



Molekül Modeli Uzamsal Yetenek Testi Geliştirme Çalışması*

MAKALE

[http:// dergipark.gov.tr/jotcsc](http://dergipark.gov.tr/jotcsc)

Prof.Dr. Soner YAVUZ^{1,**} , Arş.Gör. Cem BÜYÜKEKŞİ¹ 

¹Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Ereğli Eğitim Fakültesi, Zonguldak, Türkiye

Öz: Kimya başarısı ile uzamsal yetenek arasında olumlu bir korelasyon vardır. Bunun nedeni kimya alanının molekül, molekül geometrisi, izomerlik gibi uzamsal kavramlar içermesidir. Uzamsal yetenek kavramının eğitim alanındaki öneminden dolayı son asırda uzamsal yeteneğin tespit edilmesi ve geliştirilmesi adına birçok çalışma yürütülmektedir. Bu çalışmanın amacı, molekül modellerinden faydalanılarak uzamsal yetenek testi geliştirmektir. Araştırmacılar tarafından hazırlanan test, 107 Fen Bilgisi Öğretmenliği öğrencisine uygulanmış ve 28 maddelik nihai hali elde edilmiştir. Ölçeğin ortalama madde gücü 0,619, ortalama ayırt edicilik indeksi 0,513 olarak hesaplanmıştır. Güvenirlilik analizi sonucunda (*KR-20*: 0,87; *Split-Half*: 0,743), ölçeğin uygulamada güvenilir sonuç verdiği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kimya, molekül, uzamsal yetenek

**Yazışmaların yapılacağı yazar e-posta: yavuz@beun.edu.tr

*Bu çalışma INTE-2018 kongresinde sözlü bildiri olarak sunulmuştur (International Conference on New Horizons in Education, Paris, 2018)

*Bu çalışma Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi BAP birimi tarafından 2018-YKD-62601546-02 numaralı proje kapsamında desteklenmiştir.

Molecular Model Spatial Ability Test Development Study

Abstract: There is positive correlation between chemistry achievement and spatial ability. Because, chemistry includes spatial concepts such as; molecule, molecular geometry and isomerism. In the last decade, many studies were conducted to evaluate and develop spatial ability, because of the importance of spatial ability in education. Purpose of this study

is to develop a spatial ability test by molecule models. The scale prepared by the researchers was applied to 107 pre-service elementary science teachers and the final scale with 28 items was obtained. Mean item difficulty was 0,619, mean discrimination index was 0,513. Reliability of the scale was examined by KR-20 and Split-Half reliability coefficient (*KR-20*: 0,87 ; *Split-Half*: 0,743).

Keywords: Chemistry, molecule, spatial ability

GİRİŞ

Uzamsal yetenek nesneyi zihinde canlandırabilme, hareket ettirebilme ve nesnenin şeklini zihinsel olarak manipüle edebilme olarak tanımlanmıştır (Lohman, 1979; Linn ve Petersen, 1985; Carroll, 1993). Uzamsal yetenek konusu ile ilgili çalışmaların tarihçesi 1800'lü yıllara dayanmakta (Galton, 1880) ve 20. yüzyılda tercih edilen bir araştırma konusu haline gelmiştir. 1900'lü yılların başında uzamsal yetenek zeka ile ilişkilendirilmiş bir olgu olarak ele alınmış olmasına rağmen devam eden süreçte genel zeka kavramından bağımsız bir yapısı olduğunu destekleyen çalışmalar yürütülmüştür (Spearman, 1927; Thurstone, 1950). Sonraki yıllarda yürütülen çalışmalarda uzamsal yetenek, zeka kavramından farklı bir yaklaşımla ele alınmıştır ve bireylerin uzamsal yeteneklerinin geliştirilebileceğine ilişkin çalışmalar yürütülmüştür (Mohler, 2006). Uzamsal yeteneği geliştirmek amacıyla yürütülen çalışmalarda kullanılan teknikler yapı ve içerik bakımından farklılık gösterse de her çalışmadan aynı oranda olumlu yanıt alınması beklenen bir sonuçtur (Braukman ve Pedras, 1993). 1930'lu yıllardan günümüze, uzamsal yeteneğin ölçülmesine dair çalışmalar yürütülmektedir. Guay (1976), bir nesnenin tek eksen etrafında döndürülmüş halini bulmaya yönelik testlerin, test kağıdının basitçe döndürülerek çözülebileceğini savunarak zihinsel işlem gerektiren Purdue Uzamsal Görselleştirme Testini geliştirmiştir. Uzamsal yeteneği ölçmek amacıyla geliştirilen envanterler, genellikle iki boyutlu resmedilmiş nesnelerin üç boyutlu halini zihinde canlandırmaya (Kyllonen, Lohman ve Snow, 1984) ve üç boyutlu nesnelerin bir veya daha fazla eksen etrafında çevrilmiş halini zihinde canlandırmaya (Winter, Lappan, Fitzgerald ve Shroyer, 1989) yönelik sorular içermektedir. Söz konusu envanterlerin ortak noktası bireylerin günlük hayatta ve eğitim sürecinde karşılaşması muhtemel olmayan, hayali nesnelere oluşmasıdır. Molekül modelleri uzamsal yetenek testlerindeki nesnelere yerine kullanılacak geometrik yapıda olmasına rağmen alanyazında moleküller kullanılarak hazırlanan uzamsal yetenek envanterlerine rastlanmamıştır.

Uzamsal yetenek üzerine yapılan çalışmalarda uzamsal yeteneğin analitik olan, analitik olmayan (Maccoby ve Jacklin, 1974), görselleştirme ve yönelim (Lohman, 1979) gibi alt bo-

yutları olduğu savunulmuştur. Alanyazında genel olarak kabul gören uzamsal yetenek boyutları, uzamsal görselleştirme ve uzamsal oryantasyondur. Uzamsal yeteneğe atfedilen bu boyutların isimleri farklı olmasına rağmen uzamsal yeteneğe konu olan eylemler temel olarak nesnenin uzayda döndürülmesi ve iki boyutlu ve üç boyutlu olarak canlandırılmasıdır. Söz konusu eylemlerin hızlı yapılması önem arz etmektedir (Olkun, 2003). Bu nedenden dolayı uzamsal yeteneği ölçmek amacıyla uygulanan testlerde zaman sınırlaması bulunmaktadır.

Uzamsal yeteneği ölçmek amacıyla hazırlanan testler, üç boyutlu nesnelerin birden fazla ekseninde hareket ettirilmesi ile oluşturulabileceği gibi iki boyutlu nesnelerin tek bir ekseninde hareket ettirilmesi ile de oluşturulabilir. Bu tür testler 7 yaşına kadar olan çocukların uzamsal yeteneklerini ölçmek için kullanılabilir. Piaget'in belirttiği işlem öncesi basamakta bulunan 1.5 – 7 yaş aralığındaki çocukların hareket halindeki nesnenin sadece hareket başlangıcındaki ve bitişindeki konumlarını canlandırabildiği, aradaki hareketleri yorumlamakta zorlanacakları için bu yaş aralığındaki çocuklara iki boyutlu nesnelerin tek bir ekseninde hareket ettirilmesine dayalı sorular yöneltilmelidir (Kerr, Corbitt ve Jurkovic, 1980). Bu tip sorular, zihinsel işleme gerek kalmadan soru kağıdının hareket ettirilmesi ile kısa sürede doğru olarak yanıtlanabileceği için güvenilir sonuçlar vermeyebilir. 7 yaşından büyük bireylerin uzamsal yeteneklerini ölçmek amacıyla zihinsel işlem gerektiren sorular hazırlanması gerekmektedir.

Leonardo da Vinci, Newton ve Galileo gibi tarihe damga vurmuş bilim insanlarının başarılarının bir nedeninin yüksek uzamsal yetenekleri olduğu söylenebilir (Lord ve Claussen, 2002). Uzamsal yeteneği yüksek olan bireyler üç boyutlu nesneleri zihinlerinde daha kolay canlandırabilmekte ve uzaydaki dizilimlerini daha iyi algılayabilmektedirler (Güzel ve Şener, 2009). Bu nedenden dolayı kapsamında üç boyutlu nesnelere olan kimya ve geometri gibi dersleri alan öğrencilerin uzamsal yeteneklerinin tespit edilmesinin ve geliştirilmesinin önemli olduğu düşünülmektedir. Alanyazında uzamsal yeteneğin fen ve matematik alanlarındaki başarıya etkisini ortaya koyan birçok çalışma mevcuttur (Pallrand ve Seeber, 1984; Casey, Nuttall, Pezaris ve Benbow, 1995; Laski vd., 2013; Mix vd., 2017). Kimya dersi atom ve molekül gibi üç boyutlu nesnelere kapsadığı için uzamsal yeteneğin kimya başarısı üzerine etkisi olduğu düşünülmektedir. Uzamsal yeteneğin önem arz ettiği belli başlı kimya konuları şunlardır;

- Kristal yapı
- Molekül modeli

- VSEPR kuramı
- S_N2 reaksiyonları
- Stereokimya
- Newman – Fischer izdüşümleri
- Simetri elementleri

Kekule'nin benzen halkasını kuyruğunu ısırarak bir yılanı benzeterek keşfetmesi uzamsal yeteneğin kimya alanındaki önemine bir kanıttır. Bodner ve McMillen (1986), yürüttükleri çalışma sonucunda uzamsal yetenek skorları ile genel kimya başarısı arasında pozitif korelasyon olduğunu ortaya koymuşlardır. Bu çalışmadan sonra uzamsal yetenek ve kimya başarısı ilişkisini inceleyen çalışmaların sayısı artmıştır. Wu ve Shah (2004) tarafından yürütülen çalışmada, 1966 yılından 2004 yılına kadar kimya dersi ile ilişkilendirilmiş uzamsal yeteneği konu alan 134 çalışma incelenmiş ve uzamsal yetenek ile kimya başarısı arasındaki olumlu korelasyona dikkat çekilmiştir. Uzamsal yetenek her ne kadar kimya başarısı üzerinde etkili olsa da kimya öğrenbilmenin bir ön şartı değil (Stieff, 2007), kimya öğrenmeyi kolaylaştıran bir olgudur.

Günümüzde teknolojinin gelişmesi ile birlikte öğrenme ortamları görsel işitsel materyallerle zenginleştirilmiştir. Bilgisayar animasyonları, video gösterileri gibi araçlarla öğrencilerin hem kimyayı daha iyi öğrenmeleri hem de uzamsal yeteneklerini geliştirmeleri sağlanabilir. Hangi örneklemede hangi materyallerin kullanılması gerektiği, öğrencilerin karakteristik özelliklerine ve gereksinimlerine göre seçilmelidir. Uzamsal yetenek, materyal seçiminde göz önünde bulundurulması gereken bir etkidir. Mayer (2002), sözel ve görsel materyallerin koordineli bir şekilde sunulmasının, uzamsal yeteneği düşük olan öğrenciler üzerinde olumlu bir etkisi olduğunu savunmaktadır. Yüksek uzamsal yeteneğe sahip öğrenciler görsel materyallerden daha fazla yarar sağlarken, düşük uzamsal yeteneği olan öğrencilerin görsel materyallerden faydalanabilmesi için bilişsel kaynaklara da ihtiyaç duydukları tespit edilmiştir. Çoklu ortam araçlarının kullanımı özellikle iyi planlanmamışsa, uzamsal yeteneği düşük olan öğrencilerin verimini düşürebilir (Gyselinck, Cornoldi, Dubois, De Beni, ve Ehrlich, 2002). Görsel materyallerin etkili bir şekilde kullanılabilmesi için uzamsal yeteneğin tespit edilmesi önem arz etmektedir.

ÇALIŞMANIN AMACI

Bu çalışmanın amacı molekül modellerinden faydalanılarak uzamsal yetenek testi geliştirmektir.

Örneklem

Çalışma Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Ereğli Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği bölümünde 1, 2, 3 ve 4. sınıflarda okuyan 107 (93 kadın, 14 erkek) öğrenci ile yürütülmüştür. Ulaşılabilir örneklem az olması, çalışmanın bir sınırlılığıdır. Verilerin toplanmasında gönüllük esas alınmış ve öğrenciler not kaygısından uzak bir şekilde soruları yanıtlamışlardır. Böylelikle denek ön yargısının önüne geçildiği varsayılmıştır. Öğrencilere testi cevaplamak için 15 dakika süre verilmiştir. Uzamsal yeteneğin ölçülmesi için uygulanan teste zaman sınırı getirilmelidir. Sorunun çözümü için zaman getirilmemesi veya fazla süre tanınması durumunda bilişsel stratejiler kullanarak çözüme ulaşılabilir (Linn ve Petersen, 1985).

Veri Toplama Aracının Geliştirilmesi

Test geliştirme işleminde kuramsal süreç basamakları ile taslak ölçek elde edilmiş, madde analizi yardımıyla gerekli düzenlemeler yapılmış ve testin nihai halinin güvenilirliği incelenmiştir. Kuramsal süreç kapsamında ilk olarak ölçülecek özellikler belirlenmiştir (McGartland, Berg-Weger, Tebb, Lee ve Rausch, 2003). Test geliştirme sürecinin başlangıcında uzamsal yeteneği ölçmek için hazırlanmış envanterler incelenmiş ve ölçülmesi planlanan özellikler belirlenmiştir (Guay, 1976; Vandenberg, 1978; Hegarty ve Waller, 2004, Turgut, 2015). Ölçeği oluşturan maddelerin üç boyutlu nesnenin uzayda çevrilmesine ve iki boyutlu nesnenin üç boyutlu halini zihinde canlandırılmasına yönelik olması istenmiştir. Bu nedenden dolayı testte iki farklı soru tipi bulunmaktadır. İlk bölümde üç boyutlu şekli verilen molekülün uzayda çevrilmiş halinin bulunması istenmiştir. Cevap şıklarında çeldirici olarak sorudaki molekülün yapı izomerine de yer verilmiştir. İkinci bölümde molekülün iki boyutlu gösterimi verilmiş ve üç boyutlu gösteriminin bulunması istenmiştir. İlk bölümde olduğu gibi cevap şıklarında molekülün yapı izomerine de yer verilmiştir. Her bir molekül üç farklı atomdan oluşmaktadır. Ölçeğin uygulanmasında siyah beyaz çıktı tercih edileceği varsayılarak her bir atom siyah, gri ve beyaz renklerle belirtilmiştir. Ölçeği oluşturan moleküller araştırmacılar tarafından hazırlanmış ve başka bir alan uzmanı tarafından kontrol edilmiştir. Metan, etan gibi temel moleküller yerine uzaydaki çevrilmiş halinin canlandırılması göreceli olarak zor olan moleküller kullanılmıştır. Amaç bir başarı testi geliştirmek olmadığı için ölçeği oluşturan moleküller fonksiyonel gruplarına ve yapılarına göre tasnif edilmemiştir.

Ölçek sadece uzamsal yeteneği ölçmek amacıyla hazırlandığı için belirtke tablosu oluşturulmamıştır. Soruyu oluşturan moleküllerin yapı izomerleri, çeldirici olması düşünülerek cevap şıklarına eklenmiştir. Nokta çift serili korelasyon değerinin en az 0.15 olması tavsiye edilir, 0.25 ve üzeri değerler iyi olarak kabul edilir (Varma, 2006). 30 maddeden oluşan veri toplama aracının madde analizi neticesinde nokta çift serili korelasyon değeri 0,15'ten küçük olan maddeler test kapsamından çıkartılmış, madde analizi tekrar yapılmıştır.

Güvenirlilik Çalışması

28 maddeden oluşan ölçeğin nihai hali incelendiğinde, nokta çift serili korelasyon değerlerinin iç tutarlılığını sınamak için KR20 ve Split-Half katsayısı hesaplanmıştır (Tablo 1). Ölçeği oluşturan maddelerin madde güçlük indeksleri birbirinden farklı olduğu için KR21 yerine KR20 formülü kullanılmıştır. Testin KR20 değeri 0,87 olarak hesaplanmıştır. Bölünmüş test çözümlenmeleri (Split - Half) hem ölçeğin iç tutarlılığının hem de ölçeği oluşturan iki bölümün birbirleri ile tutarlılığının tespit edilmesinde kullanılmıştır. Split - Half (odd-even / tek-çift) katsayısı ile ölçeğin iç tutarlığı 0,743 olarak tespit edilmiştir. Ölçeği oluşturan iki bölümün iç tutarlığını sınamak için yapılan hesaplama neticesinde Split - Half (1st - 2nd / ilk yarı-ikinci yarı) katsayısı 0,605 olarak tespit edilmiştir.

Tablo 1. Madde Analizi Sonuçları

	Madde Güçlüğü	Ayrt Edicilik İndeksi	Nokta Çift Serili Korelasyon
Madde 1	0,75	0,47	0,45
Madde 2	0,63	0,59	0,45
Madde 3	0,79	0,38	0,45
Madde 4	0,55	0,48	0,39
Madde 5	0,7	0,57	0,56
Madde 6	0,49	0,61	0,46
Madde 7	0,64	0,57	0,57
Madde 8	0,91	0,24	0,4
Madde 9	0,66	0,24	0,17
Madde 10	0,55	0,51	0,47
Madde 11	0,82	0,37	0,41
Madde 12	0,45	0,57	0,5
Madde 13	0,75	0,42	0,39
Madde 14	0,77	0,33	0,35
Madde 15	0,47	0,43	0,34
Madde 16	0,5	0,85	0,68

Madde 17	0,35	0,51	0,49
Madde 18	0,56	0,43	0,45
Madde 19	0,62	0,57	0,49
Madde 20	0,79	0,6	0,52
Madde 21	0,59	0,46	0,47
Madde 22	0,75	0,63	0,54
Madde 23	0,74	0,6	0,58
Madde 24	0,47	0,45	0,42
Madde 25	0,3	0,57	0,56
Madde 26	0,63	0,71	0,56
Madde 27	0,58	0,52	0,48
Madde 28	0,54	0,68	0,6

Ortalama madde güçlük indeksi 0,62 ve ortalama ayırt edicilik indeksi 0,513 olarak tespit edilmiştir. Maddelerin madde güçlük indeksleri (0,3 ; 0,91), ayırt edicilik indeksleri ise (0,24 ; 0,85) arasındadır. Testin, madde güçlük indeksleri incelendiğinde, orta güçlükte olduğu tespit edilmiştir.

Test uygulaması sonucunda üst grup (yüksek skor alan) ve alt grup (düşük skor alan) öğrencilerin yanıtları Tablo 2’de verilmiştir. Doğru cevap şikkının işaretleyen öğrencilerin büyük kısmının üst grupta yer aldığı, çeldirici olması düşünülen maddelerin ise alt grupta yer alan öğrenciler tarafından işaretlendiği görülmektedir.

Tablo 2. Maddelere verilen cevaplar.

	Cevap	a	b	c	d	e
Madde						
1	Toplam	5 (0,047)	2 (0,019)	19 (0,178)	80*(0,748)	1 (0,009)
	Üst	1 (0,028)	0 (0,000)	0 (0,000)	35 (0,972)	0 (0,000)
	Alt	2 (0,067)	2 (0,067)	10 (0,333)	15 (0,500)	1 (0,033)
	Fark	-1(-0,039)	-2(-0,067)	-10(-0,333)	20 (0,472)	-1(-0,033)
2	Toplam	4 (0,037)	12 (0,112)	18 (0,168)	6 (0,056)	67*(0,626)
	Üst	2 (0,056)	0 (0,000)	3 (0,083)	0 (0,000)	31 (0,861)
	Alt	2 (0,067)	11 (0,367)	5 (0,167)	4 (0,133)	8 (0,267)
	Fark	0(-0,011)	-11(-0,367)	-2(-0,083)	-4(-0,133)	23 (0,594)
3	Toplam	85*(0,794)	9 (0,084)	1 (0,009)	5 (0,047)	7 (0,065)
	Üst	34 (0,944)	0 (0,000)	0 (0,000)	0 (0,000)	2 (0,056)
	Alt	17 (0,567)	5 (0,167)	1 (0,033)	5 (0,167)	2 (0,067)
	Fark	17 (0,378)	-5(-0,167)	-1(-0,033)	-5(-0,167)	0(-0,011)
4	Toplam	6 (0,056)	20 (0,187)	17 (0,159)	5 (0,047)	59*(0,551)
	Üst	0 (0,000)	8 (0,222)	1 (0,028)	0 (0,000)	27 (0,750)
	Alt	5 (0,167)	9 (0,300)	4 (0,133)	4 (0,133)	8 (0,267)
	Fark	-5(-0,167)	-1(-0,078)	-3(-0,106)	-4(-0,133)	19 (0,483)
5	Toplam	7 (0,065)	16 (0,150)	2 (0,019)	75*(0,701)	7 (0,065)
	Üst	1 (0,028)	0 (0,000)	0 (0,000)	35 (0,972)	0 (0,000)
	Alt	5 (0,167)	8 (0,267)	1 (0,033)	12 (0,400)	4 (0,133)
	Fark	-4(-0,139)	-8(-0,267)	-1(-0,033)	23 (0,572)	-4(-0,133)
6	Toplam	20 (0,187)	52*(0,486)	28 (0,262)	1 (0,009)	6 (0,056)
	Üst	1 (0,028)	29 (0,806)	6 (0,167)	0 (0,000)	0 (0,000)

	Alt	9 (0,300)	6 (0,200)	9 (0,300)	1 (0,033)	5 (0,167)
	Fark	-8(-0,272)	23 (0,606)	-3(-0,133)	-1(-0,033)	-5(-0,167)
7	Toplam	2 (0,019)	9 (0,084)	15 (0,140)	69*(0,645)	12 (0,112)
	Üst	0 (0,000)	0 (0,000)	1 (0,028)	35 (0,972)	0 (0,000)
	Alt	2 (0,067)	4 (0,133)	7 (0,233)	12 (0,400)	5 (0,167)
	Fark	-2(-0,067)	-4(-0,133)	-6(-0,206)	23 (0,572)	-5(-0,167)
8	Toplam	4 (0,037)	1 (0,009)	3 (0,028)	97*(0,907)	2 (0,019)
	Üst	1 (0,028)	0 (0,000)	0 (0,000)	35 (0,972)	0 (0,000)
	Alt	3 (0,100)	0 (0,000)	3 (0,100)	22 (0,733)	2 (0,067)
	Fark	-2(-0,072)	0 (0,000)	-3(-0,100)	13 (0,239)	-2(-0,067)
9	Toplam	9 (0,084)	19 (0,178)	71*(0,664)	5 (0,047)	3 (0,028)
	Üst	2 (0,056)	6 (0,167)	28 (0,778)	0 (0,000)	0 (0,000)
	Alt	6 (0,200)	6 (0,200)	16 (0,533)	0 (0,000)	2 (0,067)
	Fark	-4(-0,144)	0(-0,033)	12 (0,244)	0 (0,000)	-2(-0,067)
10	Toplam	59*(0,551)	17 (0,159)	27 (0,252)	1 (0,009)	3 (0,028)
	Üst	29 (0,806)	1 (0,028)	6 (0,167)	0 (0,000)	0 (0,000)
	Alt	9 (0,300)	6 (0,200)	12 (0,400)	0 (0,000)	3 (0,100)
	Fark	20 (0,506)	-5(-0,172)	-6(-0,233)	0 (0,000)	-3(-0,100)
11	Toplam	0 (0,000)	14 (0,131)	88*(0,822)	1 (0,009)	4 (0,037)
	Üst	0 (0,000)	0 (0,000)	36 (1,000)	0 (0,000)	0 (0,000)
	Alt	0 (0,000)	6 (0,200)	19 (0,633)	1 (0,033)	4 (0,133)
	Fark	0 (0,000)	-6(-0,200)	17 (0,367)	-1(-0,033)	-4(-0,133)
12	Toplam	20 (0,187)	2 (0,019)	28 (0,262)	8 (0,075)	48*(0,449)
	Üst	2 (0,056)	0 (0,000)	9 (0,250)	1 (0,028)	24 (0,667)

	Alt	11 (0,367)	1 (0,033)	9 (0,300)	6 (0,200)	3 (0,100)
	Fark	-9(-0,311)	-1(-0,033)	0(-0,050)	-5(-0,172)	21 (0,567)
13	Toplam	80*(0,748)	15 (0,140)	4 (0,037)	5 (0,047)	2 (0,019)
	Üst	32 (0,889)	4 (0,111)	0 (0,000)	0 (0,000)	0 (0,000)
	Alt	14 (0,467)	5 (0,167)	4 (0,133)	5 (0,167)	2 (0,067)
	Fark	18 (0,422)	-1(-0,056)	-4(-0,133)	-5(-0,167)	-2(-0,067)
14	Toplam	15 (0,140)	4 (0,037)	82*(0,766)	3 (0,028)	2 (0,019)
	Üst	6 (0,167)	0 (0,000)	30 (0,833)	0 (0,000)	0 (0,000)
	Alt	5 (0,167)	4 (0,133)	15 (0,500)	3 (0,100)	2 (0,067)
	Fark	1 (0,000)	-4(-0,133)	15 (0,333)	-3(-0,100)	-2(-0,067)
15	Toplam	22 (0,206)	7 (0,065)	50*(0,467)	15 (0,140)	13 (0,121)
	Üst	5 (0,139)	1 (0,028)	24 (0,667)	3 (0,083)	3 (0,083)
	Alt	11 (0,367)	5 (0,167)	7 (0,233)	4 (0,133)	3 (0,100)
	Fark	-6(-0,228)	-4(-0,139)	17 (0,433)	-1(-0,050)	0(-0,017)
16	Toplam	11 (0,103)	6 (0,056)	53*(0,495)	25 (0,234)	11 (0,103)
	Üst	0 (0,000)	0 (0,000)	33 (0,917)	3 (0,083)	0 (0,000)
	Alt	7 (0,233)	6 (0,200)	2 (0,067)	11 (0,367)	4 (0,133)
	Fark	-7(-0,233)	-6(-0,200)	31 (0,850)	-8(-0,283)	-4(-0,133)
17	Toplam	14 (0,131)	24 (0,224)	14 (0,131)	37*(0,346)	14 (0,131)
	Üst	1 (0,028)	4 (0,111)	4 (0,111)	22 (0,611)	3 (0,083)
	Alt	8 (0,267)	11 (0,367)	5 (0,167)	3 (0,100)	3 (0,100)
	Fark	-7(-0,239)	-7(-0,256)	-1(-0,056)	19 (0,511)	0(-0,017)
18	Toplam	1 (0,009)	15 (0,140)	7 (0,065)	23 (0,215)	60*(0,561)
	Üst	0 (0,000)	1 (0,028)	2 (0,056)	2 (0,056)	31 (0,861)

	Alt	1 (0,033)	4 (0,133)	1 (0,033)	10 (0,333)	13 (0,433)
	Fark	-1(-0,033)	-3(-0,106)	1 (0,022)	-8(-0,278)	18 (0,428)
19	Toplam	14 (0,131)	11 (0,103)	4 (0,037)	66*(0,617)	11 (0,103)
	Üst	4 (0,111)	0 (0,000)	0 (0,000)	29 (0,806)	3 (0,083)
	Alt	8 (0,267)	7 (0,233)	2 (0,067)	7 (0,233)	5 (0,167)
	Fark	-4(-0,156)	-7(-0,233)	-2(-0,067)	22 (0,572)	-2(-0,083)
20	Toplam	7 (0,065)	3 (0,028)	85*(0,794)	4 (0,037)	7 (0,065)
	Üst	0 (0,000)	0 (0,000)	36 (1,000)	0 (0,000)	0 (0,000)
	Alt	4 (0,133)	3 (0,100)	12 (0,400)	4 (0,133)	6 (0,200)
	Fark	-4(-0,133)	-3(-0,100)	24 (0,600)	-4(-0,133)	-6(-0,200)
21	Toplam	63*(0,589)	12 (0,112)	13 (0,121)	10 (0,093)	7 (0,065)
	Üst	31 (0,861)	2 (0,056)	1 (0,028)	0 (0,000)	1 (0,028)
	Alt	12 (0,400)	4 (0,133)	5 (0,167)	5 (0,167)	3 (0,100)
	Fark	19 (0,461)	-2(-0,078)	-4(-0,139)	-5(-0,167)	-2(-0,072)
22	Toplam	2 (0,019)	80*(0,748)	3 (0,028)	7 (0,065)	15 (0,140)
	Üst	0 (0,000)	36 (1,000)	0 (0,000)	0 (0,000)	0 (0,000)
	Alt	1 (0,033)	11 (0,367)	1 (0,033)	3 (0,100)	14 (0,467)
	Fark	-1(-0,033)	25 (0,633)	-1(-0,033)	-3(-0,100)	-14(-0,467)
23	Toplam	2 (0,019)	11 (0,103)	4 (0,037)	11 (0,103)	79*(0,738)
	Üst	0 (0,000)	0 (0,000)	0 (0,000)	0 (0,000)	36 (1,000)
	Alt	1 (0,033)	6 (0,200)	3 (0,100)	8 (0,267)	12 (0,400)
	Fark	-1(-0,033)	-6(-0,200)	-3(-0,100)	-8(-0,267)	24 (0,600)
24	Toplam	50*(0,467)	13 (0,121)	31 (0,290)	3 (0,028)	9 (0,084)
	Üst	27 (0,750)	0 (0,000)	7 (0,194)	0 (0,000)	2 (0,056)

	Alt	9 (0,300)	8 (0,267)	8 (0,267)	1 (0,033)	3 (0,100)
	Fark	18 (0,450)	-8(-0,267)	-1(-0,072)	-1(-0,033)	-1(-0,044)
25	Toplam	13 (0,121)	29 (0,271)	14 (0,131)	19 (0,178)	32*(0,299)
	Üst	4 (0,111)	4 (0,111)	1 (0,028)	4 (0,111)	23 (0,639)
	Alt	6 (0,200)	8 (0,267)	7 (0,233)	7 (0,233)	2 (0,067)
	Fark	-2(-0,089)	-4(-0,156)	-6(-0,206)	-3(-0,122)	21 (0,572)
26	Toplam	67*(0,626)	11 (0,103)	8 (0,075)	7 (0,065)	14 (0,131)
	Üst	35 (0,972)	1 (0,028)	0 (0,000)	0 (0,000)	0 (0,000)
	Alt	8 (0,267)	4 (0,133)	7 (0,233)	4 (0,133)	7 (0,233)
	Fark	27 (0,706)	-3(-0,106)	-7(-0,233)	-4(-0,133)	-7(-0,233)
27	Toplam	15 (0,140)	62*(0,579)	15 (0,140)	5 (0,047)	10 (0,093)
	Üst	4 (0,111)	32 (0,889)	0 (0,000)	0 (0,000)	0 (0,000)
	Alt	2 (0,067)	11 (0,367)	7 (0,233)	4 (0,133)	6 (0,200)
	Fark	2 (0,044)	21 (0,522)	-7(-0,233)	-4(-0,133)	-6(-0,200)
28	Toplam	4 (0,037)	13 (0,121)	22 (0,206)	10 (0,093)	58*(0,542)
	Üst	0 (0,000)	0 (0,000)	0 (0,000)	2 (0,056)	34 (0,944)
	Alt	2 (0,067)	6 (0,200)	13 (0,433)	1 (0,033)	8 (0,267)
	Fark	-2(-0,067)	-6(-0,200)	-13(-0,433)	1 (0,022)	26 (0,678)

Doğru cevaplar * ile belirtilmiştir.

SONUÇ VE TARTIŞMA

İyi bir testte maddelerin çoğu madde güçlüğü 0.3 – 0.8 aralığında olmalıdır (Kehoe, 1995). Geliştirilen testte yer alan maddeler, madde güçlüğü 0.3 – 0.92 aralığında yer almaktadır ve iki madde dışındaki maddelerin madde güçlüğü, tavsiye edilen 0.3 – 0.8 aralığındadır. Ayırt edicilik endeksi 0.4 ve 0.4'ten yüksek olan maddeler çok iyi, 0.3 – 0.39 aralığındaki maddeler iyi, 0.2 – 0.29 aralığındaki maddeler kabul edilebilir olarak varsayılmaktadır (Mitra, Nagaraja, Ponnudurai ve Judson, 2009). Geliştirilen testte iki maddenin ayırt edicilik

endeksi 0.2 -0.29 aralığında, diğer maddelerin ayırt edicilik endeksi 0.3 değerinden yüksektir ve ortalama ayırt edicilik endeksi 0.513'tür.

Kimya, uzamsal yeteneğin anlama, kavrama ve yorumlama basamaklarında etkisi olan bir alandır. Bunun nedeni, kimyaya dair kavramların birçoğunun üç boyutlu nesnelere ve bu nesnelere uzayda dizilimini içermesidir. Moleküler oluşturan grupların ve hatta atomların herhangi birinin yerini değiştirmenin, molekülün kimyasal özelliğini değiştirmesi, uzamsal yeteneğin kimya alanındaki önemini açığa çıkaran kanıtlardan sadece bir tanesidir. Bu nedenden dolayı uzamsal yeteneğin geliştirilmesi gerekliliği doğmaktadır. Uzamsal yeteneği geliştirmek adına yapılan uygulamaların işlevselliğini sınamak ve bu tür uygulamalara ne kadar ihtiyaç duyulduğunu belirlemek için uzamsal yeteneği ölçen araçlara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmanın neticesinde hazırlanan ölçeğin, bireylerin özellikle fen bilimleri alanında öğrenim gören öğrencilerin uzamsal yeteneklerini tespit etmekte faydalı bir araç olacağı düşünülmektedir. Oluşturulan test her ne kadar moleküllerden oluşuyor olsa bile kimya eğitimi almamış bireylere de uygulanabilir. Ölçeği oluşturan maddeler birden fazla eksende döndürme işlemi gerektiği için 7 yaş ve altındaki çocuklarda uygulanması güvenilir sonuçlar vermeyebilir. Sonuç itibarıyla geliştirilen Molekül Modeli Uzamsal Yetenek Testi kimya bilgisi olan veya olmayan 7 yaşın üzerindeki bütün bireylere uygulanabilir. Test geliştirme çalışması kapsamındaki güvenilirlik çalışması sadece Fen Bilgisi öğretmen adaylarına uygulandığı için farklı bir örnekleme uygulanacağı zaman güvenilirlik çalışmasının tekrar edilmesi tavsiye edilir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi tarafından desteklenmiştir. Desteklerinden ötürü Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimine teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

Braukman, J., Pedras, M.J. (1993) A Comparison Of Two Methods Of Teaching Visualization Skills To College Students. *National Association of Industrial and Technology Teacher Educators*, 30(2), 65-80, 1993.

Carroll, J. B. (1993). *Human cognitive abilities: A survey of factor-analytic studies*. New York: Cambridge University Press.

Casey, M. B., Nuttall, R., Pezaris, E., & Benbow, C. P. (1995). The influence of spatial ability on gender differences in mathematics college entrance test scores across diverse samples. *Developmental Psychology*, 31(4), 697.

- Galton, F. (1880). Statistics of mental imagery. *Mind*, 5(19), 301-318.
- Guay, R. (1976). Purdue Spatial Visualization Test. Educational testing service.
- Güzel, N. & Şener, E. (2009). High school students spatial ability and creativity in geometry. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 1, 1763-1766.
- Gyselinck, V., Cornoldi, C., Dubois, V., De Beni, R. & Ehrlich, M. F. (2002). Visuospatial memory and phonological loop in learning from multimedia. *Applied Cognitive Psychology: The Official Journal of the Society for Applied Research in Memory and Cognition*, 16(6), 665-685.
- Harle, M. & Towns, M. (2010). A review of spatial ability literature, its connection to chemistry, and implications for instruction. *Journal of Chemical Education*, 88(3), 351-360.
- Hegarty, M. & Waller, D. (2004). A dissociation between mental rotation and perspective-taking spatial abilities. *Intelligence*, 32(2), 175-191.
- Kehoe, J. (1995). Basic Item Analysis for Multiple-Choice Tests. *ERIC/AE Digest*.
- Kerr, N. H., Corbitt, R. & Jurkovic, G. J. (1980). Mental rotation: Is it stage related?. *Journal of Mental Imagery*.
- Kyllonen, P. C., Lohman, D. F., & Snow, R. E. (1984). Effects of aptitudes, strategy training, and task facets on spatial task performance. *Journal of Educational Psychology*, 76(1), 130.
- Laski, E. V., Casey, B. M., Yu, Q., Dulaney, A., Heyman, M. & Dearing, E. (2013). Spatial skills as a predictor of first grade girls' use of higher level arithmetic strategies. *Learning and Individual Differences*, 23, 123-130.
- Linn, M. C. & Petersen, A. C. (1985). Emergence and characterization of sex differences in spatial ability: A meta-analysis. *Child development*, 1479-1498.
- Lohman, D. F. (1979). *Individual differences in speed and level in spatial ability*, Yayınlanmamış Doktora Tezi. Stanford University, California.
- Lord, T. R. & Clausen, M. T. (2002). Giving spatial perception our full attention: Are we reaching spatial learners? *Science and Children*, 39(5), 22-25.
- McGartland, R. D., Berg-Weger, M., Tebb, S., Lee, E. S., ve Rauch, S. (2003). Objectifying content validity: Conducting a content validity study in social work research. *Social Work Research*, 27(2), 94 - 104.
- Mayer, R. E. (2002). Multimedia learning. In *Psychology of learning and motivation* (Vol. 41, pp. 85-139). Academic Press.
- Mitra, N. K., Nagaraja, H. S., Ponnudurai, G. & Judson, J. P. (2009). The levels of difficulty and discrimination indices in type a multiple choice questions of pre-clinical semester 1, multidisciplinary summative tests. *IeJSME*, 3(1), 2-7.
- Mix, K. S., Levine, S. C., Cheng, Y. L., Young, C. J., Hambrick, D. Z., & Konstantopoulos, S. (2017). The latent structure of spatial skills and mathematics: a replication of the two-factor model. *Journal of Cognition and Development*, 18(4), 465-492.
- Mohler, J.L., *Examining The Spatial Ability Phenomenon From The Student's Perspective*, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Purdue University, Indiana, 2006.
- Noyes, D. L. K. (1997). *The effect of a short-term intervention program on the development of spatial ability in middle school*, Yayınlanmamış Doktora Tezi. The University of Southern Mississippi, Mississippi.

Pallrand, G. J. & Seeber, F. (1984). Spatial ability and achievement in introductory physics. *Journal of Research in Science Teaching*, 21(5), 507-516.

Spearman, C. *The Abilities of Man*; Macmillan: London, 1927.

Stieff, M. (2007). Mental rotation and diagrammatic reasoning in science. *Learning and instruction*, 17(2), 219-234.

Thurstone, L. L. (1950). Some primary abilities in visual thinking. *Proceedings of the American Philosophical Society*, 94(6), 517-521.

Turgut, M. (2015). Development of the spatial ability self-report scale (SASRS): reliability and validity studies. *Quality & Quantity*, 49(5), 1997-2014.

Vandenberg, S. G. & Kuse, A. R. (1978). Mental rotations, a group test of three-dimensional spatial visualization. *Perceptual and motor skills*, 47(2), 599-604.

Varma, S. (2006). Preliminary item statistics using point-biserial correlation and p-values. *Educational Data Systems Inc.: Morgan Hill CA. Retrieved*, 16(07).

Winter, J. W., Lappan, G., Fitzgerald, W. & Shroyer, J. (1989). *Middle Grades Mathematics Project: Spatial Visualization*. NY: Addison-Wesley.

MOLECULAR MODEL SPATIAL ABILITY TEST DEVELOPMENT STUDY

Extended Abstract

Introduction

Spatial ability is defined as imagination, mentally rotation and manipulation of objects (Lohman, 1979; Linn and Petersen, 1985; Carroll, 1993). In the last decade, many studies were conducted to evaluate and develop spatial ability, because of the importance of spatial ability in education. Spatial ability has positive affect on academic achievement in specific branches, which involve 3D objects. In the literature, there are many studies that show the effect of spatial ability on success in science and mathematics. Since the chemistry course covers 3D objects such as atoms and molecules, it is thought that the spatial ability has an impact on chemistry success. Development in technology provide wide usage of visual tools in education. Visual tools may create a handicap for low spatial skilled students. Because they could have difficulty in perception complex visual images. So, visual tools should be used regarding students' spatial ability.

Purpose and Method

Purpose of this study is to develop a spatial ability test by molecule models. Scale was prepared to measure if students rotate and manipulate molecules in space in the first part and transform 2D molecules to 3D form in the second part. Each molecule in the scale consists of three atoms and each atom was figured out with one color; white, grey and black. The scale with 30 items prepared by the researchers was applied to 107 Prospective

Elementary Science Teachers. Two items, point bi serial index is below 0.15, removed and the final scale with 28 items was obtained.

Results

Mean item difficulty was 0,619, mean discrimination index was 0,513. Reliability of the scale was examined by KR-20 and Split-Half reliability coefficient (*KR-20*: 0,87 ; *Split-Half*: 0,743).The scale developed in this study could be a useful tool in determining the spatial abilities of the students, especially the students studying in the field of science. The scale could be applied to individuals who have not studied chemistry, even it is made up of molecules.

Ek: Test yönergesi ve örnek soruları:

Ad Soyad:

Bölüm – Sınıf:

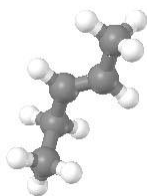
Bu test üç boyutlu düşünme becerilerini ölçmek için hazırlanmış 28 sorudan oluşmaktadır. Her sorunun sadece bir doğru cevabı vardır. Süre: 15 dakika

1 – 14. sorularda verilen molekülün bir veya daha fazla eksen etrafında çevrilmiş halini bulmanız istenmektedir.

Örnek:



a)



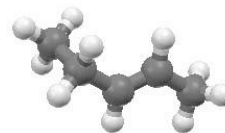
b)



c)



d)



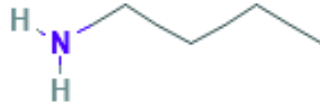
e)



Doğru cevap “e” şıkkıdır.

15 – 28. sorularda 2 boyutlu şekli verilen molekülün 3 boyutlu şeklini bulmanız istenmiştir.

Örnek:



a)



b)



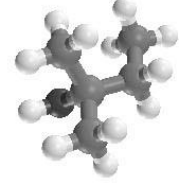
c)



d)



e)



Doğru cevap "d" şıkkıdır.
