş, 2002). Ayrıca ilköğretimin ilk kademelerinde yeterli

matematik bilgi ve becerisi kazanamayan öğrencilerin ilerleyen yıllarda matematik endişeleri nedeniyle matematik bilgisi gerektiren fen derslerini sevmeyi de bazı çalışmalarda belirtilmiştir (Ersoy, 1998; Çavaş, 2002; Reid & Yang, 2002, Akt: Bilgin ve Karakırık, 2005). Çalışmada bazı öğrencilerin soruları boş bırakmaları, literatürde belirtilen bu durum ile ilişkilendirilebilir.

## ÖNERİLER

Öğrencilerin temel fen kavramlarının ilk öğrenildiği fen ve teknoloji derslerinde gerekli olan oran, orantı, üslü sayılar gibi matematiksel hesaplamaları yapabilmeleri için konuların birbirine paralel yürütülmesine gereksinim duyulmaktadır. Bu noktada öncelikle öğretim programında birbiriyle ilişkili konuların paralelliği göz önüne alınmalıdır. Çoğu fen ve teknoloji öğretmeninin, matematikle ilişkili fen konularını anlatırken öğrencilerine matematik dersi anlattıkları literatürde belirtilmektedir (Çavaş, 2002). Bu süreçte branş öğretmenlerinin birlikte hareket etmesi ve işbirliği içerisinde olması sağlanarak bu sorunun üstesinden gelinmeye çalışılabilir. Matematik dersinin fen ve teknoloji dersi içinde olduğu kadar, fen ve teknoloji dersinin de matematik dersi içerisinde olmasına önem verilmelidir. Bu doğrultuda matematik derslerinde çözülen örnekler fen ve teknoloji bilgilerinin kullanılabilmesi türden seçilebilir. Üniversite öğrencilerinin de kimya derslerinde matematik ağırlıklı konularda sorun yaşadıkları düşünüldüğünde, ilköğretim kademesinden itibaren bu şekilde derslerin ilişkilendirilmesiyle, öğrencilerin bu hataları üniversiteye kadar taşınmalarının önüne geçilebilir. Bu ilişki, öğrencilerin olayları bir bütün içerisinde açıklamalarını kolaylaştırarak anlamlı bir öğrenme gerçekleştirmelerini sağlayacaktır.

## KAYNAKLAR

- Bilgin, İ. ve Karakırık, E. (2005). Computer based problem solving environment in chemistry. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 4(3).
- Birinci Konur, K. (2003). *Sınıf Öğretmeni Adaylarının Genel Kimya Dersindeki Başarılarının Ölçülmesi ve Bazı Kavramların Anlaşılma Düzeyleri*. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Can, B.T., Günhan, B.C.ve Erdal, S.Ö. (2005). Fen bilgisi öğretmen adaylarının fen derslerinde matematiğin kullanımına yönelik özyeterlik inançlarının incelenmesi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17.
- Costu, B., Ayas, A., Çalık, M., Ünal, S. ve Karataş, F.Ö. (2005). Fen öğretmen adaylarının çözelti hazırlama ve laboratuvar malzemelerini kullanma yeterliliklerinin belirlenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 72 (28):65-72.
- Çavaş, B. (2002). *İlköğretim 6. Ve 7. Sınıflarda Okutulan Matematiğe Dayalı Fen Konularında Yaşanan Sorunlar, Matematiğin Bu Sorunlar İçerisindeki Yeri Ve Bu Sorunların Giderilmesinde Teknolojinin Rolü Ve Çözüm Önerileri*. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Ergül, R. ve Şanlı, M. (2000). *İlköğretim ikinci kademe öğrencilerinin temel matematik bilgilerini fen dersinde kullanma bilgi ve becerileri*. Hacettepe Üniversitesi. 4. Fen Bilimleri Eğitimi Kongresi Bildiri Kitabı, 230- 233.
- Ersoy, Y. (1998). Okullarda matematik öğretimi ve eğitimi: Ders öncesi hazırlıklar ve etkinlikler. *Çağdaş Eğitim Dergisi*, 244.
- Furio, C., Azcona, R., Guisasola, J. & Ratcliffe, M. (2000). Difficulties in teaching the concept of amount of substance and mole. *International Journal of Science Education*, 22(12):1285-1304.

- Gilbert, G.L. (1980). How do I get the answer? Problem solving in chemistry. *Journal of Chemical Education*, 57(1):79.
- Gorin, G. (1994). Mole and chemical amount. *Journal of Chemical Education*, 71(2):114-116.
- Koray, Ö., Özdemir, M. ve Tatar, N. (2005). İlköğretim öğrencilerinin "birimler" hakkında sahip oldukları kavram yanılgıları: Kütle ve ağırlık örneği. *İlköğretim Online*, 4(2):24-31.
- Krishnan, S. R. & Howe, A. C. (1994). The mole concept: Developing an instrument to assess conceptual understanding, *Journal of Chemical Education*, 71(8):653-655.
- Nakiboğlu, C. ve Kalın, Ş. (2003). Ortaöğretim öğrencilerinin kimya derslerinde problem çözüme güçlükleri-I: Deneyimli kimya öğretmenlerine göre. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 11(2):305-316.
- Nakhleh, M.B. (1993). Are our students conceptual thinkers or algorithmic problem solvers? Identifying conceptual students in general chemistry. *Journal of Chemical Education*, 70:52-55.
- Özmen, H., Demircioğlu, G. ve Ayas, A. (2002). *Lise 2 öğrencilerinin mol kavramı ve kimyasal hesaplamalarla ilgili anlama seviyeleri ve problem çözüme yeterliliklerinin belirlenmesine yönelik bir çalışma*. V.Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi.
- Schmidt, H. J.(1990). Secondary school students' strategies in stoichiometry. *International Journal of Science Education*, 12(4):457-471.
- Schmidt, H. J.(1994). Stoichiometric problem solving in high school chemistry. *International Journal of Science Education*, 6(2):191-200.
- Silberman, R.G. (1981). Problems with chemistry problems: Student perception and suggestions. *Journal of Chemical Education*, 58:1036.
- Staver, J. R. & Lumpe, A. T. (1995). Two investigation of students' understanding of the mole concept and its use in problem solving. *Journal of Research in Science Teaching*, 32(2): 191-200.