

DOI No: <http://dx.doi.org/10.29228/Joh.45055>

Makale Türü: Araştırma makalesi
Geliş Tarihi: 08.07.2020
Kabul Tarihi: 26.08.2020
On-line Yayın: 31.08.2020

Article Type: Research article
Submitted: 08.07.2020
Accepted: 26.08.2020
Published Online: 31.08.2020

Atıf Bilgisi / Reference Information

Önal Karakoyun, G. & Asiltürk E. (2020). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Akıl Yürütme Süreçlerinde Höristiklerin Rolü: Bileşiklerin Çözünürlüklerine Göre Sıralanması. *Journal of History School*, 47, 2607-2635.

**FEN BİLGİSİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ AKIL YÜRÜTME
SÜREÇLERİNDE HÖRİSTİKLERİN ROLÜ: BİLEŞİKLERİN
ÇÖZÜNÜRLÜKLERİNE GÖRE SIRALANMASI ¹**

Gülen ÖNAL KARAKOYUN² & Erol ASİLTÜRK³

Öz

Bu araştırmanın amacı fen bilgisi öğretmen adaylarının bileşiklerin çözünürlüklerine göre sıralanması konusu ile ilgili karar verme süreçlerinde etkili olan höristikleri Talanquer tarafından önerilen on höristik modelini esas alarak açıklamaktır. Fenomenografik araştırma metodunun kullanıldığı bu çalışma kapsamında veri toplamak amacıyla Fırat Üniversitesi Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği programında öğrenim görmekte olan 30 öğretmen adayı ile 2018-2019 eğitim öğretim yılı bahar döneminde mülakatlar gerçekleştirilmiştir. Mülakatlarda katılımcılardan bileşiklerin çözünürlüklerine göre sıralanması konusu ile ilgili bir soruyu cevaplamaları ve cevaplarının nedenlerini açıklamaları istenmiştir. Araştırma sonucunda akıcılık höristiği hariç diğer tüm höristiklerin katılımcıların yorumlarını ve akıl yürütmelerini etkilediği, höristiklerin etkilerinden dolayı da öğrencilerin genellikle bilimsel akıl yürütmeler yerine kestirme yollu stratejileri kullandıkları tespit edilmiştir. Katılımcıların ilgili soruya vermiş olduğu

¹ Makale yazımı yazar etki oranı: 1.yazar: % 60, 2. yazar: %40. Bu makale Gülen Önal Karakoyun'un "Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Bazı Kimya Konularındaki Höristik Kullanımlarının İncelenmesi" başlıklı doktora tezinin ilgili kısımlarından hazırlanmıştır. Fırat Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırmaları Etik Kurulundan onay alınmıştır (Tarih 24.01.2019, Toplantı sayısı: 17, Karar No: 9).

² Öğr. Gör., Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Muradiye Meslek Yüksek Okulu, Kimya ve Kimyasal İşletme Teknolojileri Bölümü, Kimya Teknolojisi Programı, gulenonal@yyu.edu.tr, Orcid: 0000-0002-7675-0006

³ Prof. Dr., Fırat Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı, ecil@firat.edu.tr, Orcid: 0000-0001-8126-7812

cevaplardan 7 farklı cevap deseni elde edilmiş olup, bu desenlerden doğru cevabı ihtiva edeninin oranı %10 olarak bulunmuştur. Araştırma ile h ristiklerin katılımcılar tarafından kullanılma yüzdeleri de belirlenmiştir. En çok kullanılan h ristiklerin çağrışımsal aktivasyon ve nitelik yer değiştirmesi höristikleri olduğu ve ayrıca Talanquer tarafından önerilen modelde yer almamasına rağmen periyodik eğilim h ristiğinin de katılımcıların bileşiklerin     n rl klerine göre sıralanması konusundaki akıl yürütmelerini etkilediği de bu çalışma ile açığa çıkarılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Fen Eğitimi,     n rl k, H ristik, Kimya Eğitimi, Akıl Yürütme.

The Role of Heuristics in the Reasoning Processes of Pre-Service Science Teachers: Ranking of Compounds According to Their Solubility

Abstract

The aim of this study is to explain the heuristics that are effective in science teacher candidates' decision making processes related to the ranking of the compounds according to their solubility based on the ten heuristics model proposed by Talanquer. In this study, in which the phenomenographic research method was used, in order to collect data, interviews were conducted with 30 pre-service science teachers enrolled Firat University Faculty of Education Science Teaching Program in the spring semester of 2018-2019 academic year. In the interviews, the participants were asked to answer a question about the ranking of the compounds according to their solubility and explain the reasons for their answers. As a result of the research, it has been determined that all heuristics except fluency heuristic affect the comments and reasoning of the participants, and because of the effects of these heuristics, students generally used shortcut strategies instead of scientific reasoning. Seven different answer patterns were obtained from the responses given by the participants to the relevant question, and the ratio of the answer pattern containing the correct answer is 10 %. It was revealed by the present study that the most used heuristics are the associative activation and attribute substitution heuristics. It was also revealed that although it is not included in the model proposed by Talanquer, the periodic trend heuristic also affects the reasoning of the participants reasoning related to the ranking of the compounds according to their solubility.

Keywords: Science Education, Solubility, Heuristic, Chemical Education, Reasoning.

GİRİŞ

Bireylerin akıl yürütmelerine yön veren zihinsel yapıları araştırmak amacıyla bilişsel psikoloji, gelişim psikolojisi ve fen eğitimi alanlarında araştırmalar yapılmaktadır. Bu araştırmalar sonucunda, bireylerin tanıma, kategorize etme ve karar vermelerini kolaylaştıran bazı zihinsel yapıların aynı zamanda etkili, analitik veya bilimsel akıl yürütmeleri kısıtlayan çeşitli bilişsel unsurları da içerdikleri açığa çıkarılmıştır (Hatano ve Inagaki, 2000; Keil, 1990; Wellman ve Gelman, 1998; Talanquer, 2014; Maeyer ve Talanquer, 2013). Bu alanlarda yapılan çalışmalar sonucu bireylerin akıl yürütmelerini kısıtlayan farklı bilişsel unsurlar tanımlanmıştır (Maeyer ve Talanquer, 2013). Bu bilişsel unsurlardan bazıları şunlardır; temel bilgi (Spelke ve Kinzler, 2007), imalı varsayımlar (Vosniadou, 1994), temel hipotezler ve ontolojik inançlar (Chi, 2008), ilkel fenomenolojiler (diSessa, 1993), sezgisel kurallar (Stavy ve Tirosh, 2000), höristikler (Gigerenzer ve Gaissmaier, 2011), kavramsal kaynaklar (Redish, 2004) ve tümevarımsal kısıtlayıcılar (Perfors vd., 2011).

Bireylerin akıl yürütmelerini kısıtlayan bilişsel unsurlardan biri olan höristikler bilişsel bilim, gelişim psikolojisi, davranışsal iktisat ve davranış bilimi gibi çeşitli bilim dallarında bireylerin günlük hayatlarındaki karar verme ve yargılama süreçlerini açıklamada sıklıkla kullanılmaktadır (Evans, 2006; Schwarz, 2004; Hastie, 2001; Ferrari ve Dovidio, 2000; Connor ve Becker, 2003). Höristik terimi bireylerin günlük ve sosyal hayatlarındaki yargılama ve karar verme süreçlerini açıklama amacıyla geliştirilmiş bir teori olan “çift süreç” teorisinde yer alan Tip 1 süreçleri ile ilgilidir (Ugras, 2018; Graulich, 2014; Sloman, 1996). Bu teoriye göre bireylerin akıl yürütmelerinde Tip 1 ve Tip 2 şeklinde adlandırılan iki farklı süreç etkili olmaktadır. Tip 1 süreçleri işler belleğin kullanımına önem vermeyen, otomatik ve çok hızlı süreçlerdir (Evans, 2006; Evans, 2008; Ugras, 2018). Bilişsel yetenekten bağımsız olarak ilerleyen Tip 1 süreçlerinin tetiklenmesi için özel bir gayrete gerek yoktur (Stanovich ve West, 2000; Ugras, 2018). Tip 1 süreçleri özerk süreçler olup, bireylerin sezgisel akıl yürütmeleri ile ilgilidir (Stanovich ve West, 2000). Tip 1 süreçlerinde öğrenilmiş stratejiler ve doğal olarak oluşan akıl yürütmeler önemli rol oynarlar (Talanquer, 2014). Özel bilişsel gayret ve bilinçli müdahalelere gereksinim duyan Tip 2 süreçleri ise sıralı olarak ilerleyen yavaş süreçlerdir. İşler belleğin kullanımının ön plana çıktığı Tip 2 süreçleri bireylerin etkili, analitik ve bilimsel düşünmeleri ile ilgilidir (Ugras, 2018; Maeyer, 2013; Evans, 2006; Evans, 2008). Literatürde yer alan bilimsel çalışmalarda bireylerin bilimsel akıl yürütmelerinin ölçülmesinde bireylerin Tip 2 süreçlerini uygulama performanslarının dikkate alındığı bildirilmektedir (Ugras, 2018; Maeyer, 2013). Çift süreç teorisinde yer alan ve yukarıda ayrıntılı bir şekilde açıklanan Tip 1 süreçleri kısa yollu akıl

yürütme stratejileridirler ve höristikler olarak adlandırılırlar (Kahneman ve Frederick, 2002; McClary ve Talanquer, 2011; Ugras, 2018).

Farklı/yeni bir olay ve problem ile karşılaşan bireylerin akıl yürütme süreçlerinde h ristiklerin çok hızlı bir şekilde tetiklendiği ve bu bireylerin akıl yürütme, yargılama ve karar verme süreçlerinde h ristiklerin baskın bir şekilde etkili olduğu literatürde bildirilmektedir (Evans, 2008; Graulich, 2014; McClary ve Talanquer, 2011). Özellikle de bilgi/motivasyonun eksik olduğu şartlarda veya zamanın sınırlı olduğu şartlarda höristikler son derece aktif bir rol oynamaktadır (Shah ve Oppenheimer, 2008; Simon, 1990; Ugras, 2018). Akıl yürütme ve yargılama süreçlerinde daha az faktörü değerlendirdikleri ve daha az ipucunu kullandıkları için, höristikler fazla bilişsel çaba olmaksızın kısa sürede karar verilmesini sağlarlar (Todd ve Gigerenzer, 2000). Bununla birlikte, höristikler akıl yürütme süreçlerinde gözlenen çeşitli bilişsel önyargılardan da sorumlu tutulmaktadır (Talanquer, 2014; Ugras, 2018). Bu bilişsel önyargıların ortadan kaldırılması ve yerine bilimsel akıl yürütmelerin kullanılması için Tip 2 süreçlerinin müdahalesi zorunludur. Yüksek bilişsel yeteneğe ve konu ile ilgili yeterli bilgiye sahip olunması durumunda Tip 2 süreçlerinin yukarda bahsedilen şekilde bilinçli bir müdahalesinin olması ihtimali oldukça yüksektir (Morewedge ve Kahneman, 2010; Shah ve Oppenheimer, 2008; Ugras, 2018).

Gelişim psikoloğisi, bilişsel bilim, davranış bilimi ve davranışsal iktisat gibi bilim dallarında yapılan araştırmalar sonucu birçok h ristik belirlenmekte ve tanımlanmaktadır. Günlük hayat ile ilgili araştırmalarda adından sıklıkla bahsedilen “kıymet h ristiği” bir örnek olarak verilebilir. Bir kişiden bir ürünün kaliteli olup olmadığı ile ilgili olarak bir karar vermesinin istendiğini düşünelim. Normalde bir ürünün kaliteli olup olmadığını değerlendirmek için o ürünle ilgili olarak birçok parametrenin değerlendirilmesi gerekmektedir. Bununla birlikte, günlük hayatta insanların çoğu bir ürününün kaliteli olup olmadığı ile ilgili bir karar verirken sadece o ürünün fiyatına göre karar vermektedirler. Bu şekilde karar veren insanların “bir ürün ne kadar pahalıysa o kadar kalitelidir” şeklindeki akıl yürütmeleri kıymet h ristiğinin etkisinin bir sonucudur (Mitra, 1995; Ugras, 2018). Değişik bilim alanlarında, değişik bakış açılarıyla bireylerin günlük hayat ile ilgili yargılama ve karar verme süreçleri üzerine yapılan bilimsel araştırmalar sonucu tanımlanan ve isimlendirilen h ristik sayısı her geçen gün artmaktadır. Hatta çok fazla sayıda höristiğin belirlenmiş ve isimlendirilmiş olması h ristiklerin isimlerinin birbirleriyle karıştırılması gibi bazı problemlere neden olmaktadır. H lbuki h ristik stratejiler üzerine yapılan çalışmaların çoğu genel prensiplerin alana özgü örneklerinin sunumudur ve farklı isimlerle adlandırılan h ristiklerin çoğu bireylerin farklı konularla ilgili akıl yürütme süreçlerinde benzer bilişsel süreçleri kullanmaktadır (Ugras, 2018; Graulich, 2014). Bu

Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Akıl Yürütme Süreçlerinde Höristiklerin Rolü:
Bileşiklerin Çözünürlüklerine Göre Sıralanması.

nedenle, höristikler ile ilgili bu karmaşıklıkları azaltmak için benzer süreçleri esas alan höristikleri aynı başlık altında kategorize etmeyi amaçlayan çalışmalara da literatürde rastlanılmaktadır (Morewedge ve Kahneman, 2010; Goldstein ve Gigerenzer, 2002).

Öğrencilerin kimya konuları ile alakalı yargılama, akıl yürütme ve karar verme süreçlerinde etkisini gösteren önyargıları araştırmak ve bu önyargılara neden olan bilişsel kısıtlayıcıların kimya konularındaki çalışma mekanizmalarını anlamak isteyen fen/kimya eğitimcileri, 2010’lu yıllardan itibaren çift süreç teorisinden ve özellikle de bu teoride adından sıklıkla bahsedilen höristiklerden faydalanmaya başlamıştır. Bu tür çalışmalar sonucu öğrencilerin farklı kimya konuları ile ilgili karar verme süreçlerinde sezgisel yargılamaların farklı etkilerinin olduğu, öğrencilerin bu süreçte çeşitli höristikleri kullandıkları ve öğrencilerin genellikle Tip 1 süreçlerine güvenerek karar verdikleri tespit edilmiştir (Maeyer ve Talanquer, 2010; Connor vd., 2019; Becker ve Cooper, 2014; Cooper vd., 2013). Kimya konularından şu ana kadar katılma reaksiyonları, ayrılma reaksiyonları, kimyasal problem çözme, moleküllerin asitlik kuvveti, kimyasal reaktivite, kimyasal bağ teorileri ve molekül yapılar, kimyasal maddelerin sınıflandırılması ve moleküllerin yapı-özellik ilişkileri konularında öğrencilerin sezgisel akıl yürütmeleri ve höristik kullanımlarının detaylı bir şekilde incelendiği yapılan literatür incelemelerinden anlaşılmaktadır (Graulich vd., 2011a; Graulich vd., 2011b; Maeyer, 2013; McClary ve Talanquer, 2011; Maeyer ve Talanquer, 2013; Ugras, 2018; Cooper vd., 2013). Yukarda bahsedilen kimya konuları ile ilgili yapılan araştırmalarda höristiklerle ilgili olarak herhangi bir model (Talanquer tarafından önerilen kimyada 10 höristik modeli gibi) veya standart kullanılmamıştır. Bu araştırmaların her birinde araştırmacılar höristikleri bağımsız bir şekilde belirlemiş ve isimlendirmişlerdir. Kimya konularında da birbirinden bağımsız olarak yapılan çalışmalar sonucu tespit edilen ve isimlendirilen höristik stratejilerin sayısı her geçen gün artmaktadır. Bununla birlikte, Talanquer yakın bir zamanda yapmış olduğu bir çalışma ile kimya alanında sıklıkla kullanılan höristikleri kullanmış oldukları bilişsel süreçlere göre açıklamış ve bu höristikleri 10 başlık altında toplamıştır (Talanquer, 2014). Talanquer’in bu modeli oldukça önemlidir ve kimya alanında höristikler ile ilgili yapılacak çalışmalar için bir referans olacak niteliktedir. Örneğin, Miller ve Kim (2017) hidrojen bağı konusunda öğrencilerin kullanmış oldukları höristikler ile ilgili yapmış oldukları çalışmada Talanquer tarafından önerilen bu modeli esas almışlardır. Miller ve Kim (2017) tarafından gerçekleştirilen bu araştırma kimya konularında höristiklerin kullanımını Talanquer tarafından önerilen modele göre şu zamana kadar açıklayan ilk ve tek çalışmadır. Bu konu ile ilgili olarak önemli bir hususu belirtmekte fayda vardır: Öğrencilerin akıl yürütmelerinin ve bu akıl

yürütmeler esnasında h ristik kullanmalarının derinlemesine ve ayrıntılı bir şekilde araştırılması için en uygun yolun öğrenciler ile mülakatlar yapmak olduğu bilinen bir gerçektir ve bu gerçek birçok araştırmada vurgulanmaktadır (Ugras, 2018). Bununla birlikte Miller ve Kim (2017) araştırmalarında mülakat yapmamışlar, sadece öğrencilerin vermiş oldukları yazılı cevapları analiz etmek ile yetinmişlerdir. Mülakat tekniğinden faydalanmadıkları için de Talanquer tarafından önerilen 10 h ristikten sadece 6 tanesini hidrojen ba ı konusu ile ilgili olan araştırmalarında inceleyebilmişlerdir. Bu araştırma çalışmasında ise öğrencilerin bileşiklerin suda artan çözünürlüklerine göre sıralanması ile ilgili akıl yürütme süreçlerinde Talanquer tarafından önerilen 10 h risti in tamamının etkisinin detaylı bir şekilde incelenebilmesi amacıyla öğrenciler ile mülakatlar gerçekleştirilmiştir. Talanquer (2014) kimya konularında öğrencilerin akıl yürütme sürecinde etkili olabilecek on h risti in her birini, kimya alanına özel örneklerle birlikte, yapmış olduğu teorik çalışmasında ayrıntılı bir şekilde açıklamıştır. Bu 10 h ristik şunlardır;  a rışımsal aktivasyon, akıcılık, nitelik yer değiştirmesi, tek nedenli karar verme, yüzeysel benzerlik, tanıma, genelleştirme, katılık, aşırı  zg ven ve duygulanım. Talanquer'in modelinde belirttiği bu on h ristikle ilgili kısa açıklamalar aşağıda sunulmuştur (Talanquer, 2014).

Çağrışımsal Aktivasyon

Bu h ristik, boşlukları doldurmak için hafızada mevcut bulunan zihinsel yapıların kullanılması olarak tanımlanmaktadır. Bazı nesne veya olaylarla ilişkilendirilmiş olarak insan hafızasında mevcut halde bulunan zihinsel yapılar, bir kişi kendisine bu nesne ve olayları hatırlatan bir şeyleri algıladığında otomatik olarak ortaya çıkabilir. Bununla birlikte, bu bilgilerin ge miştekilerle ilgisi olmayan veya geçmişteki şartlara y zeyssel olarak benzeyen yeni durumlarda kullanılması ile yanlış kararlar da verilebilir.

Akıcılık

Akıcılık h ristiği bireylerin bir problemi çözme sürecinde kolay elde edilebilen ipuçlarının kullanılması olarak tanımlanmaktadır. Bir problemde verilen bilgilerin tamamı beyin tarafından aynı kolaylık derecesi ile işlenmez. Herhangi bir alanda yeni olan bir kişi için, aşikâr olarak verilen özelliklerin incelenmesi imalı olarak verilen özelliklerin incelenmesinden daha kolaydır.

Nitelik Yer değiştirmesi

Nitelik yer değıştirmesi kolay elde edilebilen bir niteliğin hedef nitelik ile yer değıştirmesi ve böylelikle de hedef nitelik yerine kolay elde edilebilen başka nitelik veya niteliklerin değeriendirilmesi olarak tanımlanmaktadır. Bir uyarıcının özel bir niteliğinin değeriendirilmeye başlanması otomatik olarak o

Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Akıl Yürütme Süreçlerinde Höristiklerin Rolü:
Bileşiklerin Çözünürlüklerine Göre Sıralanması.

uyarıcının diğer boyut ve niteliklerinin de değerlendirilmesini aktive eder. Bazı zamanlar bir hedef nitelik, bu hedef niteliğin akla getirdiği diğer niteliklerden daha az erişilebilir olabilir. Böyle durumlarda daha kolay elde edilebilen bir niteliğin hedef nitelik ile yer değiştirmesi gerçekleşebilir.

Tek Nedenli Karar Verme

Tek nedenli karar verme bireylerin cevap üretmek için tek bir ipucu veya faktörü kullanarak akıl yürütmeyi kolaylaştırma eğiliminde olmaları olarak tarif edilmektedir. İnsanlar yargılamada bulunurken veya karar verirken değerlendirdikleri veya analiz ettikleri faktörlerin sayısını azaltma eğilimindedirler. Bunu yaparken de akıllarına gelen ilk özelliği kullanırlar.

Yüzeysel Benzerlik

Yüzeysel benzerlik höristiği bireylerin birbirlerine benzeyen nesnelerin ya da olayların aynı kategorideki üyeler olduğunu ve dolayısıyla benzer özellikleri, davranışları ve içyapıları paylaştıklarını varsaymaları olarak tarif edilmektedir.

Tanıma

Tanınan nesneler veya olaylar, insanların aldıkları kararlar üzerinde güçlü bir etkiye sahiptir. Birden fazla nesneden biri tanınır ve diğerleri tanınmazsa, tanınan nesneye daha yüksek değer verilmesi durumu tanıma höristiği olarak tanımlanmaktadır.

Genelleştirme

Bireylerin tüm değişkenleri göz önünde bulundurmadan, önceden tecrübe ettikleri birkaç olaydan elde ettikleri bilgileri kullanarak daha önce öğrenmiş oldukları kalıpları ve kuralları bilinçsizce fazladan genelleştirmeleri genelleştirme höristiği olarak tanımlanmaktadır.

Katılık

Bireylerin yeni bir problemle ilgili akıl yürütürken geçmişte kullanmış oldukları stratejilere veya çözümlere aşırı bağlı kalmaları ve yeni problemin çözümü sürecinde esnek ve yaratıcı şekillerde akıl yürütme eğiliminde olmamaları katılık höristiğinin etkisi olarak değerlendirilmektedir.

Aşırı Özgüven

Aşırı özgüven, bazı bireylerin bilgilerine, yargılarına ve almış oldukları kararlarına olan güvenlerinin, bu kararların doğruluğundan daha yüksek olduğu olgusunu ifade eder. Aşırı özgüven çeşitli yanılsamalardan sorumlu tutulmaktadır.

Duygulanım

Olayların, sözlerin veya görsellerin harekete geçirdiği olumlu veya olumsuz duyguların konuyla veya olaylarla ilgili yargılama ve karar verme sürecinde bireyleri etkilemesi duygulanım hōristiđi olarak tanımlanmaktadır.

Bu araştırmada hōristik akıl yürütmelerin öğrencilerin bileşiklerin suda artan çözünürlüklerine göre sıralanması ile ilgili yorumlarında ne tür bir rol oynadıkları detaylı bir şekilde incelenmiştir. Bu araştırma literatüre ve bilim dünyasına; sezgisel yargılama ve karar verme süreçleri, hōristikler ve öğrencilerin çözünürlük ile ilgili akıl yürütmeleri konularında katkılar sağlamak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Yapılan bu araştırmanın ve benzeri çalışmaların sonuçları, kimya konularında eğitimcilerin öğrencilerin akıl yürütmelerini daha iyi anlamalarına ve böylelikle de öğrencileri bilimsel akıl yürütmeye teşvik edici stratejileri geliştirmelerine yardımcı olacağı düşünülmektedir.

YÖNTEM

Bu çalışma, 2018-2019 eğitim öğretim yılı bahar döneminde Fırat Üniversitesinde, Türkiye’de gerçekleştirilmiştir. Araştırmaya, gönüllülük esasına bağlı olarak, Fırat Üniversitesi Eğitim Fakóltesi Fen Bilgisi Öğretmenliği programında öğrenim görmekte olan, 2., 3. ve 4. sınıflarda öğrenim gören 30 öğretmen adayı katılmıştır. Katılımcılardan 16 tanesi erkek, 14 tanesi kadındır. Çalışmaya katılacak öğrenciler belirlenirken Genel Kimya I ve Genel Kimya II derslerindeki başarılar dikkate alınmıştır. Katılımcıları 1/3 ü bu derslerden başarısız olan, 1/3 ü orta seviyede başarılı olan ve 1/3 ü de üst düzeyde başarılı olan öğrencilerden oluşturulmuştur. Çalışmada katılımcıların gerçek isimleri kullanılmamış, onun yerine katılımcılar S1, S2, S3, S4,..... şeklinde bir kodlama ile isimlendirilmiştir.

Bu araştırmada öğrencilerin bileşiklerin artan çözünürlüklerine göre sıralanması konusunda hōristik kullanımlarını araştırmak amacıyla nitel araştırma metotlarından biri olan fenomenografik araştırma metodu kullanılmıştır. Uzun yıllardan beri eğitim araştırmalarında kullanılan bir yaklaşıım olan fenomenografi “insanların bir fenomeni anlama, anlamlandırma, kavrama, haberdarlık veya deneyimleme yollarındaki çeşitliliğin ortaya çıkartılması” olarak tanımlanmaktadır (Akerlind, 2005; Didiş vd., 2008). Fenomenografi eğitim araştırmalarında farklı bireylerin aynı kavramdan neleri anladıklarını veya algıladıklarını ortaya koymakta kullanılan oldukça kabul gören bir yöntemdir (Didiş vd., 2008; Wihlborg, 2004). Fenomenografik araştırmalarda konu ile ilgili ayrıntılı bilgi edinmek amacıyla genellikle mülakatlardan yararlanılır. Bu

Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Akıl Yürütme Süreçlerinde Höristiklerin Rolü:
Bileşiklerin Çözünürlüklerine Göre Sıralanması.

nedenle, mevcut araştırmada katılımcıların bileşiklerin suda artan çözünürlüklerine göre sıralanması ile ilgili akıl yürütmelerini sağlıklı bir şekilde tespit edebilmek ve bu süreçte katılımcılar tarafından kullanılan höristikleri belirlemek amacıyla katılımcılarla mülakatlar gerçekleştirilmiştir. Mülakat sürecinde, öğrencilerden aşağıdaki soruyu cevaplamaları istenmiştir;

“BaO, MgO, NaBr, NaCl bileşiklerini suda artan çözünürlüklerine göre sıralayınız.”

Bu soru daha önce Maeyer ve Talanquer (2010) tarafından yapılan bir çalışmada kullanılmış bir sorudur. Mülakatlar esnasında bu soru öğrencilere sorulduktan sonra, soruyu cevaplamaları için katılımcılara 2 dakika süre verilmiştir. Sürenin sınırlı olduğu durumlarda sezgisel yargılama ve karar vermelerin etkisinin daha çok olacağı literatürde belirtilmiştir (Ugras, 2018; Graulich, 2014; McClary ve Talanquer, 2011). Bu nedenle süre sınırlı tutulmuştur. Daha sonra katılımcılardan cevaplarının nedenlerini ayrıntılı bir şekilde açıklamaları istenmiştir. Katılımcıların cevaplarının nedenlerini ayrıntılı bir şekilde açıklaması sürecinde zaman sınırlaması uygulanmamıştır. Talanquer tarafından önerilen höristiklerin tamamının özellikle de katılık, aşırı özgüven ve duygulanım höristiklerinin öğrencilerin soruyu cevaplama sürecinde rol alıp almadığını belirlemek amacıyla, gerek ilgili kimya sorusu katılımcılara sorulmadan önce, gerekse katılımcılar soruyu cevapladıktan sonra katılımcılara ilave bazı sorular da sorulmuştur. Sesli ve görsel olarak kaydedilen mülakatlar yazılı doküman haline getirilerek her bir öğrenci için mülakat transkriptleri oluşturulmuştur. Mülakat transkriptlerinden elde edilen verilerin analizi ile höristik akıl yürütmeler tespit edilmiş ve kodlanmıştır. Kodlamalar yapılırken öğrencilerin kimyada höristik akıl yürütmeleri üzerine yapılmış olan ve literatürde yer alan diğer benzer araştırmalardan da yararlanılmıştır (Ugras, 2018; Talanquer, 2014; Graulich, 2014; Maeyer ve Talanquer, 2010; Miller ve Kim, 2017).

Değerlendirici güvenilirliğini sağlamak amacıyla, mülakat transkriptlerinden rastgele seçilen 8 tanesi (yaklaşık %25'i) ilk olarak hem araştırmacı hem de danışman tarafından ayrı ayrı değerlendirilmiş ve kodlamalar yapılmıştır. Her iki değerlendiricinin sonuçları birbiri ile karşılaştırılmış ve aralarında %90'ın üzerinde bir uyum olacak şekilde kodlamalar revize edilmiştir. Bu uyum sağlandıktan sonra, geriye kalan tüm mülakat transkriptleri araştırmacı tarafından değerlendirilmiş ve kodlamalar yapılmıştır. Höristikler ile ilgili bir kodlama şeması oluşturmak için Talanquer (2014) tarafından önerilen on höristik kullanılmıştır. Katılık, aşırı özgüven ve duygulanım höristikleri hariç diğer höristikler için kodlamalar öğrencilerin soru çözümü için yapmış oldukları

açıklamalarda bulunan spesifik ifadelerin her bir h ristik ile ilişkilendirilmesi ile yapılmıştır. Kodlamaların yapılmasına dayanak teşkil eden spesifik  ğrenci ifadeleri sonuç ve tartışma bölümünde belirtilmiştir. Katılık, aşırı  zg ven ve duygulanım höristiklerinin belirlenmesi ve bu h ristiklerin kodlanması için ise aşağıda detaylı bir şekilde açıklanan prosedür uygulanmıştır.

Katılık

Bu çalışmada, katılık h ristiğinin etkilerini araştırmak için şu şekilde bir yol izlenmiştir: İlgili kimya sorusu katılımcılara sorulmadan önce katılımcılara şu soru y neltirmiştir: “Bileşiklerin suda artan çözünürlüklerine göre sıralanması ile ilgili kesin bir yargı/önyargıya sahip misin? Mesela “Bileşiklerin suda artan çözünürlüklerine göre sıralanması ile ilgili olarak soru ne olursa olsun değıştirmeyeceğim yargılarımla/ akıl y r tmelerim vardır. Daima o yargılarımla/ akıl y r tmelerimi kullanarak değlerlendirmelerde bulunurum ve problemi çözerim” şeklinde yaklaşımlarınız var mı? Katılımcıların bu soruya vermiş oldukları cevaplar titizlikle incelenmiştir. Ayrıca katılımcıların gerçekten de söyledikleri gibi önceden almış oldukları stratejileri kullanarak soruyu çözüp  zmediklerine, soruyu çözerken esnek olup olmadıklarına da mülakatlar esnasında özellikle dikkat edilmiştir.

Aşırı  zg ven

Bu çalışmada katılımcılarda aşırı özgüvenin etkilerini araştırmak için şu şekilde bir yol izlendi. İlgili kimya sorusu katılımcılara sorulmadan/gösterilmeden önce katılımcılara şu soru y neltirmiştir: “Bileşiklerin suda artan çözünürlüklerine göre sıralanması ile ilgili bir soru ile karşılaşırsan soruyu doğru bir şekilde cevaplayabileceğine ilişkin kendine olan güvenin hangi seviyededir. Güven seviyene 1 ile 10 arasında bir değler vermek istersen (en düşükten en y kseğle doğru ifade etmek maksadıyla) kaç verirsin”. İlgili kimya sorusu katılımcılara sorulduktan/gösterildikten hemen sonra,  ğrenci soruyu çözmeye başlamadan önce katılımcılara şu soru y neltirmiştir: “Bu soruyu doğru bir şekilde cevaplayabileceğine ilişkin kendine olan güvenin hangi seviyededir. Güven seviyene 1 ile 10 arasında bir değler vermek istersen (en düşükten en y kseğle doğru ifade etmek maksadıyla) kaç verirsin”. Son olarak da soruyu çözdükten sonra katılımcılara şu soru sorulmuştur: “Bu soruyu doğru bir şekilde cevapladığın hususunda kendine olan güvenin hangi seviyededir. Güven seviyene 1 ile 10 arasında bir değler vermek istersen (en düşükten en y kseğle doğru ifade etmek maksadıyla) kaç verirsin”. Bu üç soruya da cevap olarak 8, 9 veya 10 verildiğle durumlarda aşırı  zg ven h ristiğle kodlanmıştır. Bu türden cevap veren öğrenciler genellikle şu tür ifadelerde bulunmuştur: “kendime güveniyorum, soruyu kesinlikle doğru çözdüm/çözeceğim”

Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Akıl Yürütme Süreçlerinde Höristiklerin Rolü:
Bileşiklerin Çözünürlüklerine Göre Sıralanması.

Duygulanım

Duygulanım höristiğinin bileşiklerin suda artan çözünürlüklerine göre sıralanması ile ilgili konudaki etkisini araştırmak için şu şekilde bir yol izlenmiştir. İlgili kimya sorusu katılımcılara sorulmadan/gösterilmeden önce katılımcılara şu soru yöneltilmiştir: “Bileşiklerin suda artan çözünürlüklerine göre sıralanması konusu denilince neler hissedersin, öğrenim hayatınca bu kimya konusunda sende pozitif veya negatif etki oluşturacak bir olay yaşadın mı? Böyle bir olay varsa hala etkisini sürdürüyor mu?”. “Ayrıca soru katılımcılara sorulduktan/gösterildikten sonra katılımcılara şu soru yöneltilmiştir: Soruyu gördün ne hissediyorsun?” Bu sorulara verilen cevaplarda katılımcının geçmiş tecrübelerinden dolayı negatif veya pozitif duygularının olduğunun tespit edildiği durumlarda duygulanım höristiği kodlanmıştır.

BULGULAR ve YORUM

Bu çalışmada, bazı kimyasal bileşiklerin suda artan çözünürlüklerine göre sıralanmasının istendiği bir görevin yerine getirilmesi sürecinde öğrencilerin höristik akıl yürütmeleri incelenmiştir. Gerçekleştirilen mülakatlarda katılımcılardan NaCl, NaBr, BaO ve MgO bileşiklerini suda artan çözünürlüklerine göre sıralamaları ve yapmış oldukları sıralamanın sebeplerini açıklamaları istenmiştir. Katılımcıların bahsedilen soruya vermiş oldukları cevaplar esas alınarak 7 adet farklı cevap deseni oluşturulmuştur. Elde edilen bu farklı cevap desenleri, bu cevapları veren öğrencilerin kod isimleri, bu cevapları veren öğrencilerin sayıları ve yüzdeleri Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1
Elde Edilen Cevap Desenleri

Küme	Cevap Deseni	Öğrenciler	n	%
A	BaO < NaBr < NaCl < MgO	S1, S3, S13, S24	4	13.33
B	MgO < NaCl < NaBr < BaO	S8, S10, S18	3	10.00
C	BaO < MgO < NaBr < NaCl	S6, S7, S9, S14, S15, S19, S21, S22, S26	9	33.33
D	MgO < BaO < NaBr < NaCl	S11, S12, S20, S25	4	13.33
E	NaBr < NaCl < BaO < MgO	S4, S16, S23	3	10.00
F	MgO < BaO < NaCl < NaBr (Doğru Cevap)	S2, S27, S28	3	10.00
G	NaCl < NaBr < MgO < BaO	S5, S17, S29, S30	4	13.33

Çözünürlük genelde 100 gr (100 cm³ veya 100 ml.) suda çözünebilecek maddenin gram cinsinden değeri olarak ifade edilir. NaCl, NaBr, MgO ve BaO bileşiklerinin suda artan çözünürlüklerine göre sıralanmasının istendiği soruyu

düşünelim. Tek atomlu iyonlardan oluşan çoğu iyonik bileşik için düşünüldüğünde; iyonlar arasındaki etkileşimlerin zayıf olduğu bileşiklerin sudaki çözünürlükleri yüksek olacaktır. İyonlar arasındaki etkileşim gücü Coulomb yasası tarafından belirlenir. İyon yükü küçüldükçe etkileşim zayıflar. İyon yarıçapı büyüdükçe de etkileşim zayıflar. Fiziksel özelliklerin bağlı değerleri arasındaki farklılıklarda iyon yükü farklılıklarının etkisi iyon yarıçapları farklılıklarının etkisinden daha fazladır. Na^{+1} , Cl^{-} ve Br^{-} iyonlarının yük değeri 1'dir. Mg^{+2} , Ba^{+2} ve O^{-2} iyonlarının yük değeri ise 2'dir. İyon yüklerinin fazla olmasından dolayı MgO ve BaO bileşiklerindeki iyonlar arası etkileşimler NaCl ve NaBr bileşiklerindeki iyonlar arasındaki etkileşimlerden daha büyüktür. Bu nedenden dolayı da MgO ve BaO bileşiklerinin sudaki çözünürlükleri NaCl ve NaBr bileşiklerinin sudaki çözünürlüklerinden daha azdır. Brom klordan daha büyüktür. Baryum da Magnezyumdan daha büyüktür. İyon yarıçapı büyüdükçe etkileşim daha zayıf olacağı için NaBr bileşiğindeki iyonlar arasındaki etkileşimler NaCl bileşiğindeki iyonlar arasındaki etkileşimlerden daha zayıftır. Benzer şekilde, BaO bileşiğindeki iyonlar arasındaki etkileşimler de MgO bileşiğindeki iyonlar arasındaki etkileşimlerden daha zayıftır. Her ne kadar O^{-2} iyonları su ile reaksiyona girip OH^{-} oluşturacak olsalar da, bu olayın sıralamayı değiştirmesi mümkün değildir. Yukarda ayrıntılı bir şekilde açıklanan nedenlerden dolayı, bahsedilen bileşiklerin suda çözünürlük sıralaması küçükten büyüğe doğru şu şekildedir: $\text{MgO} < \text{BaO} < \text{NaCl} < \text{NaBr}$.

Katılımcıların yukarda ayrıntılı bir şekilde açıklanan bir akıl yürütme ile soruyu çözmeleri beklenmektedir. Yapılan bu araştırmada bahsedilen soruya doğru cevap veren öğrenci oranının %10.00 olduğu tespit edilmiştir. Bu oran çok düşüktür. Öğrencilerin soruyu çözme süreçleri dikkatli bir şekilde incelendiğinde, öğrencilerin büyük çoğunluğunun etkili analitik akıl yürütmeleri kullanmadıkları, daha az bilişsel çaba gerektiren ve farklı hüristiklerin kullanımını esas alan stratejilere yönelmiş oldukları tespit edilmiştir. Bu araştırmanın amacı öğrencilerin farklı kimya konularında hüristik kullanımlarını incelemek olduğu için öğrencilerin mülakatlar sürecinde bahsedilen soru ile ilgili olarak yapmış oldukları açıklamalar ve kendilerine sorulan sorulara vermiş oldukları cevaplar hüristik kullanımı bakımından incelenmiştir. Bu amaçla, ilk olarak katılımcıların cevapları içerisinde yer alan spesifik ifadeler, Talanquer'in önermiş olduğu 10 hüristikle ilişkilendirilerek kodlamalar yapılmıştır. Kodlamaların yapılmasına dayanak teşkil eden öğrenci ifadelerinin özetleri Tablo 2'de verilmiştir. Burada önemli bir hususu belirtmek gerekmektedir. Tablo 2'de yer alan Periyodik Eğilim hüristiği Talanquer tarafından önerilen on hüristik içerisinde yer almamaktadır. Bununla birlikte yapılan bu çalışmada katılımcıların bu hüristiği de kullanmış

Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Akıl Yürütme Süreçlerinde Höristiklerin Rolü:
Bileşiklerin Çözünürlüklerine Göre Sıralanması.

olduklarının tespit edilmesi nedeniyle bu höristik de değerlendirmeye alınmış ve tabloya eklenmiştir.

Tablo 2
Höristikler ile İlişkilendirilen Öğrenci İfadeleri

Höristik	Öğrenci ifadelerinin özeti
Çağrışımsal Aktivasyon	Molekül ağırlığı küçük olan bileşikler daha çok çözünür. Molekül ağırlığı büyük olan bileşikler daha çok çözünür. Kuvvetli asit ve kuvvetli bazdan oluşan tuzların çözünürlükleri yüksektir. Periyodik tabloda yukardan aşağı doğru gidildikçe çözünürlük değişir. Elektronegatifliği yüksek atom ihtiva eden bileşikler daha çok çözünür. Metal halojenürlerin çözünürlüğü yüksektir. Metal oksitlerin çözünürlüğü yüksektir. Yarıçapı büyük atomlardan oluşan bileşiklerin çözünürlüğü yüksektir.
Akıcılık	Orijinal sorunun şu sorularla yer değiştirmesi: Bileşiklerin molekül ağırlıklarına göre sıralaması nasıldır? Hangi bileşikler kuvvetli asit ve kuvvetli bazdan oluşmuştur?
Nitelik yer değiştirmesi	Cl ve Br atomlarının/Ba ve Mg atomlarının periyodik tabloda birbirlerine göre konumları nasıldır? Hangi atomlar daha elektronegatif ? Hangi bileşikler metal halojenürdür ? Hangi bileşikler metal oksittir ?
Tek Nedenli Karar Verme	Sadece bileşiklerin molekül ağırlıklarını değerlendirerek karar verme. Sadece atomların elektronegatifliklerine göre karar verme. Sadece atomların yarıçaplarına göre karar verme.
Yüzeysel Benzerlik Tanıma	NaBr, NaCl'ye benziyor.
Genelleştirme	NaCl'yi biliyorum/tanıyorum. Periyodik tabloda yukardan aşağı doğru gidildikçe genellikle tüm özellikler artar, bu nedenle çözünürlük de yukardan aşağı artar. Elektronegatifliği yüksek atomların genellikle tüm özellikleri yüksek olur. Periyodik tabloda yukardan aşağı doğru gidildikçe genellikle tüm özellikler azalır, bu nedenle çözünürlük de yukardan aşağı azalır. “Bileşiğin molekül ağırlığı ne kadar küçük ise çözünürlüğü o kadar yüksektir” prensibi ile karar vereceğim. “Bileşiğin molekül ağırlığı ne kadar büyük ise çözünürlüğü o kadar yüksektir” prensibi ile karar vereceğim.
Katılık	“Yarıçapı büyük atomlardan oluşan bileşiklerin çözünürlüğü daha fazladır” prensibi ile karar vereceğim.
Aşırı Özgüven	Soruyu kesinlikle doğru çözdüm/çözeceğim Güven seviyem 8-10'dur.
Duygulanım	Çözünürlük konusunu seviyorum/sevmiyorum, olumlu/olumsuz duygu
Periyodik Eğilim*	Periyodik tabloda yukardan aşağı doğru çözünürlük artar. Periyodik tabloda yukardan aşağı doğru çözünürlük azalır.

**Periyodik Eğilim hōristiđi Talanquer tarafından önerilen on hōristik iēerisinde yer almamaktadır. Bununla birlikte yapılan bu çalışmada katılımcıların bu hōristiđi de kullanmış olduklarının tespit edilmesi nedeniyle bu hōristik de listeye eklenmiştir. Bu hōristik uluslararası litaratürde Periodic Trend olarak bilinmektedir. Türkiye’de ise ilk defa bu çalışma ile Periyodik Eğilim Hōristiđi şeklinde kullanılmıştır.*

Karşılaştırmaları ve yorumlamaları kolaylaştırmak amacıyla bahsedilen soruyu çözme süreçlerinde ilgili hōristikleri en az bir defa kullanan katılımcı sayıları ve yüzdeleri, bu hōristikleri kullanan katılımcıların kod isimleri ile birlikte Tablo 3’de verilmiştir. Tablo 3’de verilen yüzdeler ilgili hōristiđi en az bir defa kullanan katılımcıların sayısının toplam katılımcı sayısına oranını yüzde olarak ifade etmektedir (N=30, toplam katılımcı sayısı).

Tablo 3

İlgili Hōristikleri En Az Bir Defa Kullanan Katılımcı Sayıları ve Yüzdeleri

Hōristikler	n	% (N=30)	Öğrenciler
ağrışımsal	19	63.33	S1, S2, S3, S4, S5, S7, S8, S10, S13, S16, S17, S18, S22, S23, S24, S27, S28, S29, S30
Aktivasyon	-	-	-
Akıcılık	19	63.33	S1, S2, S3, S4, S5, S7, S8, S10, S13, S16, S17, S18, S22, S23, S24, S27, S28, S29, S30
Nitelik yer değiştirmesi	12	40.00	S1, S3, S4, S5, S8, S10, S13, S16, S18, S24, S29, S30
Tek Nedenli	11	36.66	S6, S9, S11, S12, S14, S15, S19, S20, S21, S25, S26
Karar Verme	11	36.66	S6, S9, S11, S12, S14, S15, S19, S20, S21, S25, S26
Yüzeysel Benzerlik	9	30.00	S2, S4, S7, S16, S17, S22, S23, S27, S28
Tanıma	5	16.66	S3, S5, S13, S18, S29
Genelleştirme	3	10.00	S4, S13, S30
Katılık	5	16.66	S1, S8, S16, S23, S24
Ařırđı	7	23.33	S2, S7, S17, S22, S23, S27, S28
özgüven			
Duygulanım			
Periyodik Eğilim			

Bir soru özölürken soruda ne istendiğinin doğru olarak belirlenmesi oldukça önemlidir. NaCl, NaBr, MgO ve BaO bileşiklerinin suda artan çözünürlüklerine göre sıralanmasının istendiği bu sorunun bilimsel akıl yürütmeler ile çözümü için; NaCl, NaBr, MgO ve BaO bileşiklerinde etkili olan tanecikler arası etkileşimlerin dikkate alınması gerekmektedir. Bu bileşiklerde etkili olan çekim kuvvetleri ile ilgili bir yargıya ulaşmak ve böylelikle de bahsedilen bileşikleri suda artan çözünürlüklerine göre sıralamak için ise bu bileşiklerdeki atomların yüklerinin ve yarıçaplarının değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu kastedilen hedef niteliktir. Fakat yapılan bu araştırmada, katılımcıların sorunun çözümü ile ilgili akıl yürütmeleri incelendiğinde,

Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Akıl Yürütme Süreçlerinde Höristiklerin Rolü:
Bileşiklerin Çözünürlüklerine Göre Sıralanması.

höristiklerin katılımcıların verilen soruyla ilgili yorumlamalarını etkilediği ve böylelikle de soruda kastedilen hedef nitelik ile öğrenciler tarafından ifade edilen yorumlar arasında farklılıklar olduğu açığa çıkarılmıştır. Bu tür farklılıkların oluşmasına neden olan faktör nitelik yer değiştirmesi höristiğinin etkisidir. Nitelik yer değiştirmesi soruların çözülmesi için zorunlu olan bilgilerin bilinçsizce ihmal edilmesi ile karmaşıklığı azaltmaktadır (Ugras, 2018). Bileşiklerin suda artan çözünürlüklerine göre sıralamaları ile ilgili olan bu çalışmada, nitelik yer değiştirmesinin etkisinden dolayı katılımcılardan 19 tanesinin (%63.33) kastedilen hedef nitelik yerine başka nitelikleri değerlendirdikleri ve böylelikle de soruyu okuduktan sonra orijinal soruyu basit başka bir soru ile değiştirdikleri tespit edilmiştir. Bu katılımcıların hedef nitelik yerine değerlendirdikleri nitelikler şunlardır: Bileşiklerin ağırlığı, bileşikleri oluşturan asit ve bazların kuvveti, bileşikleri oluşturan atomların periyodik tablodaki yerleri, bileşiklerin halojen içerip içermediği, bileşiklerin metal ve oksijen içerip içermediği ve bileşikleri oluşturan atomların elektronegatiflikleri. Farklı nitelikleri değerlendiren bu öğrenciler orijinal soru yerine aslında şu sorulardan birinin veya daha fazlasının cevabı üzerine odaklanmışlardır; “Bileşiklerin molekül ağırlıklarına göre sıralaması nasıldır?”, “Hangi bileşikler kuvvetli asit ve kuvvetli bazdan oluşmuştur?”, “Cl ve Br atomlarının/Ba ve Mg atomlarının periyodik tabloda birbirlerine göre konumları nasıldır?”, “Hangi atomlar daha elektronegatif?”, “Hangi bileşikler metal halojenürdür ?” ve “Hangi bileşikler metal oksittir ?”.

Bireylerin karar verme süreçlerinde çağrışımsal aktivasyon, nitelik yer değiştirmesi ve akıcılık höristikleri genellikle birbirini tetiklemekte ve desteklemektedir. NaCl, NaBr, MgO ve BaO bileşiklerinin suda artan çözünürlüklerine göre sıralanmasının istendiği bu soruda katılımcıların akıl yürütme süreçlerinde akıcılık höristiğinin etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Akıcılık höristiği moleküllerin formüllerinde veya gösterimlerinde özellikle dikkat çeken kısımlar bulunması durumunda yani aşikâr ipucu bulunması durumunda etkisini göstermektedir. Soruda bu türden bir ipucu bulunmamasından dolayı katılımcıların akıl yürütmelerinde akıcılık höristiğinin bir etkisinin bulunmadığı düşünülmektedir. Bununla birlikte hafızada mevcut bulunan zihinsel yapıların kullanılmasıyla açığa çıkan çağrışımsal aktivasyon höristiği katılımcıların %63.33’ünün akıl yürütme sürecinde etkisini göstermiştir. Bileşiklerin suda çözünürlüğü ile ilgili bu çalışmada, çağrışımsal aktivasyon ve nitelik yer değiştirmesi höristiklerinin aynı anda etkili olduğu ve birbirlerini tetikledikleri tespit edilmiştir. S27 kodlu öğrencinin soruyu çözme sürecindeki akıl yürütmesi çağrışımsal aktivasyon ve nitelik yer değiştirmesi höristiklerinin aynı anda etkili olduğu örnek bir akıl yürütme süreci olarak verilebilir;

S27: *Bana göre doğru sıralama şu şekildedir: $MgO < BaO < NaCl < NaBr$*

Mülakatçı: *Soruyu cevaplamak için kullandığın stratejiyi açıklar mısın?*

S27: *Kuvvetli asit ve kuvvetli bazlardan oluşan tuzların çözünürlüğü yüksektir. $NaCl$, kuvvetli bir asit olan HCl ve kuvvetli bir baz $NaOH$ 'ın reaksiyonundan elde edilir. Benzer şekilde $NaBr$ ise kuvvetli bir asit olan HBr ve kuvvetli bir baz $NaOH$ 'ın reaksiyonundan elde edilir. MgO ve BaO bileşiklerin kökeni hakkında herhangi bir bilgim veya tahminim yok. Ama bana göre MgO ve BaO kuvvetli bir asit ve kuvvetli bir bazdan türetilmiş bileşikler değildirler. Bu nedenle $NaCl$ ve $NaBr$ bileşiklerinin çözünürlüğü MgO ve BaO 'dan fazladır.*

Mülakatçı: *$NaBr$ 'nin $NaCl$ 'den daha çok çözündüğünü ve ayrıca BaO 'ın MgO 'ten daha çok çözündüğünü söyledin. Böyle bir sonuca nasıl ulaştın?*

S27: *$NaBr$ 'nin $NaCl$ bileşiklerinin tek farkı anyon kısımlarının farklı olmasıdır. Yani bu bileşiklerin çözünürlüklerinin farklı olmasını sağlayan brom ve klordur. Brom ve klorun her ikisi de halojenürdür ve periyodik tabloda aynı grupta yer alırlar. Klor üstte brom ise alttadır. Periyodik tabloda yukardan aşağı doğru gidildikçe tüm özellikler genellikle artmaktadır. Bu nedenle brom ihtiva eden $NaBr$ 'ün çözünürlüğü klor ihtiva eden $NaCl$ 'ün çözünürlüğünden daha fazladır diye düşündüm ve bu düşünceme göre karar verdim. BaO ve MgO bileşikleri için de benzer şekilde akıl yürüterek karar verdim.*

Mülakatçı: *katyon kısmı aynı olan bileşikler için anyonların periyodik tablodaki yerlerine göre karar verdin ve periyodik tabloda yukardan aşağı çözünürlüğün arttığını ifade ettin. Bu durumun sebebi sence nedir?*

S27: *Yarıçap, iyonlaşma enerjisi ve benzeri özelliklerin periyodik tabloda soldan sağa ve yukardan aşağı değiştiğini biliyorum fakat sebeplerini tam olarak bilmiyorum. Çözünürlükle ilgi olarak da biraz önce belirttiğim gibi sadece periyodik tabloda soldan sağa ve yukardan aşağı doğru gidildikçe çözünürlüğün değiştiğini söyleyebilirim. Fakat sebebini bilmiyorum.*

S27 kodlu öğrencinin ifadelerinden öğrencinin soruyu çözme sürecinde çağrışımsal aktivasyon ve nitelik yer değiştirmesi hōristiklerinin birbirlerini tetikledikleri ve destekledikleri anlaşılmaktadır. S27 kodlu öğrenci soruyu

Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Akıl Yürütme Süreçlerinde Höristiklerin Rolü:
Bileşiklerin Çözünürlüklerine Göre Sıralanması.

çözmek için hafızasında yer edinmiş olan “Kuvvetli asit ve kuvvetli bazlardan oluşan tuzların çözünürlüğü yüksektir” şeklindeki bir yaklaşımı kullanmıştır. Boşlukları doldurmak için hafızada yer alan yapıların kullanılması çağrışimsal aktivasyon höristiğinin etkisinin bir sonucudur. S27 kodlu öğrencinin “periyodik tabloda yukardan aşağı doğru gidildikçe özelliklerin değiştiğinden bahsetmesinde de çağrışimsal aktivasyon höristiğinin etkisi vardır. Bu türden akıl yürütmeler ile soruyu çözen öğrenci hedef nitelik yerine başka nitelikleri (bileşikleri oluşturan asit-bazların kuvvetini ve bileşiklerin anyon kısımlarını oluşturan elementlerin periyodik tabloda birbirlerine göre konumlarını) değerlendirmiş ve böylelikle de farkında olmadan orijinal soruyu daha basit sorular olan “hangi bileşikler kuvvetli asit ve kuvvetli bazlardan oluşmuştur?” ve “Brom ve klor atomlarının periyodik tabloda birbirlerine göre konumları nasıldır” şeklindeki başka sorular ile yer değiştirmiştir. Bu durum ise nitelik yer değiştirmesi höristiğinin etkisinin bir sonucudur. Çağrışimsal aktivasyon höristiğinin etkisiyle katılımcıların genellikle hafızalarında mevcut bulunan şu zihinsel yapıları sıklıkla kullandıkları tespit edilmiştir; “Molekül ağırlığı küçük olan bileşikler daha çok çözünür”, “Molekül ağırlığı büyük olan bileşikler daha çok çözünür”, “Kuvvetli asit ve kuvvetli bazdan oluşan tuzların çözünürlükleri yüksektir”, “Periyodik tabloda yukardan aşağı doğru gidildikçe çözünürlük değişir”, “Elektronegatifliği yüksek atom ihtiva eden bileşikler daha çok çözünür”, “Metal halojenürlerin çözünürlüğü yüksektir”, “Metal oksitlerin çözünürlüğü yüksektir” ve “Yarıçapı büyük atomlardan oluşan bileşiklerin çözünürlüğü yüksektir”

Bireyler genel olarak mantıklı bir cevap vermek için tek bir ipucu veya faktörü kullanarak akıl yürütmeyi kolaylaştırırlar. Bunu yaparken de akıllarına gelen ilk özelliği kullanırlar. Bu durum tek nedenli karar verme höristiği ile ilişkilidir. S24 kodlu katılımcının soruyu çözme sürecindeki akıl yürütmesi tek nedenli karar verme höristiğinin etkili olduğu örnek bir akıl yürütme süreci olarak verilebilir:

S24: *Bana göre doğru sıralama şu şekildedir: BaO < NaBr < NaCl < MgO*

Mülakatçı: *Soruyu cevaplamak için kullandığın stratejiyi açıklar mısın?*

S24: *Molekül ağırlığı küçük olan bileşiklerin çözünürlüğü daha fazla olur. Dolayısıyla verilen bileşikler içerisinde molekül ağırlığı en düşük olan MgO en fazla çözünür. Molekül ağırlığı en büyük olan BaO ise bu bileşikler içerisinde en az çözünendir.*

S24 kodlu katılımcı tek bir nedene (bileşiklerin molekül ağırlığı) dayanarak soruyu çözmüştür. Bu nedenle S24 kodlu katılımcının akıl yürütme sürecinde tek nedenli karar verme höristiği etkili olmuştur. S24 kodlu katılımcı

bu süreçte farkında olmadan orijinal soruyu “verilen bileşiklerin molekül ağırlıklarına göre sıralanması nasıldır” şeklinde başka basit bir soru ile yer değiştirmiştir. Dolayısıyla S24 kodlu öğrencinin akıl yürütme sürecinde nitelik yer değiştirmesi hōristiği de etkili olmuştur. S24 kodlu katılımcı bu süreçte “Ne kadar küçük molekül ağırlığı, o kadar yüksek çözünürlük” (ne kadar az A- o kadar çok B) şeklinde bir ters orantı yaklaşımını benimsemiştir. Bu durum ise çağrışımsal tutarlılık hōristiğinin de bu süreçte etkili olduğunu göstermektedir. Bu üç hōristik birbirini tetiklemiş ve desteklemiştir. Tek bir nedene dayanarak karar veren katılımcıların sadece bileşiklerin molekül ağırlıklarını değerlendirerek, sadece atomların elektronegatifliklerine göre veya sadece atomların yarıçapına göre karar verdikleri tespit edilmiştir.

Tanınan nesneler veya olaylar, insanların aldıkları kararlar üzerinde güçlü bir etkiye sahiptir. Birden fazla nesneden biri tanınır ve diğerleri tanınmazsa, tanınan nesneye daha yüksek değer verilir. Soruda yer alan NaCl, NaBr, MgO ve BaO bileşiklerinden NaCl bileşiği öğrencilerin adını sıklıkla duydukları bir kimyasal bileşiktir. Daha önce tanıdıkları ve bildikleri için bazı katılımcılar NaCl’yi soruda verilen bileşikler içerisinde en çok çözüneni olarak belirtmişlerdir. S11 kodlu öğrencinin soruyu çözmede kullandığı akıl yürütme süreci tanıma hōristiğinin etkili olduğu bir örnek olarak verilebilir:

S11: *Bana göre doğru sıralama şu şekildedir: MgO < BaO < NaBr < NaCl*

Mülakatçı: *Soruyu cevaplamak için kullandığın stratejiyi açıklar mısın?*

S11: *NaCl’ü biliyorum sofrta tuzudur. Günlük hayatta tuzu çok sık kullandığımız için tuzun yani NaCl’nin suda iyi çözündüğünü biliyorum. Bu yüzden bana göre bu bileşikler içerisinde çözünürlüğü en yüksek olan NaCl’dir. Diğer bileşikler hakkında pek fazla bir bilğim yok. Fakat NaBr, NaCl’ye benziyor. Bu nedenle büyük bir ihtimalle NaCl’den sonra çözünürlüğü yüksek olan bileşik NaBr’dır şeklinde düşündüm. MgO ve BaO in sıralamasını ise rastgele yaptım.*

S11 kodlu öğrenci daha önce adını sıklıkla duyduğu ve günlük hayatta tuz olarak kullanıldığından dolayı çözündüğünü bildiği NaCl bileşiğini verilen bileşikler içerisinde en çok çözüneni olarak düşünmüştür. Bu durum tanıma hōristiğinin etkisinin bir sonucudur. S11 kodlu öğrencinin soruyu çözme sürecinde yüzeysel benzerlik hōristiği de etkili olmuştur. Yapısal gösterim olarak birbirlerine benzeyen kimyasal bileşiklerin aynı kategorideki üyeler olduğunun ve bu tür bileşiklerin benzer özelliklere ve davranışlara sahip olduklarının varsayılması yüzeysel benzerlik hōristiğinin etkisinin bir sonucudur. Netice

Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Akıl Yürütme Süreçlerinde Höristiklerin Rolü:
Bileşiklerin Çözünürlüklerine Göre Sıralanması.

itibarı ile tanıma ve yüzeysel benzerlik höristikleri S11 kodlu katılımcının akıl yürütme sürecinde etkili olmuş ve birbirlerini desteklemişlerdir.

Bireylerin tüm değişkenleri göz önünde bulundurmadan, önceden tecrübe ettikleri birkaç olaydan elde ettikleri bilgileri kullanarak öğrenmiş oldukları kalıpları veya kuralları fazladan genelleştirmeleri genelleştirme höristiğinin bir etkisi olarak kabul edilir. Yukarda örnek olarak verilen S27 kodlu öğrencinin akıl yürütme sürecinde genelleştirme höristiği de etkili olmuştur S27 kodlu öğrencinin *“Periyodik tabloda yukardan aşağı doğru gidildikçe tüm özellikler genellikle artmaktadır. Bu nedenle brom ihtiva eden NaBr’ün çözünürlüğü klor ihtiva eden NaCl’ün çözünürlüğünden daha fazladır”* şeklindeki yaklaşımı, bahsedilen öğrencinin akıl yürütme sürecinde genelleştirme höristiğinin de etkili olduğunu göstermektedir. S27 kodlu öğrencinin kuvvetli asit bazların tüm özelliklerinin yüksek olacağını kabul etmesinde de (*“Kuvvetli asit ve kuvvetli bazlardan oluşan tuzların çözünürlüğü yüksektir”* şeklindeki yaklaşım) genelleştirme höristiğinin etkisi vardır. Katılımcıların karar verme süreçlerinde genelleştirme höristiğinin diğer bazı höristikler ile birlikte etkili olduğu tespit edilmiştir. Genelleştirme höristiği ile aynı anda en çok kullanılan höristiklerin nitelik yer değiştirmesi, çağrışımsal aktivasyon ve periyodik eğilim höristikleri olduğu da belirlenmiştir. Bu çalışma ile tespit edilen ve genelleştirme höristiğinin etkili olduğunu açığa çıkaran katılımcı ifadeleri şunlardır: *“Periyodik tabloda yukardan aşağı doğru gidildikçe genellikle tüm özellikler artar, bu nedenle çözünürlük de yukardan aşağı artar.”*, *“Elektronegatifliği yüksek atomların genellikle tüm özellikleri yüksek olur.”* ve *“Periyodik tabloda yukardan aşağı doğru gidildikçe genellikle tüm özellikler azalır, bu nedenle çözünürlük de yukardan aşağı azalır.”*

Öğrencilerden üç tanesi (S1,S8, S23) genel olarak sözel kimya konularından nefret ettiklerini, esas olarak kendilerini sayısal mantığa daha yakın gördüklerini, kimya derslerinde kimyasal ve matematiksel işlem gerektiren konuların daha çok olduğunu, soyut kavramlar ve bu kavramlar arasındaki ilişkiler ile ilgilenmeyi sevmediklerini, sonuç olarak da bileşiklerin suda çözünürlüklerine göre bağlı olarak sıralanması konusunu da öz itibarı ile sözel kimya konusu olması nedeniyle sevmediklerini ve ilgi duymadıklarını ifade etmişlerdir. S1, S8 ve S23 kodlu öğrencilerin bu ifadeleri esas alınarak duyulanım höristiği kodlanmıştır. Katılımcılardan iki tanesi (S16 ve S24) bileşiklerin bağlı çözünürlüğü konusunun çok karmaşık ve zor olduğunu, bu konuyu sevmediklerini ve hatta nefret ettiklerini belirtmişlerdir. S16 ve S24 kodlu öğrencilerin bu ifadeleri esas alınarak bu öğrenciler için de duyulanım höristiği kodlanmıştır.

Bu çalışmada, katılık hüristiğinin etkilerini araştırmak için şu şekilde bir yol izlenmiştir: Bileşiklerin suda çözünürlüklerine göre sıralanması konusu ile ilgili soru katılımcılara sorulmadan önce katılımcılara şu soru yöneltilmiştir: “Bileşiklerin suda çözünürlüklerine göre sıralanması ile ilgili kesin bir yargı/önyargıya sahip misin? Mesela “Bileşiklerin suda çözünürlüklerine göre sıralanması konusu ile ilgili olarak soru ne olursa olsun değiştirmeyeceğim yargılarım/akıl yürütmelerim vardır. Daima o yargılarımı/akıl yürütmelerimi kullanarak değerlendirmelerde bulunurum ve problemi çözerim” şeklinde yaklaşımlarınız var mı? Katılımcıların bu soruya vermiş oldukları cevaplar titizlikle incelenmiştir. Ayrıca katılımcıların gerçekten de söyledikleri gibi önceden alışmış oldukları stratejileri kullanarak soruyu çözüp çözmediklerine, soruyu çözerken esnek olup olmadıklarına da mülakatlar esnasında özellikle dikkat edilmiştir. Yapılan bu işlemler sonucunda S3, S5, S13, S18 ve S29 kodlu öğrencilerin soruyu çözme süreçlerinde katılık hüristiğinin etkilerinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bahsedilen öğrenciler bileşiklerin suda çözünürlüklerine göre sıralanması ile ilgili olarak soru ne olursa olsun soruyu çözmek için inandıkları ve güvendikleri bir yaklaşım olduklarını ve soruyu bu yaklaşıma göre çözeceklerini belirtmişlerdir. Öğrencilerin sorunun çözümü sürecindeki akıl yürütmeleri dikkatlice incelenmiş ve gerçekten de bu öğrencilerin soru çözüm sürecinde esnek olmadıkları belirlenmiştir. Bahsedilen öğrencilerin güvendikleri ve kullanacaklarını beyan ettikleri yaklaşımlar şu üç tanesinden biri olmuştur: “Bileşiğin molekül ağırlığı ne kadar küçük ise çözünürlüğü o kadar yüksektir”/ “Bileşiğin molekül ağırlığı ne kadar büyük ise çözünürlüğü o kadar yüksektir”/ “Yarıçapı büyük atomlardan oluşan bileşiklerin çözünürlüğü daha fazladır”.

Bu çalışmada katılımcılarda aşırı özgüvenin etkilerini araştırmak için şu şekilde bir yol izlendi. Bileşiklerin suda çözünürlüklerine göre sıralanması konusu ile ilgili soru katılımcılara sorulmadan/gösterilmeden önce katılımcılara şu soru yöneltilmiştir: “Bileşiklerin suda çözünürlüklerine göre sıralanması konusu ile ilgili bir soru ile karşılaşırsan soruyu doğru bir şekilde cevaplayabileceğine ilişkin kendine olan güvenin hangi seviyededir. Güven seviyene 1 ila 10 arasında bir değer vermek istersen (en düşükten en yükseğe doğru ifade etmek maksadıyla) kaç verirsin”. Bileşiklerin suda çözünürlüklerine göre sıralanması konusu ile ilgili soru katılımcılara sorulduktan/gösterildikten hemen sonra, öğrenci soruyu çözmeye başlamadan önce katılımcılara şu soru yöneltilmiştir: “Bu soruyu doğru bir şekilde cevaplayabileceğine ilişkin kendine olan güvenin hangi seviyededir. Güven seviyene 1 ila 10 arasında bir değer vermek istersen (en düşükten en yükseğe doğru ifade etmek maksadıyla) kaç verirsin”. Son olarak da soruyu çözdükten sonra katılımcılara şu soru sorulmuştur: “Bu soruyu doğru bir şekilde cevapladığın hususunda kendine olan

Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Akıl Yürütme Süreçlerinde Höristiklerin Rolü:
Bileşiklerin Çözünürlüklerine Göre Sıralanması.

güvenin hangi seviyededir. Güven seviyene 1 ila 10 arasında bir değer vermek istersen (en düşükten en yükseğe doğru ifade etmek maksadıyla) kaç verirsin". Bu üç soruya da cevap olarak 8,9 veya 10 verildiği durumlarda aşırı özgüven höristiği kodlanmıştır. Bu türden cevap veren öğrenciler genellikle şu tür ifadelerde de bulunmuştur: "kendime güveniyorum, soruyu kesinlikle doğru çözdüm/çözeceğim". Yukarda ayrıntılı bir şekilde anlatılan prosedür izlenerek yapılan işlemler sonucu S4, S13 ve S30 kodlu katılımcıların soruyu çözme süreçlerinde aşırı özgüven höristiğinin etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Periyodik eğilim höristiği Talanquer tarafından önerilen on höristik içerisinde yer almamaktadır. Bununla birlikte yapılan bu çalışmada katılımcıların bu höristiği de kullanmış olduklarının tespit edilmesi nedeniyle bu höristik de değerlendirmeye alınmıştır. Periyodik eğilim höristiği bazı araştırmacılar tarafından gelişgüzellik (arbitrary) höristiği olarak da adlandırılmaktadır. Periyodik tabloda soldan sağa ve yukardan aşağı doğru değişen özelliklerin niçin değiştiğini bilmeden sadece özellik artar veya özellik azalır şeklinde değerlendirilmesi periyodik eğilim höristiğinin etkisinin bir sonucudur. S2, S7, S17, S22, S23, S27 ve S28 kodlu öğrencilerin akıl yürütme süreçlerinde bu höristiğin etkili olduğu tespit edilmiştir.

Çözünürlük konusu kimyada önemli bir yere sahiptir. Bu nedenden dolayı öğrencilerin çözünürlük konusunu anlamaları üzerine yapılmış çok sayıda çalışmaya literatürde rastlanılmaktadır. Öğrencilerin çözünürlük konusunu anlamaları üzerine yapılan çalışmalarda genellikle şu boyutlardan biri veya birkaçı üzerine odaklanılmaktadır; çözünme olayı, çözeltilerin yapısı, çözünme sürecindeki enerji değişimleri, katı maddelerin bir sıvı içerisinde çözünmesi sürecinde sıcaklığın ve karıştırmanın etkisi, çözünme sürecinde kütlenin korunumu, doymuş, aşırı doymuş ve doymamış çözeltiler, gazların suda çözünürlüğü ve bileşiklerin çözünürlüklerinin kıyaslanması (Coştu vd., 2007; Calık vd., 2004; Maeyer ve Talanquer, 2010). Çözünürlükle ilgili yukarda bahsedilen konuları kavramada öğrencilerin zorluk çektikleri ve bu konularda öğrencilerde çok sayıda kavram yanlışsının bulunduğu da literatürde yer alan çalışmalarda belirtilmektedir (Akgün ve Aydın 2009; Coştu vd., 2007; Valanides, 2000; Blanco ve Prieto, 1997; Goodwin, 2002; Alawiyah vd., 2018). Bileşiklerin çözünürlüklerine göre sıralanması üzerine yapılan araştırmalar sonucunda; öğrencilerde kavram yanlışlarına neden olan faktörlerden en önemlilerinden birinin öğrencilerin sıralama yaparken şu özelliklerden biri veya daha fazlası (çoğunlukla bir tanesi) ile çözünürlüğü ilişkilendirmeleri ve bu ilişkileri esas alarak karar vermeleri olduğu literatürde belirtilmektedir (Cooper vd., 2013; Maeyer ve Talanquer, 2010); bileşiklerin moleköl ağırlıkları, bileşikleri oluşturan atomların periyodik tablodaki konumları, bileşikleri oluşturan atomların

elektronegatiflikleri, bileşiklerin asit- bazlığı, bileşiklerin yükü ve bileşiklerin yarıçapları. Yapılan bu çalışmada da literatürde yer alan bu duruma benzer şekilde öğrencilerin yukarda bahsedilen özelliklerden birini veya daha fazlasını çözünürlükle ilişkilendirerek karar verdikleri sonucuna ulaşmıştır.

Katılımcıların hōristikleri sıklıkla kullanmış olması soruya doğru cevap veren öğrenci oranının düşük çıkmasına neden olmuştur. Öğrencilerin kimya konularında akıl yürütmeleri üzerine yapılan ve literatürde yer alan birçok çalışmada da katılımcı cevaplarının doğruluk oranlarının genelde düşük olduğu bulunmuştur. Örneğin, “kimyasal bağ teorileri ve moleküler yapılar” konusunda yapılan bir araştırma sonucunda katılımcıların cevaplarının doğruluk oranı %36 olarak tespit edilmiştir (Ugras, 2018). Katılımcıların cevaplarının doğruluk oranı hidrojen bağı ile ilgili bir çalışmada %27, katılma reaksiyonları ile ilgili bir çalışmada da %31 olarak bulunmuştur (Graulich vd.,2011a; Miller ve Kim, 2017). Kimya konuları ile ilgili olarak katılımcıların cevaplarının doğruluk oranının yüksek olduğu araştırmalara az da olsa rastlanılmaktadır. Örneğin, asit kuvvetleri konusu ile ilgili olan ve öğrencilerin akıl yürütmelerini inceleyen bir araştırmada bu oranın % 77 olduğu bulunmuştur. Bununla birlikte, doğru cevap oranı yüksek olmasına rağmen, katılımcıların % 8'inden daha azının bilimsel akıl yürütmeler ile doğru cevapları işaretledikleri de aynı araştırma sonucu açığa çıkarılmıştır (McClary ve Talanquer, 2011).

NaCl, NaBr, MgO ve BaO bileşiklerinin suda artan çözünürlüklerine göre sıralanmasının istendiği bir görevin yerine getirilmesi sürecinde öğrencilerin hōristik akıl yürütmelerinin incelendiği sadece bir tane çalışma literatürde mevcuttur (Maeyer ve Talanquer, 2010). Bahsedilen çalışmada katılımcıların akıl yürütme süreçlerinde “tanıma”, “tek nedenli karar verme”, “arbitrary trend/ periyodik eğilim” ve “temsiliyet (temsil edilebilirlik, temsil edici)” hōristiklerinin etkili olduğu tespit edilmiş ve bu dört hōristik esas alınarak açıklamalar ve yorumlar yapılmıştır. Sunulan bu çalışmada ise katılımcıların akıl yürütmeleri 10 hōristik esas alınarak incelenmiştir. NaCl, NaBr, MgO ve BaO bileşiklerinin suda artan çözünürlüklerine göre sıralanması ile ilgili olarak Maeyer ve Talanquer (2010) tarafından gerçekleştirilen çalışmada öğrenci cevaplarının toplam doğruluk oranının %11.8 olduğu bildirilmiştir. Maeyer ve Talanquer (2010) tarafından gerçekleştirilen çalışmada ayrıca, sorunun çözümü sürecinde tek nedenli karar verme hōristiğini kullanan katılımcı yüzdesinin %52.9; tanıma hōristiğini kullanan katılımcı yüzdesinin %73.5; ve periyodik eğilim hōristiğini kullanan katılımcı yüzdesinin ise %29.4 olduğu belirtilmiştir. Öğrencilerden aynı sorunun çözümünün istendiği bu mevcut çalışmada ise öğrenci cevaplarının doğruluk oranı %10.00 olarak bulunmuştur. Sunulan bu çalışmada ayrıca, tek nedenli karar verme hōristiğini kullanan katılımcı

Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Akıl Yürütme Süreçlerinde Höristiklerin Rolü:
Bileşiklerin Çözünürlüklerine Göre Sıralanması.

yüzdesinin % 40; tanıma höristiğini kullanan katılımcı yüzdesinin %36.66; ve periyodik eğilim höristiğini (arbitrary höristiği) kullanan katılımcı yüzdesinin ise %23.33 olduğu belirlenmiştir. Mevcut araştırma ile tespit edilen öğrenci cevaplarının doğruluk oranı Maeyer ve Talanquer (2010) tarafından gerçekleştirilen çalışmada tespit edilen oran ile benzerdir. Tek nedenli karar verme, tanıma ve periyodik eğilim höristikleri için literatürde yer alan çalışmada tespit edilen kullanım yüzdeleri ile bu araştırma sonucunda tespit edilen kullanım yüzdeleri farklı olmasına rağmen; bu üç höristiğin çalışma mekanizmaları ile ilgili olarak bu araştırma sonucunda belirtilen tespitler ve açıklamalar ile bahsedilen literatür çalışmasında belirtilen tespitler ve açıklamalar benzerlik göstermektedir.

Bu araştırma fen bilgisi öğretmen adaylarının bileşiklerin sudaki çözünürlüklerinin kıyaslanması ile ilgili bir soruyla karşılaştıkları zaman karar verme süreçlerinde analitik düşünme yerine sezgisel akıl yürütmeye aşırı güvendiklerini ve öğrencilerin höristikleri sıklıkla kullandıklarını ortaya çıkarmıştır. Bu höristikler öğrencilerdeki bilişsel çabayı azaltmış ve öğrencilerin genellikle yanlış cevaplar üretmelerine neden olmuştur. Miller ve Kim (2017) tarafından yapılan araştırma hariç kimya derslerinde öğrencilerin sezgisel yargılamalarını inceleyen diğer tüm çalışmalarda höristikleri sınıflandırmak için herhangi bir model (Talanquer tarafından önerilen kimyada 10 höristik modeli gibi) veya standart kullanılmamıştır. Miller ve Kim (2017) çalışmalarında mülakat yapmamışlar, sadece öğrencilerin vermiş oldukları yazılı cevapları analiz etmek ile yetinmişlerdir. Bu nedenden dolayı da yapmış oldukları çalışma yönteminin Talanquer tarafından önerilen ve tanımlanan 10 höristikten altısını belirleyebilmek için uygun olduğunu, bununla birlikte akıcılık, katılık, aşırı özgüven ve duygulanım höristiklerini belirleyebilmek için uygun olmadığını belirtmişlerdir (Miller ve Kim, 2017). Öğrencilerin höristik kullanımlarının tespit edilmesi için en uygun yöntemin mülakat tekniği olmasından dolayı, bu araştırma çalışmasında Talanquer tarafından önerilen ve tanımlanan 10 höristiğin tamamının belirlenebilmesi amacıyla katılımcılar ile mülakatlar gerçekleştirilmiştir. Bu neden dolayı da Talanquer tarafından önerilen ve tanımlanan 10 höristiğin tamamının öğrencilerin bileşiklerin çözünürlüklerine göre sıralanması konusundaki akıl yürütme süreçlerine etkisi ayrıntılı bir şekilde tespit edilmiştir.

TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Bileşiklerin suda artan çözünürlüklerine göre sıralanması şeklindeki bir görevin yerine getirilmesi sürecinde, Talanquer tarafından önerilen on hōristiğin tamamının rolü ilk defa bu çalışma ile irdelenmiştir. Önemli bir kimya konusu olan bileşiklerin çözünürlüklerinin kıyaslanması konusunun bir bilişsel psikoloji kuramı bağlamında değerlendirildiği ve incelendiği bu araştırma literatüre bu anlamda önemli bir katkı sağlayacaktır. Öğrencilerin soruyu cevaplama süreçlerinde hōristikleri sıklıkla kullanmış olduklarının tespit edilmiş olması öğrencilerin çoğunun bilimsel/kimyasal akıl yürütmeler yerine kısa yolları tercih ettiklerini göstermektedir. Bu çalışma ile tespit edilen hōristikler, zamanın ve bilginin sınırlı olduğu şartlarda öğrencilerin bilimsel akıl yürütmelerini kısıtlayan bilişsel kısıtlamaların tipik örnekleridir. Bu hōristik stratejiler öğrencilerin bilişsel çabayı azaltmalarına ve gerekli bilgi yokluğunda cevaplar üretmelerine izin vermiştir, ancak bu bilişsel kısıtlamalar genellikle öğrencileri yanıltmış ve yanlış cevaplar vermelerine sebep olmuştur. Bu çalışmada incelenen çözünürlük konusu, önemli bir kimya konusudur. Çözünürlük konusunda öğrencilerin nasıl düşündüklerinin araştırılması, özellikle de öğrencilerin analitik akıl yürütmelerini kısıtlayan ve bu çalışma ile etki mekanizmaları ayrıntılı bir şekilde açığa çıkarılan hōristiklerin bilinmesi, kimya öğretmenlerinin sınıflarında çözünürlük konusunda anlamlı öğrenmeyi teşvik edecek stratejiler geliştirmelerine yardımcı olacaktır. Öğrenci öğrenmelerini geçerli ve güvenilir bir şekilde değerlendirecek ölçme araçları geliştirmek için de öğrencilerin hem genele özel hem de alana özel akıl yürütme stratejilerinin detaylı bir şekilde incelenmesinde fayda vardır. Bu nedenle bu çalışmanın kimya alanında ölçme aracı geliştirilmesinde de katkıları olacaktır. Örneğin, bu çalışma öğrencilere sorulacak kimya sorularında yer alan kimyasal molekül veya bileşiklere özellikle dikkat edilmesi gerektiğini açığa çıkarmıştır. Katılımcılara sorulan soruda yapısal gösterim olarak dikkat çekici aşikar bir ipucu bulunmamasından dolayı akıcılık hōristiğinin bir etkisine rastlanılmamıştır. Bununla birlikte günlük hayatta sıklıkla kullanılan, tanınan ve bilinen bir bileşik olan NaCl'nin (sofra tuzu) soruda yer alıyor olması tanıma hōristiğinin katılımcıların üçte birinden fazlası tarafından kullanılmasına sebep olmuştur. Bu ve buna benzer durumların ve sonuçların bilinmesi öğrencileri değerlendirmek amacıyla soru hazırlayacak öğretmenlere yararlı olacaktır.

Hōristik akıl yürütme bilinçsiz, otomatik, hızlı ve bilişsel olarak ekonomik olduğu için öğrenciler tarafından sıklıkla kullanılmaktadır. Hōristik akıl yürütmeler yerine, analitik akıl yürütme becerilerinin geliştirilmesinin yani tip 2 süreçlerinin etkili bir şekilde kullanımının sağlanması bu nedenden dolayı oldukça zaman alıcı ve zor bir süreçtir. Öğrencilerin analitik akıl yürütmelerini geliştirmelerine yardımcı olmak amacıyla yargılama ve kararlar verme stratejileri

Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Akıl Yürütme Süreçlerinde Höristiklerin Rolü:
Bileşiklerin Çözünürlüklerine Göre Sıralanması.

ile ipuçları ve ipuçlarının ağırlıklarını değerlendirme stratejileri konularında öğrencilerin eğitime daha fazla önem verilmesinin faydalı olacağı düşünülmektedir.

Höristik stratejilerin sıklıkla kullanılmış olmasının sebebi öğrencilere öğrenim hayatları boyunca öğretilmiş olan kısa yollu problem çözme stratejilerinin öğrencilerin bilimsel akıl yürütme becerilerini kullanma eğilimlerini azaltmış olması olabilir. Böylelikle de öğrenciler problemleri kısa yollu stratejiler kullanarak çözme alışkanlığı edinmiş olabilirler. Sıklıkla rastlanılan akıl yürütme türlerinden biri sezgisel akıl yürütmedir. Bu nedenle, eğitimcilerin görevi sezgisel yargılamayı engellemek değil, sezgisel yargılamanın öğrencilerin anlama ve yorumlamalarını nasıl etkilediğini araştırmak ve bu araştırmalar sonucu elde edilen verileri dikkatlice analiz ettikten sonra alana özgü başarılı akıl yürütme ve düşünme yöntemleri oluşturmaktır. Genel Kimya derslerinde bir konu öğrencilere öğretilirken, o konu ile ilgili olarak sıkça kullanılan kısa yol stratejilerinin uygulanması sürecinde karşılaşılabilecek yanlış akıl yürütme yollarını öğrencilere açıklamak oldukça faydalı olabilir. Öğrencilere bilimsel akıl yürütme ile alakası olmayan kestirme yollu akıl yürütme stratejileri yerine kimyasal süreçleri kullanarak soru çözme alışkanlığı kazandırmak için öğrencilerden farklı ve yeni türlerdeki kimya sorularını çözmelerinin istenmesi sıklıkla tavsiye edilmektedir. Bu araştırmada kullanılan soru öğrencilerin daha önce pek alışık olmadığı türden bir sorudur. Alışık olmadıkları bir soru türü ile karşılaşmış olmalarına rağmen öğrenciler yine de sıklıkla kısa yollu stratejileri kullanmıştır. Bu nedenle biz hangi türden soru tiplerinin gerçekten de öğrencileri kimyasal akıl yürütmeye cesaretlendireceği konusunda daha fazla çalışmanın yapılması gerektiğine inanmaktayız. Ayrıca, Tip 1 süreçlerinin değişik kimya konularında neden olduğu önyargıları düzeltmek amacıyla Tip 2 süreçlerinin nasıl daha aktif hale getirilebileceği konusunda da daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır. Ayrıca, kimya konularında etkisini gösteren höristiklerin, bu olumsuz etkilerini ortadan kaldırmaya yönelik olarak planlanacak çeşitli öğretim stratejilerinin de bu anlamda etkilerinin araştırılmasında fayda vardır.

KAYNAKÇA / REFERENCES

- Akerlind, G. S. (2005). Variation and commonality in phenomenographic research methods. *Higher Education Research & Development*, 24(4), 321–334.
- Akgün, A. & Aydın, M. (2009). Erime ve çözünme konusundaki kavram yanlışlarının ve bilgi eksikliklerinin giderilmesinde yapılandırmacı

öğrenme yaklaşımına dayalı grup çalışmalarının kullanılması. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 8(27), 190-201.

- Alawiyah, N., Susilaningih, E. & Sulistyaningsih, T. (2018). Analysis of misconception on solubility and solubility product constant (ksp) using three-tier multiple choice test. *Journal of Innovative Science Education*, 7(1), 122-129.
- Becker, N. M. & Cooper, M. M. (2014). College chemistry students' understanding of potential energy in the context of atomic-molecular interactions. *Journal of Research in Science Teaching*, 51(6), 789-808.
- Blanco, A. & Prieto, T. (1997). Pupils' Views on how stirring and temperature affect the dissolution of a solid in a liquid: A cross-age study (12 to 18). *International Journal of Science Education*, 19(3), 303-315.
- Calık, M. Ayas, A. & Ebenezer, J. V. (2004). A review of solution chemistry studies: Insights into students' conceptions. *Journal of Science Education and Technology*, 14(1), 29-50.
- Chi, M. T. H. (2008). Three kinds of conceptual change: Belief revision, mental model transformation, and ontological shift. In S. Vosniadou (Ed.), *International Handbook of Research on Conceptual Change* (pp. 61 – 82). Routledge.
- Connor P. E. & Becker, B. W. (2003). Personal value systems and decision-making styles of public managers. *Public Personnel Management*, 32(1), 155-180.
- Connor, M. C., Finkenstaedt-Quinn, S. A. & Shultz G. V. (2019) Constraints on organic chemistry students' reasoning during IR and ¹H NMR spectral interpretation. *Chemistry Education Research and Practice*, 20, 522-541.
- Cooper, M. M., Corley, L. M. & Underwood, S. M. (2013). An investigation of college chemistry students' understanding of structure-property relationships. *Journal of Research in Science Teaching*, 50(6), 699-721.
- Coştu, B., Ayas, A., Açıkkar, E. & Çalık, M. (2007). Çözünürlük konusu ile ilgili kavramlar ne düzeyde anlaşılıyor? *Boğaziçi Üniversitesi Eğitim Dergisi*, 24(2), 13-28.
- Didiş N., Özcan O. & Abak A. (2008). Quantum physics from students' perspective: a qualitative study. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34, 86-94.

Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Akıl Yürütme Süreçlerinde Höristiklerin Rolü:
Bileşiklerin Çözünürlüklerine Göre Sıralanması.

- diSessa, A. A. (1993). Toward an epistemology of physics. *Cognition and Instruction*, 10, 165 – 255.
- Evans, J. S. B. T. (2006). The heuristic-analytic theory of reasoning: Extension and evaluation. *Psychonomic Bulletin & Review*, 13(3), 378 – 395.
- Evans, J. S. B. T. (2008). Dual-processing accounts of reasoning, judgment, and social cognition. *Annual Review of Psychology*, 59, 255–278.
- Ferrari, J. R. & Dovidio J. F. (2000). Examining behavioral processes in decision: decisional procrastination and decision-making style. *Journal of Research in Personality*, 34, 127–137.
- Gigerenzer, G. & Gaissmaier, W. (2011). Heuristic decision-making. *Annual Review of Psychology*, 62, 451–482.
- Goldstein, D. G. & Gigerenzer, G. (2002). Models of ecological rationality: the recognition heuristic. *Psychological Review*, 109(1), 75–90.
- Goodwin, A. (2002). Is salt melting when it dissolves in water? *Journal of Chemical Education*, 9(3), 93-96.
- Graulich, N. (2014). Intuitive judgments govern students' answering patterns in multiple-choice exercises in organic chemistry. *Journal of Chemical Education*, 92, 205-211.
- Graulich, N., Hopf, H. & Schreiner, P. R. (2011a). Heuristic chemistry-addition reactions. *Chemistry - A European Journal*, 17, 30-40.
- Graulich, N., Hopf, H. & Schreiner, P. R. (2011b). Heuristic chemistry-elimination reactions. *Chemistry - An Asian Journal*, 6, 3180–3188.
- Hastie, R. (2001). Problems for judgment and decision making. *Annual Review of Psychology*, 52, 653-683.
- Hatano, G. & Inagaki, K. (2000). Domain-specific constraints on conceptual development. *International Journal of Behavioral Development*, 24(3), 267 – 275.
- Kahneman, D. & Frederick, S. (2002). *Representativeness Revisited: Attribute Substitution in Intuitive Judgment. Heuristics and Biases: The Psychology of Intuitive Judgment*. Cambridge University press.
- Keil, F.C. (1990). Constraints on constraints: Surveying the epigenetic landscape. *Cognitive Science*, 14(1), 135-168.

- Maeyer, J. & Talanquer, V. (2010). The role of intuitive heuristics in students' thinking: ranking chemical substances. *Science Education*, 94, 963–984.
- Maeyer, J. & Talanquer, V. (2013) Making predictions about chemical reactivity: assumptions and heuristics. *Journal of Research in Science Teaching*, 50, 748–767.
- Maeyer, J.R. (2013). *Common-Sense Chemistry: The Use of Assumptions and Heuristics in Problem Solving*. PhD Thesis, Department of Chemistry and Biochemistry, the University of Arizona.
- McClary, L. K. & Talanquer, V. (2011). Heuristic reasoning in chemistry: making decisions about acid strength. *International Journal of Science Education*, 33, 1433–1454.
- Miller, K. & Kim, T. (2017). Examining student heuristic usage in a hydrogen bonding assessment. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 45(5), 411–416.
- Mitra, A. (1995). Price cue utilization in product evaluations: the moderating role of motivation and attribute information. *Journal of Business Research*, 33, 187–195.
- Morewedge, C. K. & Kahneman, D. (2010). Associative processes in intuitive judgment. *Trends in Cognitive Sciences*, 14(10), 435–440.
- Perfors, A., Tenenbaum, J. B., Griffiths, T. L. & Xu, F. (2011). A tutorial introduction to Bayesian models of cognitive development. *Cognition*, 120, 302–321.
- Redish, E. F. (2004). A theoretical framework for physics education research: Modeling student thinking. In Redish, E. F. & Vicentini, M. (Eds.), *Proceedings of the international school of physics, "Enrico Fermi" course CLVI*. IOS press.
- Schwarz, N. (2004). Metacognitive experiences in consumer judgment and decision making. *Journal of Consumer Psychology*, 14(4), 332–348.
- Shah, A. K. & Oppenheimer, D. M. (2008). Heuristics made easy: an effort-reduction framework. *Psychological Bulletin*, 134(2), 207–222.
- Simon, H. A. (1990). Invariants of human behavior. *Annual Review of Psychology*, 41, 1–19.
- Sloman, S. A. (1996). The empirical case for two systems of reasoning. *Psychological Bulletin*, 119(1), 3–22.

Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Akıl Yürütme Süreçlerinde Hôristiklerin Rolü:
Bileşiklerin Çözünürlüklerine Göre Sıralanması.

- Spelke, E. S. & Kinzler, K. D. (2007). Core knowledge. *Developmental Science*, 10, 89–96.
- Stanovich, K. E. & West, R. F. (2000). Individual differences in reasoning: implications for the rationality debate. *Behavioral and Brain Sciences*, 23(5), 645-726.
- Stavy, R. & Tirosh, D. (2000). *How Students (Mis-) Understand Science and Mathematics: Intuitive Rules*. Teachers College press.
- Talanquer, V. (2014). Chemistry education: ten heuristics to tame. *Journal of Chemical Education*, 91, 1091-1097.
- Todd, P. M. & Gigerenzer, G. (2000). Précis of simple heuristics that make us smart. *Behavioral Brain Sciences*, 23(5), 727–741.
- Ugras, M. (2018). Heuristic reasoning of pre-service science teachers in chemistry topics. *Journal of Baltic Science Education*, 17(2), 343-356.
- Valanides, N. (2000). Primary student teachers' understanding of the particulate nature of matter and transformations during dissolving. *Chemistry Education Research and Practice*, 1(2), 249-262.
- Vosniadou, S. (1994). Capturing and modeling the process of conceptual change. *Learning and Instruction*, 4, 45 – 69.
- Wellman, H. M. & Gelman, S. (1998). Knowledge acquisition in foundational domains. In D. Kuhn ve R. Siegler (Eds.), *Cognition, perception and language. Handbook of child psychology*, (5th ed), 2, pp. 523 – 573.
- Wihlborg, M. (2004). Student nurses' conceptions of internationalism in general and as an essential part of Swedish nurses' education. *Higher Education Research & Development*, 23(4), 433-453.