

T.C.
Fırat Üniversitesi
Eğitim Bilimleri Enstitüsü
Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı
Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı

**FEN BİLGİSİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ BAZI KİMYA
KONULARINDAKİ HÖRİSTİK KULLANIMLARININ
İNCELENMESİ**

Doktora Tezi

Gülen ÖNAL KARAKOYUN

Danışman: Prof. Dr. Erol ASİLTÜRK

Elazığ, 2021

BEYANNAME

Fırat Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım “Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Bazı Kimya Konularındaki H ristik Kullanımlarının İncelenmesi” başlıklı doktora tezimin içindeki bütün bilgilerin doğru olduğunu, bilgilerin üretilmesi ve sunulmasında bilimsel etik kurallarına uygun davrandığımı, kullandığım bütün kaynakları atıf yaparak belirttiğimi, maddi ve manevi desteğı olan tüm kurum/kuruluş ve kişileri belirttiğimi, burada sunduğum veri ve bilgileri unvan almak amacıyla daha önce hiçbir şekilde kullanmadığımı, aksinin tespit edilmesi halinde her türlü yasal yaptırımını kabul edeceğimi beyan ederim.

.../.../2021

Gülen  NAL KARAKOYUN

ÖZ

Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Bazı Kimya Konularındaki Höristik Kullanımlarının İncelenmesi

Gülen ÖNAL KARAKOYUN

Doktora Tezi

FIRAT ÜNİVERSİTESİ

Eğitim Bilimleri Enstitüsü

Matematik ve Fen Bilimleri Anabilim Dalı

Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı

2021, XV+183

Öğrenciler tarafından sıklıkla kullanılan ve öğrencilerdeki bilişsel yolu azaltan kestirme yollu stratejilerin (höristikler) belirlenmesi ve bu höristiklerin sezgisel yargılama ve karar verme proseslerinde önyargılara nasıl sebep olduklarının tespit edilmesi, analitik düşünme yollarını daha fazla geliştirebilecek eğitim stratejileri oluşturmaları hususunda eğitimcilere yardımcı olacaktır. Bu araştırmanın amacı fen bilgisi öğretmen adaylarının “hidrojen bağı”, “bileşiklerin bağıl asitlik/bazlık kuvvetleri”, “bileşiklerin erime/kaynama noktalarına göre sıralanması” ve “bileşiklerin çözünürlüklerinin kıyaslanması” konuları ile ilgili akıl yürütme süreçlerinde etkili olan höristikleri belirlemek ve bu höristiklerin çalışma mekanizmalarını Talanquer tarafından önerilen on höristik modelini esas alarak kimya alanına özgü bir şekilde açıklamaktır. Bu araştırmada nitel araştırma metotlarından biri olan fenomenografik araştırma metodu kullanılmıştır. Araştırma 2018-2019 eğitim öğretim yılı bahar döneminde Fırat Üniversitesi Eğitim Fakültesinde gerçekleştirilmiştir. Araştırmada, Fen Bilgisi Öğretmenliği programına kayıtlı 30 öğretmen adayı ile yukarda bahsedilen her bir kimya konusu için ayrı ayrı mülakatlar gerçekleştirilmiştir. Mülakatlar sürecinde katılımcılardan yukarda bahsedilen kimya konuları ile ilgili olarak hazırlanmış mülakat protokollerinde yer alan soruları cevaplamaları istenmiştir. Araştırma sonucunda Talanquer tarafından önerilen on höristiğin katılımcıların bahsedilen kimya konuları ilgili yorumlarını etkilediği tespit edilmiştir. Araştırmada ayrıca bu etkiler sonucu öğrencilerin çoğunlukla etkili analitik akıl yürütmeler yerine kestirme yollu stratejileri kullandığı ve böylelikle de sorularda kastedilen hedef nitelikleri değerlendirmedikleri tespit edilmiştir. Katılımcıların kendilerine sorulan her bir farklı kimya sorusuna vermiş oldukları cevaplardan farklı cevap desenleri elde edilmiştir. Bu desenlerden doğru cevabı ihtiva edenlerin oranlarının genel olarak oldukça düşük olduğu tespit edilmiştir. Araştırma ile ayrıca öğrencilerin kendilerine sorulan her bir kimya sorusunu çözme süreçlerinde etkili olan höristiklerin kullanım sıklıkları da belirlenmiştir. Yukarda bahsedilen kimya konularında etkili olan höristiklerin çalışma mekanizmaları da bu tez kapsamında yapılan araştırmalar ile kimya alanına özgü bir biçimde açıklanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Fen Eğitimi, Hidrojen Bağı, Höristik, Kimya Eğitimi, Akıl Yürütme.

ABSTRACT

Investigation of The Pre-Service Science Teachers' Use of Heuristic in Some Chemistry Topics

Gülen ÖNAL KARAKOYUN

Ph.D. Thesis

FIRAT UNIVERSITY

Institute of Educational Science

Department of Mathematics and Science Education

Division of Science Education

2021, P: XV+183

Identifying short-cut strategies (heuristics), which are frequently used by students and reduce the cognitive path in students, and how these heuristics cause bias in intuitive judgment and decision-making processes will help educators to create educational strategies that can further develop analytical ways of thinking. The aim of this research is to determine the heuristics that are effective in the reasoning processes of science teacher candidates on the topics of "hydrogen bonding", "relative acidity / basicity strength of compounds", "ranking compounds according to their melting / boiling points", and "comparing the solubility of compounds " and is to explain the working mechanisms of these heuristics in a way specific to the field of chemistry based on the ten heuristic models proposed by Talanquer. The phenomenographic research method, which is one of the qualitative research methods, was used in this study. The research was carried out at Firat University Faculty of Education in the spring semester of the 2018-2019 academic year. In the study, separate interviews were conducted with 30 pre-service teachers enrolled in the Science Education Program for each chemistry subject mentioned above. During the interviews, the participants were asked to answer the questions in the interview protocols prepared on the above-mentioned chemistry subjects. As a result of the research, it was determined that the ten heuristics proposed by Talanquer affected the participants' comments on the mentioned chemistry topics. In addition, as a result of these effects, it was found that students mostly used short-cut strategies instead of effective analytical reasoning and thus did not evaluate the target attributes meant in the questions. Different answer

patterns were obtained from the answers given by the participants to each different chemistry question they were asked. It has been determined that the proportions of those containing the correct answer among these designs are generally quite low. In addition, the frequency of use of the heuristics, which are effective in the process of solving each chemistry question asked by the students, was also determined. The working mechanisms of heuristics, which are effective in the above-mentioned chemistry subjects, are also explained in a way specific to the field of chemistry with the researches made within the scope of this thesis.

Key words: Science Education, Hydrogen Bond, Heuristics, Chemistry Education, Reasoning.

İÇİNDEKİLER

BEYANNAME	ii
ABSTRACT.....	iv
İÇİNDEKİLER	vi
TABLolar LİSTESİ	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ	xii
KISALTMALAR VE SEMBOLLER LİSTESİ.....	xiii
EKLER LİSTESİ.....	xiv
ÖN SÖZ	xv
BİRİNCİ BÖLÜM	1
I. GİRİŞ	1
1.1. Araştırmanın Problemi/Hipotezi.....	9
1.2. Araştırmanın Amacı.....	11
1.3. Araştırmanın Önemi	11
1.4. Araştırmanın Sayıltıları (Varsayımları)	12
1.5. Araştırmanın Sınırlılıkları.....	12
1.6. Araştırmanın Tanımları.....	13
İKİNCİ BÖLÜM.....	15
II. KURAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ ALAN YAZIN	15
2.1. Karar Verme	15
2.1.1 Karar Verme Stilleri	16
2.2. Sezgisel Düşünme.....	17
2.3. Yargı/Yargılama	18
2.4. Tanecikler Arası Etkileşimler	19
2.4.1. Kimyasal Bağlar	19
2.4.2. Diğer Etkileşimler.....	20
2.4.2.1. Van der Waals Kuvvetleri	21
2.4.2.2. İyon-Dipol Etkileşimleri	21
2.4.2.3. Dipol- Dipol Etkileşimleri.....	22
2.4.2.4. İndüklenme ile Elektriklenme	24
2.4.2.5. İyon-İndüklenmiş Dipol Etkileşimi.....	25
2.4.2.6. Dipol- İndüklenmiş Dipol Etkileşimi.....	26

2.4.2.7. İndüklenmiş- Dipol-İndüklenmiş Dipol Etkileşimi.....	27
2.4.3. İtme Kuvvetleri	29
2.4.4 Hidrojen Bağı.....	30
2.4.5 Tanecikler Arası Etkileşimin Etkileri	31
2.4.5.1. Erime ve Kaynama Noktaları.....	31
2.4.5.2. Çözünürlük.....	36
2.5. Asitler ve Bazlar	39
2.5.1. Arrhenius Asit-Baz Tanımı.....	39
2.5.1. Brønsted-Lorwy Asit-Baz Tanımı	40
2.5.2. Lewis Asit-Baz Tanımı.....	43
2.6. İlgili Alan Yazın	44
2.6.1. Alan Yazın Tarama Yöntemi ve Seçme Kriterlerinin Belirlenmesi	45
2.6.2. Alan Yazın Tarama Süreci.....	45
2.6.3. Analiz Süreci	46
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM	53
III. ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ	53
1.1. Araştırmanın Yöntemi/ Deseni	53
3.2. Evren ve Örneklem/ Çalışma Grubu / Katılımcılar	57
3.3. Veri Toplama Araçları	58
3.4. Araştırma Süreci	60
3.5. Verilerin Analizi	61
DÖRDÜNCÜ BÖLÜM	63
IV. BULGULAR	63
4.1. Katılımcıların Hidrojen Bağı Konusundaki Höristik Akıl Yürütmeleri	63
4.2. Katılımcıların Bileşiklerin Bağlı Asitlik Kuvvetleri Konusu İle İlgili Höristik Akıl Yürütmeleri (HCl, H ₂ S ve HI Bileşikleri)	75
4.3. Katılımcıların Bileşiklerin Bağlı Bazlık Kuvvetleri Konusu İle İlgili Höristik Akıl Yürütmeleri (KOH, Mg(OH) ₂ ve Ca(OH) ₂ Bileşikleri).....	91
4.4. Katılımcıların Bileşiklerin Kaynama Noktalarına Göre Sıralanması Konusu İle İlgili Höristik Akıl Yürütmeleri (HI, HCl, NaI ve NaCl Bileşikleri) ...	105
4.5. Katılımcıların Bileşiklerin Erime Noktalarına Göre Sıralanması Konusu İle İlgili Höristik Akıl Yürütmeleri (HCl, HBr, NaI ve NaBr Bileşikleri).....	116

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1	Tanecikler Arası Etkileşim (Tunalı ve Özkar, 1999).....	30
Tablo 2	NaF ile MgO Erime ve Kaynama Noktaları (Tunalı ve Özkar, 1999)	31
Tablo 3	NaF, KCl ve RbBr Erime ve Kaynama Noktaları (Tunalı ve Özkar, 1999)..	33
Tablo 4	Gümüş ve Potasyum Halojenürlerin Erime ve Kaynama Noktaları ve İyon Yarı Çapları (Tunalı ve Özkar, 1999)	34
Tablo 5	Bazı Maddelerin Erime ve Kaynama Sıcaklıkları (Tunalı ve Özkar, 1999)..	35
Tablo 6	HCl, NH ₃ ve H ₂ O da Moleküller Arası Etkileşim Enerjileri (kJmol ⁻¹) ve Kaynama Noktaları. E _{DD} (Dipol-Dipol Enerjisi, E _{DI} : Dipol-indüklenmiş Dipol Enerjisi, E _L : London Enerjisi, E _T : Toplam Enerji, KN: Kaynama Noktası K) (Tunalı ve Özkar, 1999).	36
Tablo 7	Bazı Konjuge Asit-Baz Çiftleri (Asit veya Baz Kuvveti Ok Yönünde Azalmaktadır) (Tunalı ve Özkar, 1999).....	42
Tablo 8	Höristiklerin Kimya Konularında Kullanımlarının Araştırıldığı Makaleler.	47
Tablo 9	İlgili Makalelerin Çalışma Konuları, Yöntem, Veri Toplama Araçları Ve Çalışma Grupları	46
Tablo 10	İlgili Makalelerin Veri Analiz Yöntemleri ve Tespit Edilen/İncelenen Höristikler	49
Tablo 11	Temel Sonuçlar	50
Tablo 12	Höristiklerin Kimya Konularında Kullanımlarının Araştırıldığı Lisansüstü Tezler.	51
Tablo 13	Mülakat Protokollerinde Yer Alan ve Katılımcılara Sorulan Sorular	60
Tablo 14	Elde Edilen Cevap Desenleri (Hidrojen Bağı İle İlgili Soru)	64
Tablo 15	Höristikler ile İlişkilendirilen Öğrenci İfadeleri (Hidrojen Bağı İle İlgili Soru).....	65
Tablo 16	Katılımcıların Kullanmış Oldukları Höristikler (Hidrojen Bağı İle İlgili Soru).....	67
Tablo 17	Höristikleri En Az Bir Defa Kullanan Katılımcı Sayıları ve Yüzdeleri (Hidrojen Bağı İle İlgili Soru).....	68
Tablo 18	Elde Edilen Cevap Desenleri (Asitlik Kuvveti, HCl, H ₂ S Ve HI Bileşikleri)	76

Tablo 19	Höristikler ile İlişkilendirilen Öğrenci İfadeleri (Asitlik Kuvveti, HCl, H ₂ S ve HI Bileşikleri).....	78
Tablo 20	Katılımcıların Kullanmış Oldukları Höristikler (Asitlik Kuvveti, HCl, H ₂ S ve HI Bileşikleri).....	80
Tablo 21	İlgili Höristikleri En Az Bir Defa Kullanan Katılımcı Sayıları ve Yüzdeleri (Bileşiklerin Bağlı Asitlik Kuvvetleri, HCl, H ₂ S ve HI Bileşikleri).....	81
Tablo 22	Elde edilen Cevap desenleri (Bileşiklerin Bağlı Bazlık Kuvvetleri, KOH, Mg(OH) ₂ ve Ca(OH) ₂ Bileşikleri).....	91
Tablo 23	Höristikler İle İlişkilendirilen Öğrenci İfadeleri (Bileşiklerin Bağlı Bazlık Kuvvetleri, KOH, Mg(OH) ₂ ve Ca(OH) ₂ Bileşikleri).....	94
Tablo 24	Katılımcıların Kullanmış Oldukları Höristikler (Bileşiklerin Bağlı Bazlık Kuvvetleri, KOH, Mg(OH) ₂ ve Ca(OH) ₂ Bileşikleri).....	96
Tablo 25	İlgili Höristikleri En Az Bir Defa Kullanan Katılımcı Sayıları ve Yüzdeleri (Bileşiklerin Bağlı Bazlık Kuvvetleri, KOH, Mg(OH) ₂ ve Ca(OH) ₂ Bileşikleri).....	97
Tablo 26	Elde Edilen Cevap Desenleri (Kaynama Noktası, HI, HCl, NaI ve NaCl Bileşikleri).....	105
Tablo 27	Höristikler ile İlişkilendirilen Öğrenci İfadeleri (Kaynama Noktası, HI, HCl, NaI ve NaCl Bileşikleri)	108
Tablo 28	Katılımcıların Kullanmış Oldukları Höristikler (Kaynama Noktası, HI, HCl, NaI ve NaCl Bileşikleri)	109
Tablo 29	İlgili Höristikleri En Az Bir Defa Kullanan Katılımcı Sayıları ve Yüzdeleri (Kaynama Noktası, HI, HCl, NaI ve NaCl Bileşikleri)	110
Tablo 30	Elde Edilen Cevap Desenleri (Erime Noktası, HCl, HBr, NaI ve NaBr Bileşikleri).....	117
Tablo 31	Höristikler ile İlişkilendirilen Öğrenci İfadeleri (Erime Noktası, HCl, HBr, NaI ve NaBr Bileşikleri)	120
Tablo 32	Katılımcıların Kullanmış Oldukları Höristikler (Erime Noktası, HCl, HBr, NaI ve NaBr Bileşikleri)	121
Tablo 33	İlgili Höristikleri En Az Bir Defa Kullanan Katılımcı Sayıları ve Yüzdeleri (Erime Noktası, HCl, HBr, NaI ve NaBr Bileşikleri)	122

Tablo 34	Elde Edilen Cevap Desenleri (Kaynama Noktası, H_2Se , H_2S ve PH_3 Bileşikleri).....	129
Tablo 35	Höristikler ile İlişkilendirilen Öğrenci İfadeleri (Kaynama Noktası, H_2Se , H_2S ve PH_3 Bileşikleri)	131
Tablo 36	Katılımcıların Kullanmış Oldukları Höristikler (Kaynama Noktası, H_2Se , H_2S ve PH_3 Bileşikleri).....	133
Tablo 37	İlgili Höristikleri En Az Bir Defa Kullanan Katılımcı Sayıları ve Yüzdeleri (Kaynama Noktası, H_2Se , H_2S ve PH_3 Bileşikleri).....	134
Tablo 38	Elde Edilen Cevap Desenleri (Çözünürlük, $NaCl$, $NaBr$, BaO ve MgO Bileşikleri).....	142
Tablo 39	Höristikler ile İlişkilendirilen Öğrenci İfadeleri (Çözünürlük, $NaCl$, $NaBr$, BaO ve MgO Bileşikleri)	144
Tablo 40	Katılımcıların Kullanmış Oldukları Höristikler (Çözünürlük, $NaCl$, $NaBr$, BaO ve MgO Bileşikleri).....	145
Tablo 41	İlgili Höristikleri En Az Bir Defa Kullanan Katılımcı Sayıları ve Yüzdeleri (Çözünürlük, $NaCl$, $NaBr$, BaO ve MgO Bileşikleri).....	146
Tablo 42	Soruların Çözümü Sürecinde İlgili Höristikleri En Az Bir Defa Kullanan Katılımcı Yüzdeleri.....	161
Tablo 43	Tez Kapsamında Tespit Edilen Höristik Kullanım Yüzdelerinin Maeyer ve Talanquer Tarafından Tespit Edilen Kullanım Yüzdeleri İle Karşılaştırılması	168

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1	Sezgi	17
Şekil 2	İyon Dipol Etkileşimi	22
Şekil 3	İki Dipol Arasında Elektrostatik Etkileşim	23
Şekil 4	İyonik Katılanların Su İçinde Çözünmeleri.....	38

KISALTMALAR VE SEMBOLLER LİSTESİ

KISALTMA/SEMBOL :

- E** : Elektrik Alanı Kuvveti
RT : Termal Enerji

EKLER LİSTESİ

EK 1 İzin Belgeleri.....	182
EK 2 Orjinallik raporu.....	185

ÖN SÖZ

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde, değerli bilgilerini benimle paylaşan, kendisine ne zaman danışsam bana kıymetli zamanını ayırıp sabırla ve büyük bir ilgiyle bana faydalı olabilmek için elinden gelenden fazlasını sunan her sorun yaşadığımda yanına çekinmeden gidebildiğim, güler yüzünü ve samimiyetini benden esirgemeyen, kendisinden çok şey öğrendiğim ve tezimin son aşamasına gelene kadar bana yol gösteren, gelecekteki mesleki hayatımda da bana verdiği değerli bilgilerden faydalanacağımı düşündüğüm kıymetli ve danışman hoca statüsünü hakkıyla yerine getiren Prof. Dr. Erol ASİLTÜRK'e teşekkürü bir borç biliyor ve şükranlarımı sunuyorum.

Tez İzleme Komitemde bulunan değerli hocalarım Doç. Dr. Haki PEŞMAN'a ve Doç. Dr. Mustafa SAVCI'ya görüşleriyle tezime sundukları katkıdan dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Tüm hayatım boyunca en büyük desteği ve sevgiyi vererek, beni bu günlere getiren her zaman yanımda olan çok değerli ANNEM ve BABAM 'a ayrıca bu zorlu sürecimde beni yalnız bırakmayan, bana hep destek olan KIZ KARDEŞLERİME ve ilham kaynağım olan biricik kardeşim Muhammed Ali ÖNAL'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Doktora tez sürecimde her koşulda anlayışla yanımda olan, çalışmalarım esnasında yardım ve desteğini benden esirgemeyen sabırla bana yol gösteren sevgili eşim Öğretim Üyesi Dr. Necdet KARAKOYUN'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışmada Fırat Üniversitesi Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliğinde olan öğrencilerime, tezime sundukları katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Tez sürecimde hayatıma iyilikleri ve anlayışları ile dokunan, varlıklarına şükrettiğim herkese teşekkür ederim.

BİRİNCİ BÖLÜM

I. GİRİŞ

Fen ile ilgili birçok konuda öğrencilerin kendilerine sorulan soru veya problemlere genellikle sıg ve yüzeysel cevaplar verdikleri ve öğrencilerin fen konuları ile ilgili kavramları sıklıkla yanlış anladıkları çeşitli araştırmalar ile açığa çıkarılmıştır (Kerr ve Walz, 2007; Kim vd., 2019; Nakiboglu, 2003; Talanquer, 2014). Fen konularıyla alakalı sorulara sıg ve yüzeysel cevaplar veren öğrencilerin sorularda bulunan ipuçlarını değerlendirirken sıklıkla hataya düştükleri ve bu öğrencilerin yargılama ve karar verme süreçlerinde birçok bilişsel önyargının bulunduğu da benzer araştırmalar ile tespit edilmektedir (Talanquer, 2014). Fen konuları ile alakalı olarak öğrencilerde bulunan bu eksikliklerin giderilmesi ve hatalı önyargıların ortadan kaldırılmasına yönelik uygun stratejilerin geliştirilmesi için öğrencilerin fen ile ilgili konulardaki akıl yürütmelerinin detaylı bir şekilde incelenmesi gerekmektedir. Öğrencilerin fen ile ilgili konulardaki akıl yürütme süreçlerinde açığa çıkan hata ve önyargıların doğasını araştırmak ve anlamak isteyen fen eğitimcileri; gelişim psikoloji, bilişsel bilim ve davranış bilimi gibi diğer alanlar ile de ilgilenmeye ve bu alanlarda yapılan çalışmalardan da faydalanmaya başlamıştır. Gelişim psikoloji, bilişsel bilim, davranış bilimi ve davranışsal iktisat gibi bilim dallarında bireylerin günlük ve sosyal hayatlarındaki yargılama ve karar verme süreçlerini farklı bakış açılarıyla inceleyen çok sayıda araştırma vardır (Connor ve Becker, 2003; Ferrari ve Dovidio, 2000; Hastie, 2001; Schwarz, 2004;). Bu bilim dallarında yapılan araştırmalar sonucu bireylerin yargılama ve karar verme süreçlerini açıklamak amacıyla değişik teoriler üretilmektedir (Gilovich vd., 2002; Todd ve Gigerenzer, 2000; Ugras, 2018). Bu teorilerden bir tanesi de bireylerin sezgisel yargılama ve karar vermeleri ile ilgili önemli bilgiler içeren ve “çift süreç” teorisi olarak adlandırılan modeldir (Evans, 2008; Evans ve Stanovich, 2013; Gigerenzer ve Goldstein, 1996; Ugras, 2018). Asıl amacı bireylerin günlük hayat ile ilgili akıl yürütmelerini açıklamak olan bu modelden son zamanlarda öğrencilerin bilimsel konulardaki akıl yürütmelerini açıklamak amacıyla da yararlanılmaktadır. Özellikle de soyut kavramların sıklıkla kullanıldığı kimya konularında öğrencilerin sezgisel yargılama ve karar vermede kullandıkları akıl yürütme proseslerini ve bu süreçlerde aktif bir rol oynayan hristikleri açıklamak amacıyla son birkaç yıldan beri “çift süreç”

teorisinden sıklıkla faydalanılmaktadır (Connor vd., 2019; Graulich, 2014; Maeyer ve Talanquer, 2010; McClary ve Talanquer, 2011; Miller ve Kim, 2017). Çift süreç teorisine göre insanlarda Tip 1 ve Tip 2 şeklinde adlandırılan iki farklı akıl yürütme prosesi vardır. Tip 1 prosesleri bilişsel yetenekten bağımsız olarak çok hızlı bir şekilde ilerleyen ve işler belleğin kullanımına önem vermeyen akıl yürütmeleri içerir (Ugras, 2018). Tip 1 proseslerinin tetiklenmesi için özel bir gayrete gerek olmadığından dolayı bu prosesler otomatik olarak gerçekleşirler (Stanovich ve West; Ugras, 2018). Tip 1 prosesleri öğrenilmiş stratejileri ve doğal olarak oluşan akıl yürütmeleri ihtiva eden özerk proseslerdir (Stanovich ve West, 2000). Tip 1 prosesleri bireylerin sezgisel akıl yürütmeleri ile ilgilidir. Tip 2 prosesleri ise işler belleğin kullanıldığı, yavaş ve ardışık olarak ilerleyen proseslerdir (Talanquer, 2014). Tip 2 proseslerinin uygulanması için özel gayrete ve bilinçli müdahalelere ihtiyaç vardır. Tip 2 prosesleri bireylerin varsayımlı (hipotetik), analitik veya yansıtıcı (reflektif) düşünme tarzı ile ilgilidir (Ugras, 2018; Maeyer, 2013). Bilimsel akıl yürütmelerin ölçülmesi amacıyla genellikle bireylerin Tip 2 proseslerini uygulama performansları dikkate alınır.

Literatürde yer alan birçok bilimsel araştırma bir birey yeni problem veya durum ile karşılaştığı zaman o bireyin akıl yürütme sürecinde hızlı bir şekilde Tip 1 proseslerinin tetiklendiğini delilleriyle açığa çıkartmaktadır (Evans, 2008; Graulich, 2014; McClary ve Talanquer, 2011). Bu araştırmalar özellikle zamanın sınırlı olduğu durumlarda veya bilgi/motivasyonun eksik olduğu şartlarda, Tip 1 proseslerinin bireylerin bilişsel sisteminin kusurlu bir cevabı olarak aktif hale geldiğini göstermektedir. Tip 1 prosesleri günlük hayatta karşılaşılan problemlerin çözümü için faydalı kararlar verilmesini sağlar. Bununla birlikte, Tip 1 prosesleri bireylerin akıl yürütme sürecinde açığa çıkan çeşitli önyargılardan da sorumlu tutulmaktadırlar (Ugras, 2018). Önyargılar bireylerin sezgisel karar verme süreçlerinde hata yapmalarına neden olabilir. Bazı durumlarda mantıklı akıl yürütmek ve doğru karar vermek için hatalı önyargıların engellenmesi ve bu hatalı önyargılar yerine etkili analitik akıl yürütmelerin kullanılması yani Tip 2 proseslerinin müdahalesi gerekmektedir. Konu ile ilgili yeterli bilgiye sahip bireylerin, yüksek bilişsel yeteneğe sahip bireylerin veya problemleri yansıtıcı (reflektif) bir bakış açısıyla değerlendirme kapasitesi yüksek olan bireylerin akıl yürütme süreçlerinde Tip 1 proseslerinin neden olduğu hatalı yargılamaları engellemek amacıyla Tip 2 proseslerinin bilinçli bir müdahalesinin gerçekleşme ihtimali oldukça yüksektir. Bununla birlikte

konuyla ilgili yeterli bilgiye sahip olmayan bireylerin, düşük bilişsel yeteneğe sahip bireylerin veya yeterli motivasyona sahip olmayan bireylerin akıl yürütme süreçlerinde ise Tip 1 proseslerinin daha aktif bir şekilde rol alması muhtemeldir (Morewedge ve Kahneman, 2010; Shah ve Oppenheimer, 2008). Tip 1 prosesleri kısa yollu akıl yürütme stratejileri olarak kabul edilirler ve h ristikler olarak adlandırılırlar (Ugras, 2018, p. 344; Graulich, 2014). H ristikler bilgi işleme yolunu kısalttıkları için beklenenden kısa sürede karar verilmesini sağlarlar. Sorunun        ile ilgili akıl yürütmelerde bazı       (implicit) kurallar oluşturarak bireylerin akıl yürütmelerini kolaylaştırırlar (Todd ve Gigerenzer, 2000). H ristikler karar vermede kullanılan ipuçlarının sayısını azalttıkları için ve kolay elde edilen ipuçlarını etkili bir şekilde kullandıkları için karar vericiler      zaman höristikleri mantıklı olarak kabul etmektedirler.   zellikle de zamanın ve konuyla ilgili bilginin sınırlı olduğu durumlarda h ristikler bireylerin doğru kararlar vermelerine yardımcı olabilirler. Bununla birlikte, h ristikler yargılama ve karar verme süreçlerinde açığa çıkan sistematik hatalardan da (bilişsel önyargı) sorumlu tutulurlar (Talanquer, 2014; Ugras, 2018).

Gelişim psikoloji, 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      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 kaliteli” 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 prosesleri 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. Halbuki, h ristik stratejiler üzerine yapılan çalışmaların      genel prensiplerin alana özgü örneklerinin sunumudur ve farklı isimlerle

adlandırılan h ristiklerin çoğu bireylerin farklı konularla ilgili akıl yürütme süreçlerinde benzer bilişsel prosesleri kullanmaktadır (Ugras, 2018; Graulich, 2014). Bu nedenle, h ristikler ile ilgili bu karma ıklıkları azaltmak için benzer prosesleri esas alan höristikleri aynı başlık altında kategorize etmeyi amaçlayan çalışmalara da literatürde rastlanılmaktadır. Bu amaçla yapılan çalışmalar içerisinde en çok dikkat çeken ve kabul gören çalışmalardan bir tanesi Morewedge ve Kahneman tarafından yapılan çalışmadır. Morewedge ve Kahneman bireyler tarafından günlük hayatta çokça kullanılan höristikleri kullanmış oldukları bilişsel proseslere göre üç başlık altında toplamıştır. Bu h ristikler tanıma (recognition), mevcudiyet/elde edilebilirlik (availability) ve temsiliyet/temsil edici (representativeness) dir (Morewedge ve Kahneman, 2010;; Goldstein ve Gigerenzer, 2002).

Kimya konularıyla ilgili olarak öğrencilerin sezgisel yargılamaları ve h ristik kullanımları ile ilgili çalışmalara henüz yakın bir tarihten beri rastlanılmaktadır. 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 proseslerine güvenerek karar verdikleri tespit edilmiştir (Maeyer ve Talanquer, 2010; Connor, Finkenstaedt-Quinn, ve Shultz, 2019; Becker ve Cooper, 2014; Cooper, vd, 2013). Bazı araştırmacılar kimya konularında h ristiklerin sıklıkla ve bilinçsiz bir şekilde kullanılmasının sebebini öğrencilere öğrenim hayatları boyunca öğretilen bazı geleneksel h ristik prensiplerin   rencilerdeki bilişsel yolları azaltmış olabileceği ve öğrencilerin ezber yapma alışkanlığı kazanmış olabileceği şeklinde açıklamaktadırlar (Ugras, 2018). H ristiklerin bu etkisinden dolayı da öğrencilerin kavramları yanlış veya aşırı kolayla tırılmı  olarak anladıklarına inanılmaktadır. Kimya konularından  u ana kadar katılma reaksiyonları, ayrılma reaksiyonları, kimyasal problem çözme, moleküllerin asitlik kuvveti, kimyasal reaktivite, kimyasal ba  teorileri ve molekül yapılar, kimyasal maddelerin sınıflandırılması, moleküllerin yapı-özellik ilişkileri ve moleküllerin IR ve NMR spektrumlarının yorumlanması konularında öğrencilerin sezgisel akıl yürütmeleri ve h ristik 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; Connor, v.d., 2019). Kimya   rencilerinin sezgisel stratejileri üzerine yapılan bu araştırmaların

sonucunda h ristiklerin etkisinden dolayı öğrencilerin esas ve önemli olan kimyasal bilgiyi kullanmaksızın soruları doğru veya yanlış bir şekilde cevapladıkları da tespit edilmiştir. Yukarda bahsedilen kimya konuları ile ilgili yapılan araştırmalarda farklı h ristiklerin kimya konularında etkileri araştırılmıştır. Örneğin, asitlik kuvveti konusunda indirgeme (reduction), temsiliyet/temsil edici (representativeness) ve sözlükbilimsel (lexicographic) isimli h ristiklerin öğrenciler tarafından sıklıkla kullanıldığı belirtilmektedir (McClary ve Talanquer, 2011). Başka bir çalışmada da bileşiklerin fiziksel veya kimyasal özelliklerine göre bağıl sıralanması ve kimyasal reaksiyonların gerçekleşme eğilimine göre sıralanması konularında öğrencilerin tanıma (recognition), temsiliyet/temsil edici (representativeness), tek nedenli karar verme ve gelişigüzellik eğilimi (arbitrary trend) h ristiklerini sıklıkla kullandıkları tespit edilmiştir (Maeyer, 2013). Verilen örneklerden de anlaşılacağı üzere, kimya konularında da birbirinden bağımsız olarak yapılan çalışmalar sonucu tespit edilen ve isimlendirilen h ristik stratejilerin sayısı her geçen gün artmaktadır. Bununla birlikte, Talanquer çok yakın bir zamanda yapmış olduğu bir çalışma ile kimya alanında sıklıkla kullanılan höristikleri kullanmış oldukları bilişsel proseslere göre açıklamış ve bu höristikleri 10 başlık altında toplamıştır (Talanquer, 2014). Talanquer'in bu modeli oldukça önemlidir ve kimya alanında h ristikler ile ilgili bundan sonra yapılacak çalışmalar için bir referans olacak niteliktedir. Talanquer'in bu modeli eğitimciler tarafından ilgi görmektedir. Örneğin, Miller ve Kim hidrojen bağı konusunda öğrencilerin kullanmış oldukları h ristikler ile ilgili yapmış olduğu çalışmada Talanquer tarafından önerilen bu modeli esas almışlardır (Miller ve Kim, 2017). Miller ve Kim tarafından gerçekleştirilen bu araştırma kimya konularında h ristiklerin 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 kullanımlarının derinlemesine ve ayrıntılı bir şekilde araştırılması için en uygun yolun öğrenciler ile mülakatlar yapmak olduğu bilinen bir gerçektir ve bu gerçek birçok araştırmada da vurgulanmaktadır (Ugras, 2018). Bununla birlikte Miller ve Kim yukarda bahsedilen araştırmalarında mülakat yapmamışlar, sadece öğrencilerin vermiş oldukları yazılı cevapları analiz etmek ile yetinmişlerdir. Mülakat tekniğinden faydalanmadıkları için de Talanquer tarafından önerilen 10

höristikten sadece 6 tanesini hidrojen bağı konusu ile ilgili olan araştırmalarında inceleyebilmişlerdir.

Bu tez çalışmasında ise öğrencilerin bazı kimya konuları ile ilgili akıl yürütme süreçlerinde Talanquer tarafından önerilen 10 höristiğin tamamının etkisinin detaylı bir şekilde incelenebilmesi amacıyla öğrenciler ile mülakatlar gerçekleştirilmiştir. Talanquer'in modeline göre kimya konularında öğrencilerin akıl yürütme sürecinde etkili olabilecek 10 tane h ristik vardır. Bu 10 h ristik şunlardır; çağrışımsal aktivasyon, akıcılık, nitelik yer değiştirmesi, tek nedenli karar verme, yüzeysel benzerlik, tanıma, genelleştirme, katılık, aşırı  zg ven ve duygulanım (Talanquer, 2014). Talanquer bu on höristiğin her birini kimya alanına özel örneklerle birlikte aşağıdaki gibi açıklamıştır (Talanquer, 2014).

Çağrışımsal Aktivasyon: İnsan hafızası nesnelerin, özelliklerin ve çokça tecrübe edilen olayların birbiri ile ilişkilendirilmesine bağlıdır. 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. Geçmiş bilgiler tekrar hatırlanabilir olduğundan geçmiştekine benzer yeni bir durumla karşılaşıldığında bu geçmiş zamanda edinilen bilgiler yeni durum için tekrar kullanılabilir. Bununla birlikte, bu bilgilerin gemiştekilerle ilgisi olmayan veya geçmişteki şartlara yüzeysel olarak benzeyen yeni durumlarda kullanılması ile yanlış kararlar da verilebilir (Talanquer, 2014). Örneğin bir öğrenciye iki farklı molekül yakıldığında (bu moleküller etan ve etanol) hangisinden daha fazla enerji elde edilebileceğini sorduğumuzu düşünelim.  ğrenciden cevap verirken bu iki farklı molekülün kimyasal formülüne/yapısına göre karar vermesini isteyelim. Bu iki bileşikteki oksijen atomlarının sayısının farklı olması öğrencinin dikkatini çekebilir. Oksijen hakkında düşünmeye başlanmış olması “oksijen yanma için gereklidir” veya “oksijen yanma içi ile alakalıdır” şeklinde çağrışımları tetikleyebilir. Bu nedenle  ğrenci “Bir molekülde ne kadar çok oksijen atomu varsa yanma sonucu o kadar çok enerji elde edilir” şeklinde hızlı fakat yanlış bir yargılama yapabilir. Bu şekildeki bir yargılama çağrışımsal aktivasyonun bir sonucudur (Talanquer, 2014).

Akıcılık: Bir problemde verilen bilgilerin tamamı beyin tarafından aynı kolaylık derecesi ile işlenmez. Herhangi bir alanda yeni olan bir kişi için, aşıkâr olarak verilen özelliklerin incelenmesi imalı olarak verilen özelliklerin incelenmesinden daha kolaydır.

İnsanlar yargılama yaparken ve karar verirken kolay elde edilen bilgiyi kullanma eğilimindedirler. Akıcılık prosesi bilişsel bir görevin tamamlanması ile alakalı olarak subjektif kolaylık veya zorluk tecrübelerini ifade eder. Örneğin aynı problemle ilgili olarak birden fazla çözüm yolu var ise, bu çözüm yollarındaki farklılıklar problemle ilgili olan zorluk algısını problemin içeriğinden bağımsız olarak arttırabilir veya azaltabilir. Bir konuda karar verirken kullanılacak olan ipuçlarının bilinçsiz bir şekilde seçilmesi hızlı bir şekilde karar vermeye yardımcı olur. Bu şekilde doğru veya yanlış kararlar verilebilir. Örneğin bir öğrenciden H_2S ve HCl nin asitlik kuvvetlerinin karşılaştırılmasını istediğimizi düşünelim. Öğrenci bu iki asitin molekül formüllerine baktığı zaman bu iki asitteki hidrojen atomlarının sayısının farklı olduğunu görebilir (aşıkâr ipucu). Bu özelliğe dikkat edilmesi asitlik ve moleküldeki hidrojen sayısı arasında belli belirsiz bir çağrışım yapabilir (çağrışımsal aktivasyon) ve öğrenci “molekülde ne kadar çok hidrojen atomu varsa molekül o kadar asittir” şeklinde bir akıl yürütme ile H_2S in HCl den daha kuvvetli bir asit olduğu şeklinde yanlış bir cevap verebilir. Bu örnekte akıcılık etkisi öğrencinin kolay erişilebilen bir ipucu olması nedeniyle molekül formülünde bulunan hidrojenlerin sayısını dikkate alması ile açığa çıkmıştır ve akıcılık etkisi diğer çağrışımları tetiklemiştir. Asitlik kuvvetlerinin kıyaslanmasında bu tür kısa yol stratejilerinin kullanılması elektronegatiflik, bağ kuvveti ve polarlık gibi birçok değişkenin değerlendirilmesini engeller ve böylelikle soru daha kısa yoldan fakat yanlış bir şekilde cevaplanır (Talanquer, 2014).

Nitelik yer değiştirilmesi: Bir uyarıcının özel bir niteliğinin değerlendirilmeye başlanması otomatik olarak o 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 değiştirilmesi gerçekleşebilir. Çoğu zamanlar, karar vericiler bu tür yer değiştirmeleri fark edemezler. Örneğin bir insanın cömert olup olmadığının değerlendirilmesi otomatik olarak o kişinin diğer özelliklerinin anımsanmasını sağlayacaktır (kişinin sıcakkanlı olması, dost olması, erdemli olması veya dürüst olması gibi). Kişinin cömert olduğuna dair herhangi bir örnek olmamasına rağmen kişinin cömert olarak algılanmasına dair bir etki oluşacaktır. Bir öğrenciye NaF ve $NaBr$ bileşiklerinden hangisinin daha yüksek erime noktasına sahip olduğunu sorduğumuzu düşünelim. Erime noktasının moleküllerin ağırlığıyla ilişkili olduğunu

düşünen bir öğrenci zihninde orijinal soruyu “hangi bileşik daha ağırdır” şeklinde değiştirebilir (Talanquer, 2014). Orijinal sorunun değiştirilerek başka bir soruya cevap aranması nitelik yer değiştirmesinin bir etkisidir.

Tek Nedenli karar verme: İnsanlar yargılamada yaparken veya karar verirken değerlendirdikleri veya analiz ettikleri faktörlerin sayısını azaltma eğilimindedirler. Genel olarak, insanlar mantıklı bir cevap vermek için tek bir ipucu veya faktörü kullanarak akıl yürütmeyi kolaylaştırırlar. Bunu yaparken de akıllarına gelen ilk özelliği kullanırlar. Örneğin, molekül polarlığının değerlendirilmesi sürecinde, öğrencilerin büyük çoğunluğunun molekül geometrisini dikkate almadan sadece bağ polarlığını dikkate alarak yargılama yaptıklarını ve karar verdiklerini belirten araştırmalara literatürde rastlanılmaktadır (Talanquer, 2014).

Yüzeysel benzerlik: İnsanlar genellikle ilk görüşte birbirlerine benzeyen nesnelerin ya da olayların aynı kategorideki üyeler olduğunu ve dolayısıyla benzer özellikleri, davranışları ve içyapıları paylaştıklarını varsaymaktadır. Örneğin bazı öğrenciler HCl ve NaCl bileşiklerinin her ikisinde de Cl bulunması nedeniyle bu iki bileşiğin benzer özellikler gösterebileceğini zannedebilirler (Talanquer, 2014).

Tanıma: İnsanlar yargılama yaparken ve kararlar alırken sıklıkla hafızadan geri getirilmesi daha kolay olan bilgilere güvenirler; çünkü bu tür bilgiler hızlı bir şekilde değerlendirilirler ve ayrıca sıklıkla kullanıma ile kuvvetlendirilirler. 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. Örneğin NaCl, NaBr ve BaO in suda çözünürlüklerinin kıyaslanması istendiğinde, NaCl sofrata tuzu olduğundan dolayı öğrenciler tarafından iyi çözünür olarak bilindiğinden bu üç bileşikten çözünürlüğü en çok olanın NaCl olduğu şeklinde bir karar verilebilir. Bu şekilde karar verme “Tanıma” hüristiğinin etkisinin bir sonucudur (Talanquer, 2014).

Genelleştirme: İnsanlar tüm değişkenleri göz önünde bulundurmadan, önceden tecrübe ettikleri birkaç olaydan elde ettikleri bilgileri kullanarak öğrenilen kalıpları ve kuralları fazladan genelleştirme eğilimindedir. İnsanlar kalıpları tanımakta iyidir, ancak bu kalıpların özel koşullarını takip etmede iyi değildir. Örneğin öğrenciler tüm kimyasal bileşiklerin moleküler yapıda olduğunu düşünebilirler veya asidik ortamda gerçekleşen tüm reaksiyonların asit-baz prosesleri içerdiklerini zannetmektedirler. Bu tür düşünceler genelleştirme hüristiğinin etkisinin bir sonucudur (Talanquer, 2014).

Katılık: insanlar problem çözerken veya bir yargılama yaparken geçmişte kullandıkları stratejilere veya çözümlere geri dönme eğilimindedir. Bireyler aynı zamanda nesneleri yalnızca geleneksel olarak kullandıkları şekilde ve bağlamda kullanmaya, bu gibi araçları yeni durumlarda esnek ve yaratıcı şekillerde kullanmamaya eğilimlidir (Talanquer, 2014).

Aşırı özgüven: bilimsel çalışmalar insanların yargılama ve karar verme süreçlerindeki aşırı özgüvenlerinin onların gerçek doğruluğunu aştığını göstermektedir. Aşırı özgüven çeşitli yanılsamalardan sorumlu tutulmaktadır (Talanquer, 2014).

Duygulanım: Olayların, sözlerin veya görsellerin harekete geçirdiği olumlu veya olumsuz duygular konuyla veya olaylarla ilgili yargılama ve karar verme sürecinde bireyleri etkilemektedir (Talanquer, 2014).

1.1.Araştırmanın Problemi/Hipotezi

Bu araştırmanın ana problem cümlesi şu şekildedir: Fen bilgisi öğretmen adaylarının bazı kimya konularındaki akıl yürütme süreçlerinde Talanquer tarafından önerilen on höristiğin rolü nedir?

Bu tez çalışmasında yukarıda ifade edilen ana problem ışığında aşağıda belirtilen alt problemlere cevap aranmıştır;

- Fen bilgisi öğretmen adayları “hidrojen bağı” konusu ile ilgili akıl yürütürken Talanquer tarafından önerilen on höristikten hangilerini nasıl kullanmaktadırlar/ bu höristiklerin işleme mekanizmaları nasıldır?
- Fen bilgisi öğretmen adayları “bileşiklerin bağıl asitlik/bazlık kuvvetleri” konusu ile ilgili akıl yürütürken Talanquer tarafından önerilen on höristikten hangilerini nasıl kullanmaktadırlar/bu höristiklerin işleme mekanizmaları nasıldır?
- Fen bilgisi öğretmen adayları “bileşiklerin erime/kaynama noktalarına göre sıralanması” konusu ile ilgili akıl yürütürken Talanquer tarafından önerilen on höristikten hangilerini nasıl kullanmaktadırlar/ bu höristiklerin işleme mekanizmaları nasıldır?
- Fen bilgisi öğretmen adayları “bileşiklerin çözünürlüklerinin kıyaslanması” konusu ile ilgili akıl yürütürken Talanquer tarafından önerilen on höristikten

hangilerini nasıl kullanmaktadırlar/ bu h ristiklerin işleme mekanizmaları nasıldır?

alındığında, bu tez çalışmasının literatürde yer alan boşlukları doldurma yönünden ilgili alan yazına önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir. Bu tez çalışması fen/kimya eğitimi, bilişsel bilim ve eğitim psikolojisi alanlarıyla ilgilidir. Farklı disiplinleri bir araya getirmesi yönüyle de bu tez çalışmasının alana önemli derecede katkılar sağlayacağı düşünülmektedir. Yapılan bu tez araştırmasının 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 olacaktır.

1.4. Araştırmanın Sayıtları (Varsayımları)

1. Mülakatlarda katılımcı olarak yer alan tüm fen bilgisi öğretmen adaylarının cevaplarında samimi oldukları ve araştırmacıya/araştırmacılara güvendikleri varsayılmaktadır.
2. Mülakatlar sürecinde katılımcılara sorulan gerek alan ile ilgili soruların gerekse diğer soruların katılımcıların hristik akıl yürütmelerini açığa çıkarmada yeterli olacağı düşünülmektedir.
3. Mülakatlarda katılımcı olarak yer alan tüm fen bilgisi öğretmen adaylarının mülakatlar sürecinde olumsuz bir olay veya durumdan etkilenmedikleri varsayılmaktadır.
4. Tez çalışması kapsamında yapılan literatür araştırmasının, tez çalışmasının sağlam temellere dayandırılması açısından yeterli olduğu düşünülmektedir.

1.5. Araştırmanın Sınırlılıkları

Bu tez çalışmasında nitel analiz metodu kullanılmıştır. Nitel araştırma yöntemlerinin pek çok güçlü yanları vardır. Nitel analiz çalışmaları esnektir ve genellikle nicel bir çalışmanın tipik olarak izin verdiğiinden daha fazla ayrıntı ve derinlik sağlamaktadır. Bununla birlikte, nitel araştırmaların doğasında var olan bazı sınırlamalar da vardır. Örneğin, nitel araştırmalardan elde edilen bulguların genellenebilirliği doğal olarak sınırlıdır. Bu tez çalışmasında Fırat Üniversitesi Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği Programına kayıtlı sınırlı sayıda kişiden veri toplanmıştır ve bu durum da bulguların daha büyük bir nüfusa genellenmesini engellemektedir. Tez çalışması kapsamında mülakat yapılan katılımcılar gönüllülük

esasına göre belirlenmiş ve bu katılımcılara zaman harcadıkları ve çaba gösterdikleri için herhangi bir ödül verilmemiştir. Bu durumun öğrencilerin zaman harcama motivasyonunu ve soruları cevaplama konusundaki bilişsel çabalarını olumsuz yönde etkilemesi ihtimali de bu çalışmanın sınırlılıklarındandır.

Bu tez çalışmasının diğer sınırlılıkları şunlardır:

- Araştırma, Genel Kimya konuları olan “hidrojen bağı”, “bileşiklerin bağlı asitlik/bazlık kuvvetleri”, “bileşiklerin erime/kaynama noktalarına göre sıralanması ve “bileşiklerin çözünürlüklerinin kıyaslanması” konuları üzerine odaklanmıştır. Araştırma kapsamı sadece bu konular ve bu konular içerisindeki kavramlarla sınırlıdır.
- Bazı öğrencilerin lisans eğitimleri süresince almış oldukları Genel kimya derslerinde giremedikleri/devamsızlık yaptıkları derslerler, onların araştırılan kavramlarla ilgili anlama düzeylerini etkilemiş olabilir.
- Araştırma 2018-2019 eğitim öğretim yılı bahar dönemi ile sınırlıdır.
- Araştırma 30 Fen Bilgisi öğretmen adayı ile sınırlıdır.

1.6. Araştırmanın Tanımları

Höristik: Bireylerin bir konu ile ilgili akıl yürütme sürecinde veya karşılaştıkları bir probleme çözüm arama süreçlerinde kullandıkları zihinsel kestirme yollar.

Hidrojen Bağı: Elektronegatifliği yüksek bir atoma bağlı olan bir hidrojen atomu ile başka bir elektronegatif atom arasındaki çekim kuvveti.

Asitlik kuvveti: Bir asidin içinde bulunduğu çözeltiye ne kadar proton (H^+) verebildiğinin bir ölçüsüdür.

Bazlık kuvveti: Bir bazın içinde bulunduğu çözeltiye ne kadar hidroksil (OH^-) verebildiğinin bir ölçüsüdür.

Erime Noktası: Bir katının ısı alarak sıvı hale geçmesi olayına erime denir. Bu olayın meydana gelmeye başladığı sıcaklığa ise erime sıcaklığı veya erime noktası denir.

Kaynama Noktası: Bir sıvının buhar basıncının dış basınca (atmosfer basıncı) eşit olması durumunda buharlaşma sıvının her yerinde olmaya başlar. Bu olaya kaynama denir. Sıvının kaynamaya başladığı sıcaklığa da kaynama noktası denir.

Çözünürlük: Çözünürlük genelde 100 gr (100 cm³ veya 100 ml.) suda çözünebilecek maddenin gram cinsinden değeri olarak ifade edilir.

İKİNCİ BÖLÜM

II. KURAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ ALAN YAZIN

2.1. Karar Verme

İnsanlar yaşamları süresince, çoğu zaman karar verme durumu ile karşı karşıya gelmektedirler. Bireyin mutlu bir hayat sürdürebilmesi için en uygun karar verme seçeneğini belirlemesi gerekmektedir. Günümüz koşullarına uyum sağlamanın gerekliliklerinden en önemlisi de doğru kararlar vermektir. Karar verme yaşam boyu devam eden doğal ama aynı zamanda karmaşık bir süreçtir (Pekdoğan, 2015).

Bireyler kendilerini ilgilendiren konularda bazen sadece kendisi bazen de çevresindeki kişiler ile birlikte karar verir. Diğer yandan, bir kişi ya da bir grup başka bir kişi ya da grup hakkında kararlar alabilir ve uygulayabilir (Bağırkan, 1983). Karar verme, kişiyi ulaşmak istediği hedefe götüren yollardan birini seçme işlemidir (Deniz, 2002).

Karar verme durumunun oluşabilmesi için, bir sorunun olması ve bu sorunun kişi tarafından hissedilmesi, sorunu çözebilecek birçok seçeneğin olması ve kişinin seçeneklerden herhangi birine yönelme hürriyetine sahip olması gerekir. Başka bir deyişle, kişinin günlük yaşamında karşı karşıya geldiği problemlerin çözümünde kullanabileceği birçok seçeneğin olması durumunda bir seçim yapma ya da bir karar verme süreci oluşmaktadır (Kuzgun, 2000).

Haris 1998 yılında karar verme ile ilgili iki tanım oluşturmuştur. Birinci tanımda karar verme, karar verenlerin tercihlerini ve değerlerini baz alan seçeneklerin belirlenmesi ve tanımlanması çalışmasıdır. Karar verme birçok durumda bulunan alternatiflerin seçiminde yalnızca bu seçeneklerin tanımlanması değil; aynı zamanda birey için en uygun olan, istek, amaç, yaşam şekli, kişisel değerler ile gerçekleştirilmesidir. İkinci tanımda ise karar verme kavramı, alternatifler içinden uygun tercihi yaparken belirsizlikleri azaltma süreci olduğu savunulmuştur. Açıklamalardan da anlaşılacağı gibi karar verme aşamasında belirsizlikleri azaltmak oldukça önemlidir.

Karar verme davranışçı yaklaşıma göre zihinsel bir süreçten oluşmaktadır (Kaya, 1996).

Güneş (2012)"e göre kişinin zihinsel hürriyetini geliştirmek için olması gereken becerilerin başında karar verme becerisi yer alır ve kişilerin hem kendilerini geliştirmek hem de toplumun gelişmesine katkı sunmak için bağımsız karar vermeleri gerekir. Aynı zamanda karar verme sürecinde yaratıcı ve eleştirel düşünme becerileri de yeni fikirlerin ortaya çıkması ve seçeneklerin değerlendirilmesi sürecine dâhil edilebilir (Michaelis, 1985). Bundan dolayı karar verme becerisi, problem çözme yaratıcı düşünme ve eleştirel düşünme becerileriyle de ilişkili olan önemli bir beceridir.

Karar verme sonuç olarak, bütün bir şekilde görölmesi gereken bir süreci ifade eder (Byrd ve Moore, 1982). Verilen kararlar kişiyi, ailesini, çevresini, hatta karar verenin bulunduğu konumuna bağlı olarak toplumu da etkiler. Bundan dolayı doğru ve etkili kararlar verebilmek için, karar verme süreci aşamalarının öğrenilmesi önemlidir.

2.1.1 Karar Verme Stilleri

Karar verme stili, karar verme sürecinde kişinin duruma gösterdiği tepkisi, yaklaşımı ve yaptığı davranışlarıdır (Pekdoğan, 2015; Phillips vd., 1984). Konuda uzman bir bilim insanı olan Daft (2003) ise karar stilini, problemleri ne şekilde algıladıkları ve nasıl karar verdikleri bakımından kişiler arasındaki farklılıklar olarak tanımlamaktadır. Karar verme stillerinin doğru bilinmesi, karar verme sürecinin sağlıklı bir şekilde işlemesi için oldukça önemlidir.

Scott ve Bruce 1995 yılında yapmış oldukları çalışmalarında, karar verme stilini, kişinin karar verme sürecinde kullandığı alışkanlıklar ya da bireyin karar verme sürecinde üstlenmiş olduğu görevini algılaması ve algılanılan göreve tepkide bulunmasının kendine has biçimi şeklinde tanımlamış; bu tanımlar doğrultusunda dört tane karar verme ile ilgili stil ifade etmişlerdir (Scott ve Bruce, 1995):

1. Rasyonel (Akılcı) Karar Verme: Kişinin karar verilmesi gereken durum ile ilgili gerekli araştırmaları yapması ve duruma en uygun olan alternatifini seçmesidir.
2. Sezgisel Karar Verme: Kişinin içsel bir şekilde duygu ve sezgileriyle karar verme sürecidir.
3. Bağımlı Karar Verme: Kişinin başkaları tarafından yönlendirilmesiyle karar vermesine denir.
4. Kaçınan Karar Verme: Kişinin karar vermek istemediği durumda karardan uzaklaşmasına denir.

Karar verme stilleri kişinin, karar verme durumunda kendine göre seçeceği en uygun alternatif durumlar şeklinde açıklanabilir (Çimşir, 2019).

2.2. Sezgisel Düşünme

Sezgisel düşünme, temelinde mantık olmadan, varolan durum içerisinde bizi gerçeğe yönelten bir düşünce türüdür. Sezgi kavramı Bergson’a göre gerçeği bulmak için devamlı hareket durumunda olan hayatın durağan bölümlere ayrılarak incelenmesine katkıda bulunan bilişsel yöntem çeşididir (Şen, 2010; Fischbein, 1999). Spinoza, sezgiyi özünde kavramamızı sağlayacak şekilde en üst düzeyde bilgi formu şeklinde açıklamıştır (Şen, 2010; Fischbein, 1999). Poincare göre sezgi bilim ile matematik alanında yaratıcı olan etkinliğin temelini oluşturmaktadır (Şen 2010; Fischbein, 1999). Piaget’e göre sezginin tanımı kanıtlanmaya ihtiyaç duymayan, varolan kanıtı kendinde bulunduran, uzay, zaman, işlev ve empirik türden bir biliş türüdür (Şen, 2010). Harlan’a göre tarih içinde yer alan birçok keşifler sezgisel yaklaşımlara dayanmıştır (Şen, 2010). Gardner’e göre ise üstün bilim insanlarını üstün yapan olgu sezgileridir (Şen, 2010). Dura’ ya göre sezginin tanımı “aracı olmadan (doğrudan) bilme” şeklidir. Denilen şu ki bilgi sahibi olma muhakeme sürecini ve geçmişte olan bir deneyimin bilinçli kullanımını istemez (Şen, 2010).

Şekil 1

Sezgi (Şen, 2010)



Sezgi, farklı iki şekilde de açıklanabilir: Birincisi dar anlamda sezgi ikincisi sezgisel kavrayıştır (Şen, 2010).

Dar anlamda sezgi var olan vakıanın, doğrudan doğruya bir vakıa olarak bilinmesi demektir. Bu durumda bilinen vakıa; her hangi bir kitap, anı, masa, ses olabilir; ayrıca fikir, karar, duygu, benzeri bilinç durumları söz konusu olabilir; benzerlik, eşitlik, nedensellik farklılık, benzeri ilişkiler olabilir. Sezgiyi dar anlamda görgül ve zihinsel sezgi olmak üzere iki kısma ayırmaktadır (Şen, 2010).

Görgül sezgi, aracının olmadığı bilgiler yani “duyum gücü” ile olan ürünleridir; başka bir deyişle dışarıdan gelen uyarıcılardan -duyularımızın yolu ile-etkilenmemizden kaynaklı ürünlerdir (Şen, 2010).

Zihinsel sezgi, anlama durumunun, bireyin anlayış gücünün diğer şekliyle idrak edebilmesinin bir ürünüdür (Şen, 2010).

Sezgisel kavrayış karmaşık olan bir durum ile ilgili hızlı bir şekilde bir fikrin edinilmesi yeteneğine denir. Sezgisel kavrayışı çok fazla sayıda bulunan ve karmaşık olan durumlar ile ilgili genel bir şekilde ve hızlıca oluşan bilme şeklidir. Sezgisel kavrayış; eylemle iç içe ve anlamaya yönelik olmak üzere iki çeşittir (Şen, 2010).

Eylemle iç içe kavramı becerikliliğin olması aynı zamanda bir içgüdü eseridir (Şen, 2010).

Anlamaya yönelik kavramı ise eylemden uzak olan olguları anlamaya yönelik olan bir kavrayıştır. Bu sezgi bilim insanlarında görülür. Bu sezgide iki çeşittir: birincisi görücü sezgi ikincisi sentetik sezgidir (Şen, 2010).

Görücü sezgi pratik ya da teorik bir problemin çözüm yolunun, zihinde aniden belirmesine denir. Bu sezgide içimizde belirsiz olan bir his söz konusudur (Şen, 2010).

Sentetik sezgi Bölümleri peş peşe gelecek şekilde algılanmış olan karmaşık bir bütünü, aynı sürede ve toplu şekilde görmeye denir. Birey önünde yapılan bir ispatı zihninden de bir defa daha bu sezgi sayesinde geçirir (Şen, 2010).

2.3. Yargı/Yargılama

Yargı, olaylar ve olgular arasındaki ilişkileri belirleme ve aynı zamanda güçlü kanıtlarla olaylardan sonuçlar çıkarabilme yeteneğidir. İyi kararlar verebilmek için sağlam bir yargılama yeteneğine sahip olmak gerekir. Yargılama ve karar verme birbiriyle oldukça ilişkilidir. Kötü yargılamalar kötü kararlar verilmesine neden olabilir.

Bir kişinin iyi veya kötü bir yargılama yapması, o kişinin karşılaştığı duruma odaklanmasına ve karşılaştığı durum veya olayla ilgili olarak tüm faktörleri dikkatlice değerlendirmesine bağlıdır.

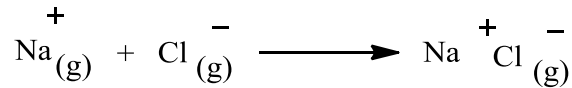
2.4. Tanecikler Arası Etkileşimler

Tanecikler arası etkileşimler iki grupta toplanabilir. Bunlardan birincisinde yeni maddeler oluşur. Özellikleri farklı yeni maddelerin oluşumuna götüren böyle etkileşimlere kimyasal bağlar denir. Kovalent bağ, iyon bağı ve metal bağı böyle bağlardır. Kovalent bağ ve iyon bağının yeni maddeler oluşturduğu açıklıkla görülmektedir. Metal bağı için çoğunlukla element halindeki metaller örnek olarak verilir. Ancak özellikleri çok farklı alaşımların oluşmasında metal bağlarının etkisi büyüktür (Tunalı ve Özkar, 1999).

2.4.1. Kimyasal Bağlar

Kovalent bağlar kuvvetli bağlardır. Elektronegatiflikleri farklı atomlar arasındaki bağlar, elektrostatik çekme kuvvetinin de katkısıyla daha kuvvetlidir. Ayrıca çift ve üçlü bağlar daha kuvvetli bağlardır. Kovalent bağlara ortalama bağ enerjileri yaklaşık 400 kJ./mol olan bağlardır denilebilir (Tunalı ve Özkar, 1999).

İyonik bağlar da kuvvetli bağlardır. Örneğin



Tepkimesinde $\text{Na}^{+}\text{Cl}^{-}_{(g)}$ iyon çiftinin oluşması sonucunda $450,2 \text{ kJ.mol}^{-1}$ açığa çıkar. İyon çiftlerinden katı sodyum klorür oluşması basamağında da $336,8 \text{ kJ.mol}^{-1}$ kadar enerji açığa çıkar. İyon çiftinin kırılarak gaz halinde $\text{Na}^{+}_{(g)} + \text{Cl}^{-}_{(g)}$ haline geçmesi için gereken enerjiyi bağ enerjisi olarak kabul edersek, iyon bağı enerjisinin $450,2 \text{ kJ.mol}^{-1}$ olduğunu söyleyebiliriz. İyon yüklerinin büyük olması halinde elektrostatik çekme kuvveti büyük olacağından iyon bağı daha büyük olur. Küçük iyonlar arasında çekme kuvveti büyük olacağından böyle iyonların oluşturduğu bağlar da kuvvetli olur. Ayrıca normal koşullarda katı halde bulunmaları nedeniyle iyonik katıların geometrisinin de bağ enerjisine katkısı vardır. Bütün bu faktörleri göz önüne alarak iyon

bağları için belirli bir değer vermek doğru değildir. Ancak ortalama olarak yine 400 kJ.mol⁻¹ kadarlık bir bağ enerjisi düşünülebilir (Tunalı ve Özkar, 1999).

Bu açıklamaya göre kovalent veya iyon bağlarından birinin diğerine göre daha kuvvetli olduğunu söylemek doğru değildir. Kuvvetli bir kovalent bağ, zayıf bir iyon bağından kuvvetli olabildiği gibi kuvvetli bir iyon bağı da zayıf bir kovalent bağdan kuvvetli olabilir. Kovalent bağları iyon bağlarından ayıran en önemli özellik, kovalent bağların yöne bağımlı olmalarıdır. Kovalent bağlar atom orbitallerinin örtüşmesi sonucunda oluştuklarından, orbitallerin örtüşme doğrultusunda etkilidir. Bu doğrultudan sapma zorunluğu kovalent bağın zayıflamasına neden olur. İyonlar üzerindeki elektrik yükleri ise her yöne doğru aynı etkiyi gösterirler. Bu bakımdan elektrostatik çekme kuvveti veya iyon bağı yöne bağımlı değildir (Tunalı ve Özkar, 1999).

Karakteristik metal bağlarına örnek olarak element halindeki alkali metalleri katı halde tutan bağ düşünülebilir. Geçiş metallerinde kısmen dolu d alt kabuğu olduğundan metal bağın yanında kovalent etkileşim vardır. Bu nedenle böyle metallerde bağlar karakteristik metal bağından kuvvetlidir. Ortalama bir değer için potasyumun atomlaşma enerjisi 89,4 kJ.mol⁻¹ düşünülebilir. Buna göre metal bağları, kovalent veya iyon bağlarından yaklaşık olarak dört kez daha zayıftır (Tunalı ve Özkar, 1999).

2.4.2. Diğer Etkileşimler

Tanecikler arası etkileşimlerin ikinci grubuna kimyasal bağların dışındaki bütün etkileşimler girer. Bu etkileşimler kimyasal bağlarda olduğu gibi yeni maddelerin oluşmasına neden olmaz ancak onların özelliklerini etkiler. Örneğin bir gazdaki moleküller arası çekme kuvveti, gazın ideal gaz davranışından sapmasına neden olur (Tunalı ve Özkar, 1999).

İdeal gazlar için geçerli genel gaz denkleminin gerçek gazlara uygulanabilmesi için çeşitli denklemler önerilmiştir. Bunların arasında en çok bilineni Van der Waals denklemidir (Tunalı ve Özkar, 1999).

$$\left(P + \frac{an^2}{V^2}\right)(V - nb) = nRT$$

Bu denklemdeki iki parametreden biri olan a , moleküller arası çekme kuvvetleri ile ilgilidir. Bu nedenle gaz molekülleri arasındaki çekme kuvvetlerine Van der Waals kuvvetleri denir, b parametresi ise, diğer moleküllerin bulunması nedeniyle bir molekülün serbestçe dolaşamayacağı hacimdir ve değeri molekülün gerçek hacminin dört katına eşittir (Tunalı ve Özkar, 1999).

2.4.2.1. Van der Waals Kuvvetleri

Van der Waals kuvvetleri aslında tek tür etkileşimin sonucunda oluşan kuvvetler değildir. Moleküllerin apolar olması halinde kuvvet, ilerde açıklayacağımız London kuvvetidir. Moleküllerin, polar olması halinde bu dipol etkileşiminden ileri gelir. Dipol-dipol etkileşiminden ileri gelen kuvvet London kuvvetinden çok daha kuvvetlidir. Bazı yazarların; Van der Waals kuvveti terimini London kuvveti ile eşanlamli olarak kullandığı görülmektedir (Tunalı ve Özkar, 1999).

İdeal gaz davranışından sapmanın bir örneği de gazların çok büyük bir çoğunluğunun genleşme sonucunda sıcaklıklarının düşmesidir. Bu olay moleküller arası çekme kuvvetinden ileri gelir (Tunalı ve Özkar, 1999).

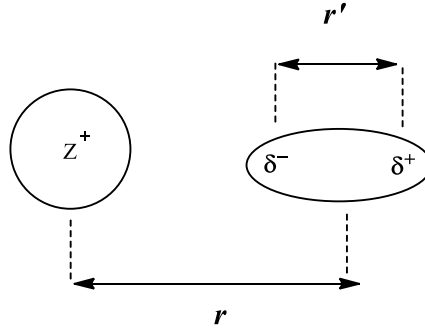
Erime ve kaynama sıcaklıkları, moleküller arası çekme kuvveti ile ilgili özelliklerdir. Örneğin N_2 molekülünde azot atomları arasında üçlü bağ vardır. Bu bağı kırmak için gereken enerji 945 kJmol^{-1} dir. Bu enerji kovalent bağlar için önerdiğimiz ortalama bağ enerjisinin iki katından da büyüktür. Ancak azot çok düşük bir sıcaklıkta, $-195,8^\circ\text{C}$ de sıvılaşır. Azotun sıvılaşması olayında N_2 molekülleri arasındaki çekme kuvveti etkindir. Bu kuvvet de çok küçük olan London kuvvetidir. Erime ve buharlaşma gibi hal değişmesi olaylarında molekül içi bağlar kırılmaz, ancak moleküller arası kuvvetler etkili olurlar.

2.4.2.2. İyon-Dipol Etkileşimleri

Bu etkileşime örnek olarak, iyon kristallerinin polar çözücülerde çözünmelerini verebiliriz. Örneğin bir sodyum klorür kristali suya atıldığında polar su molekülleri karşıt yüklü uçları ile iyonlara yaklaşır ve onları kristal örgüsünden kopararak su içerisinde dağıtır. İşte bu etkileşim iyon dipol etkileşimidir. Şekil 2 de görüldüğü gibi artı yüklü bir Z^+ iyonuna, polar bir molekül eksi ucu ile yaklaşmış olsun (Tunalı ve Özkar, 1999).

Şekil 2

İyon Dipol Etkileşimi (Tunalı ve Özkar, 1999)



Polar molekülün eksi ucu artı yüklü iyon tarafından çekilecek, artı ucu ise itilecektir. Bu kuvvetlerden ileri gelen potansiyel enerji

$$E = - \frac{Z\delta}{r - \frac{r'}{2}} + \frac{Z\delta}{r + \frac{r'}{2}} = - \frac{z\delta r'}{r^2 - \frac{r'^2}{4}} = \frac{Z\mu}{r^2}$$

Bu bağıntıda $r > r'$ olduğu varsayılmıştır. Ayrıca bilinen $\mu = \delta r'$ bağıntısından yararlanılmıştır. İyon bağının enerjisi uzaklıkla birinci dereceden ters orantılı olduğu halde, iyon-dipol etkileşimi uzaklığın karesi ile ters orantılıdır. İyon-dipol etkileşimi bu yönüyle uzaklığın büyümesiyle daha büyük bir hızla sönmemektedir. Etkileşim enerjisi yaklaşık olarak 40 kJ.mol^{-1} kadardır. Bu enerjinin kabaca, kovalent bağ enerjisi veya iyon bağı enerjisinin onda biri kadar olduğunu söyleyebiliriz.

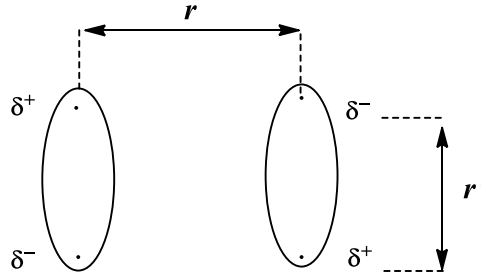
2.4.2.3. Dipol- Dipol Etkileşimleri

Bu etkileşime polar moleküllerden oluşan sıvıların birbiri içinde çözünmesi örnek olarak verilebilir. Etil alkol ve su birbiri içinde çözünerek her oranda çözelti meydana getirebilirler. Bu maddelerde moleküllerin her ikisi de polardır. Ayrıca suyun kolaylıkla sıvı hale getirilebilmesi, molekülleri arasındaki dipol-dipol etkileşiminden ileri gelmektedir. Dipoller çeşitli şekillerde yönlenebilir. İki dipolün paralel olarak yönlene-

diklerini ve karşıt yüklerin birbirine yakın olduğunu varsayalım (Tunalı ve Özkar, 1999) (Şekil 3).

Şekil 3

İki Dipol Arasında Elektrostatik Etkileşim (Tunalı ve Özkar, 1999)



İki dipol arasındaki elektrostatik etkileşimden ileri gelen potansiyel enerji

$$E = -\frac{2\delta^2}{r} + \frac{2\delta^2}{\sqrt{r^2 + r'^2}}$$

bağıntısı ile gösterilebilir. Bu bağıntı

$$E = \frac{2\delta^2 r \sqrt{r^2 + r'^2} - 2\delta^2 r^2 - 2\delta^2 r'^2}{r^3 + r r'^2}$$

şeklinde yazılabilir, $r > r'$ olması halinde bağıntı

$$E = -\frac{2\delta^2 r'^2}{r^3} = -\frac{2\mu^2}{r^3}$$

şeklini alır.

Bu etkileşimden ileri gelen potansiyel enerjinin büyüklüğü kabaca tayin edilebilir. % 20 iyon karakteri taşıyan polar bir molekülde kısmi yüklerin arasındaki uzaklık 200 pm = $2,00 \cdot 10^{-8}$ cm olsun (Tunalı ve Özkar, 1999). Böyle bir molekülün dipol moment, $\mu = \delta r' = (0,20 \times 4,80 \cdot 10^{-10} \text{ esyb}) (2,00 \cdot 10^{-8} \text{ cm}) = 1,92 \times 10^{-18} \text{ esyb.cm} = 1,92 \text{ Debye}$ olur. Böyle iki molekülün, aralarındaki uzaklık 500 pm olacak şekilde, yaklaştıklarını düşünelim. Dipol-dipol etkileşiminden ileri gelen potansiyel enerji

$$E = - \frac{2\mu^2}{r^3} = \frac{2 \times (1,92 \times 10^{-18} \text{ esyb. cm})^2}{(5 \times 10^{-8} \text{ cm})^3} = \frac{1,13 \times 10^{-13} \text{ erg}}{\text{molekül}} = 6,8 \text{ kJ/mol}$$

olur (Tunalı ve Özkar, 1999).

Dipollerin birbirinden uzaklıkları ve dipol momentlerinin büyüklüğü dipol-dipol etkileşim enerjisini değiştirir. Bu hesaplama göre dipol-dipol etkileşimi kovalent veya iyon bağlarından (400 kJmol^{-1}) altmış kez küçük olmaktadır. Bu enerji, sistemin ısısı veya moleküllerinin kinetik enerjisi nedeniyle sahip olduğu termal enerjiye yakındır (Tunalı ve Özkar, 1999) (25°C deki termal enerji $RT = 8,314 \times 298 = 2478 \text{ J mol}^{-1} = 2,5 \text{ kJmol}^{-1}$).

Görüldüğü gibi örneğimizdeki dipol-dipol etkileşim enerjisi, termal enerjinin iki katından biraz fazladır. Termal enerji moleküllerin kinetik enerjilerinden ileri geldiği için, sistemin daha düzensiz bir yapıya varmasına veya daha yüksek entropiye sahip olmasına neden olur. Dipol-dipol etkileşimi sıcaklıktan büyük ölçüde etkilenir. Yüksek sıcaklıkta moleküller her yöne doğru yöneleceklerinden dipol-dipol etkileşimi küçülür (Tunalı ve Özkar, 1999).

2.4.2.4. İndüklenme ile Elektriklenme

Moleküller arası etkileşimin çok önemli bazı türleri etki ile elektriklenmeye dayanır. Elektrik yüklü bir cisim çevresinde elektrik alanı oluşturur. Yüksüz cisimler de bu alandan etkilenirler. Örneğin artı yüklü bir kürenin yakınında yüksüz bir cisim olsun. Cisim atomdan oluştuğuna göre içinde atom çekirdekleri ve elektronlar vardır. Elektronlar artı yük tarafından çekilebileceğinden cismin artı yüke yakın bölgesinde elektron toplanır. Bu elektronlar cismin artı yüke uzak olan bölgesinden geldiğinden uzak olan bölgede de elektron noksanlığı veya artı yük oluşur. Bu olay moleküller ve iyonlar arasında da gözlenir. Moleküler düzeydeki bu etkileşimi, iyon-indüklenmiş dipol, dipol-indüklenmiş dipol ve indüklenmiş dipol- indüklenmiş dipol etkileşimleri olarak gruplandırabiliriz (Tunalı ve Özkar, 1999).

2.4.2.5. İyon-İndüklenmiş Dipol Etkileşimi

İyonik bir maddenin polar olmayan bir çözücünde çözünmesi olayı bu etkileşimlerden ileri gelir. Etkileşimin çok zayıf olması nedeniyle iyonik maddeler polar olmayan çözücülerde çok az çözünürler. Sodyum klorürün, karbon tetra klorür veya benzen gibi apolar çözücülerdeki çözünürlüğü tartım yöntemiyle kolaylıkla belirlenemeyecek kadar küçüktür. İyonların apolar moleküllere etkisi, büyük cisimlerde indüklenme ile oluşan elektrik alanın etkisine benzer. Moleküllerde de elektronlar bir dış elektrik alanın etkisinde bir bölgeden başka bir bölgeye göç eder ve dipol oluşur. Böylece oluşan dipollere indüklenmiş dipol denir. İndüklenmiş dipol momentinin büyüklüğü elektrik alanı kuvveti (E) ile doğru orantılıdır (Tunalı ve Özkar, 1999).

$$\mu = \alpha E$$

Bağıntıdaki α orantı katsayısına polarlaşabilme sabiti denir. Polarlaşabilme moleküllerin elektrik alandan etkilenmelerinin bir ölçüsüdür. Beklenildiği gibi elektronların çekirdekler tarafından kuvvetle çekilen moleküllerde elektron göçü güç olacağından, bu moleküllerin polarlaşabilmeleri güçtür ve α sabiti küçüktür. Elektronların çekirdekler tarafından kuvvetle tutulması halinde atomun elektronegatifliği yüksektir. Elektronegatifliği yüksek flor atomlarının oluşturduğu F_2 molekülünün polarlaşabilmesi düşüktür (Tunalı ve Özkar, 1999).

Çekirdeklerin dış elektronları zayıf bir kuvvetle tuttuğu büyük atomlarda polarlaşabilme yüksektir. Böylece atomlara iyodu örnek olarak verebiliriz. I_2 molekülünün polarlaşabilmesi F_2 ninkinden çok daha yüksektir. $\mu = \alpha E$ bağıntısından yararlanarak polarlaşabilme, birim elektrik alan kuvveti başma indüklenmiş dipol momenti olarak tanımlanabilir. Polarlaşabilme hacim birimi ile ifade edilir (Tunalı ve Özkar, 1999).

$\mu = \alpha E$ da birim analizi yapıldığında, M nün birimi (yük) (uzaklık), E nin birimi (yük)/Z (uzaklık)² olduğuna göre α nın birimi (uzaklık)³ veya hacim olmalıdır. Örneğin hidrojenin polarlaşabilmesi $4,5 a_0^3$ e eşittir. a_0 Bohr yarıçapı olup değeri $0,529 \times 10^{-8}$ cm dir. Temel haldeki hidrojen için hacim $4/3\pi a_0^3 = 4,19 a_0^3$ olarak hesaplanabilir. Buna göre hidrojenin polarlaşabilmesi sayısal olarak hacmine yakın bir değer taşımaktadır. Böylece polarlaşabilmenin atom hacminin bir ölçüsü olduğu söylenebilir (Tunalı ve Özkar, 1999).

İndüklenmiş dipoller bir dış etki nedeniyle oluştuklarından daima çekme yönünde etki yaparlar. İndüklenmiş dipolün başka bir yüklü molekülü itmesi düşünülemez (Tunalı ve Özkar, 1999). İyonlarla apolar moleküller arasındaki çekme kuvvetinden oluşan potansiyel enerji

$$E = - \frac{Z^2 \alpha}{2r^4}$$

bağıntısı ile gösterilebilir. Burada Z iyon yükü, a polarlaşabilme sabiti, r etkileşim uzaklığıdır. Bu enerjinin büyüklüğünü kabaca saptayabilmek için polarlaşabilmenin atom büyüklüğü boyutunda olduğunu, etkileşim uzaklığının yine bu boyutlarda (örneğin 400 pm = 4 x 10⁻⁸ cm) olduğunu varsayalım. Buna göre birim yüklü bir iyonun etkileşim enerjisi,

$$E = - \frac{Z^2 \alpha}{2r^4} = - \frac{(4,8 \times 10^{-10} \text{ esyb})^2 (1,0 \times 10^{-24} \text{ cm}^3)}{2 (4,0 \times 10^{-8} \text{ cm})^4} = -4,5 \times 10^{-14} \text{ erg/molekül}$$

$$E = - \left(\frac{4,5 \times 10^{-14} \text{ erg}}{\text{molekül}} \right) \left(\frac{10^{-7} \text{ J}}{\text{erg}} \right) \left(\frac{6,02 \times 10^{23} \text{ molekül}}{\text{mol}} \right) = -2,71 \text{ kJ/mol}$$

olarak bulunur. Dipol-dipol etkileşimi için hesaplanan enerji ile karşılaştırıldığında, bu etkileşimin daha zayıf olduğu görülmektedir. Ayrıca uzaklığın dördüncü kuvveti ile ters orantılı olması nedeniyle, uzaklık arttıkça etkileşim enerjisi daha büyük bir hızla sönmektedir (Tunalı ve Özkar, 1999).

2.4.2.6. Dipol- İndüklenmiş Dipol Etkileşimi

Bu etkileşme bir polar maddenin apolar bir çözücüde çözünmesi veya bunun tersi örnek olarak verilebilir. İyot, I₂ moleküllerinden oluşan siyah menekşe renkli bir maddedir. Etil alkol içinde çözüldüğü zaman kahverengi bir çözelti oluşur. İyot, etil alkol polar olduğuna göre çözünme olayı bir dipol indüklenmiş dipol etkileşimidir. Dipol-indüklenmiş dipol etkileşiminde indüklenmeyi yapan polar moleküldür. Polar molekülün dipol momenti ile apolar molekülün polarlaşabilmesi, bu etkileşimin derecesini belirler. Etkileşim, uzaklığın altıncı kuvveti ile ters orantılıdır. Bu nedenle dipol-indüklenmiş dipol etkileşimi ancak çok kısa uzaklıklar için geçerlidir (Tunalı ve Özkar, 1999).

$$E = -\frac{\mu^2 \alpha}{r^6}$$

Burada μ polar molekülün dipol momenti, α apolar molekülün polarlaşabilme sabiti, r ise etkileşim uzaklığıdır. Bu etkileşimin de büyüklüğünü kabaca hesaplayabiliriz. % 20 iyon karakteri gösteren polar bir molekülde kısmi yükler arasındaki uzaklık 200 pm ise dipol momenti

$$\mu = \delta l = 2,0(4,8 \times 10^{-10} \text{ esyb})(2 \times 10^{-8} \text{ cm}) = 1,92 \times 10^{-18} \text{ esyb.cm}$$

olur. Apolar molekülün polarlaşabilmesinin yine atomsal büyüklükte olduğu varsayılırsa, bu polar molekül ile 400 pm uzaklıktaki bir apolar molekül arasındaki etkileşimin enerjisi,

$$\begin{aligned} E &= -\frac{\mu^2 \alpha}{r^6} = -\frac{(1,92 \times 10^{-18} \text{ esyb.cm})^2 (1,0 \times 10^{-24} \text{ cm}^3)}{(4,0 \times 10^{-8})^6} \\ &= -9,00 \times 10^{-16} \text{ erg/molekül} \end{aligned}$$

veya -0,054 kJ / mol olarak bulunur. Görülüyor ki dipol-indüklenmiş dipol etkileşimi iyon-indüklenmiş dipol etkileşiminden yaklaşık yüz kat zayıftır (Tunalı ve Özkar, 1999).

2.4.2.7. İndüklenmiş- Dipol-İndüklenmiş Dipol Etkileşimi

Bu etkileşim apolar moleküller arasındadır. İyonlar veya polar moleküller arasındaki çekme kuvvetleri elektrostatik etkileşim ile kolaylıkla açıklanabildiği halde, apolar moleküller arasındaki çekme kuvvetlerinin açıklanmasında güçlük vardır. Fakat bu tür moleküller arasında da çekim kuvvetlerinin bulunduğu bir gerçektir. Aksi halde, soygazlar, hidrojen, azot veya metan gibi apolar maddelerin sıvı hale geçmesi mümkün olmazdı. Aynı nedenle apolar moleküllerden oluşan gazlar ideal gaz davranışından sapmazlardı (Tunalı ve Özkar, 1999).

İndüklenmiş dipol indüklenmiş dipol kuvvetlerine London kuvvetleri de denir. Çünkü bu kuvvetler Fritz London tarafından ilk kez kuantum mekaniksel olarak açıklanmıştır. Bu açıklama, elektronların potansiyel ve kinetik enerjiye sahip olmalarına

dayanır. Elektronların hareket halinde olduğu düşünülürse, bu hareketin herhangi bir anında moleküldeki elektron dağılımı düzgün olmayabilir ve molekülde anlık bir dipol oluşur. Bu dipol elektronların hareketinden ileri geldiğine göre, başka bir anda anlık dipolün yönü farklı olabilir; yani bir atomda veya apolar molekülde yönü sürekli olarak değişen anlık dipol vardır. Bu dipolün zaman içindeki ortalaması sıfırdır. Böyle moleküller apolardır. Ancak molekülün anlık dipolü çevre moleküllerde anlık indüklenmiş dipol oluşturur. Anlık dipolü olan molekül ile çevredeki indüklenmiş dipol arasında bir çekme kuvveti oluşur. İndüklenmiş dipoller arasında sadece çekme kuvvetinin olduğunu hatırlamalıyız. Bu etkileşimde molekülleri, etkileyenler ve etkilenenler olarak gruplandırmak mümkün değildir. Çünkü anlık dipol her molekülde oluşur ve çevresindeki molekülleri etkiler (Tunalı ve Özkar, 1999).

London kuvvetleri elektron göçünden ileri geldiğine göre moleküllerin polarlaşabilmesine bağlıdır. Polarlaşabilmesi yüksek olan moleküllerde elektron göçü daha kolay dolayısı ile London kuvveti büyük olur. Ayrıca anlık dipolün büyüklüğü de London kuvvetini etkiler. Aynı tür moleküller için indüklenmiş dipol-indüklenmiş dipol etkileşim enerjisi

$$E = - \frac{2\mu\alpha}{r^6}$$

Bağıntısı ile gösterilebilir. Burada μ anlık dipol moment, α polarlaşabilme sabiti, r ise moleküller arası uzaklıktır. Enerjinin kolaylıkla hesaplanabilmesi için

$$E = - \frac{3 (I.E)\alpha^2}{4r^6}$$

bağıntısı kullanılır. Bağıntıda $I.E.$ molekülün iyonlaşma enerjisidir. Örnek olarak F_2 molekülleri arasındaki indüklenmiş dipol-indüklenmiş dipol enerjisini hesaplayalım. F_2 molekülünün iyonlaşma enerjisinin flor atomunun iyonlaşma enerjisine (1700 kJ/mol) yakın bir değer olduğunu varsayalım. Polarlaşabilme molekül boyutlarda 10^{-24} cm^3 , moleküller arası uzaklık da 300 pm olsun. Buna göre flor moleküllerinin London enerjisi

$$E = -\frac{3 \left(\frac{1700 \text{ kJ}}{\text{mol}}\right) (10^{-24} \text{ cm}^3)^2}{4 (3 \times 10^{-8} \text{ cm})^6} = -1,75 \text{ kJ/mol}$$

dir. Bu hesaplamada çok kaba yaklaşımlar yaptığımız için sonuç da yaklaşık bir değerdir. Her iki bağıntıda da görüldüğü gibi bu etkileşim, uzaklığın altıncı kuvveti ile ters orantılı olduğundan, ancak çok kısa uzaklıklarda geçerlidir. Uzaklıktaki çok küçük artışlar etkileşimde çok büyük düşümlere neden olur. London kuvvetlerinin büyüklüğü elektron sayısı az olan küçük moleküllerde çok küçüktür. Elektron sayısı arttıkça London kuvvetleri artar. Bu kuvvet, moleküllerin termal enerjisi (RT) tarafından yenildiğinde, madde buhar fazına geçer. Bu bakımdan moleküller arası etkileşim enerjisi ile kaynama noktaları arasında ilişki vardır. Soygazlar, He, Ne, Ar, Kr ve Xe in kaynama noktaları sırasıyla -272,2, -245,9, -185,7, -152,3 ve -107,1 °C dir. Buna göre London etkileşim enerjisi, elektron sayısı en az olan helyumda en küçük, ksenonda ise en büyüktür. Kaynama noktasında helyum molekülleri arasındaki London enerjisi bu sıcaklıktaki termal enerjiye eşit olup 8,15 J/mol dür. Bu enerji bazı apolar moleküllerde o kadar büyüktür ki, maddeler oda sıcaklığında sıvı veya katı halde bulunur. Örneğin kaynama noktası 76,8 °C olan karbontetraklorür oda sıcaklığında sıvı, erime noktaları 80,2 °C ve 113,7 °C olan naftalin ve iyot oda sıcaklığında katı haldedir (Tunalı ve Özkar, 1999).

2.4.3. İtme Kuvvetleri

Buraya kadar olan açıklamamızda sadece çekme kuvvetinden söz ettik. Ancak buna karşı bir kuvvetin olmaması düşünülemez. Böyle bir kuvvetin olmaması halinde tanecikler birbirine tümüyle çakışır. Gerçekte ise, atom ve iyonların birbirine çok yaklaşmaları halinde çekirdekler ve iç elektronlar birbirini iterler. Bu itme çok kısa uzaklıklarda geçerlidir. Uzaklıktaki çok küçük bir azalma itme kuvvetinde çok büyük artmaya neden olur (Tunalı ve Özkar, 1999).

İtme kuvvetinden ileri gelen enerji için

$$E = \frac{k}{r^n}$$

bağıntısı yazılabilir. Burada tanecikler arası uzaklık r ile gösterilmektedir, n ise Born-Lande denklemindeki n parametresine benzer bir tam sayıdır. Bu sayı helyum için 5, ksenon için 12 dir.

Tanecikler arası etkileşim türleri ve enerjileri örneklerle birlikte Tablo 1 de toplu olarak verilmektedir (Tunalı ve Özkar, 1999).

Tablo 1

Tanecikler Arası Etkileşim (Tunalı ve Özkar, 1999)

Etkileşim	Bağıntı	Enerji (kJmol ⁻¹)	Örnek
Kovalent Bağ	-	400	CO ₂ , H ₂ O
İyon Bağ	$\frac{Z^+ Z^- e^2}{r}$	400	NaCl, CaCl ₂
Metal Bağ	-	100	Cu, Fe, Al
İyon dipol	$-\frac{Z\mu}{r^2}$	40	NaCl-H ₂ O
Dipol –dipol	$-\frac{2\mu^2}{r^3}$	10	CH ₃ OH- H ₂ O
İyon- İnd. Dipol	$-\frac{Z^2\alpha}{2r^4}$	1	NaCl-CCl ₄
Dipol- İnd. Dipol	$-\frac{\mu^2\alpha}{r^6}$	0,01	H ₂ O- CCl ₄
İnd.dipol-İnd.dipol LondonKuvvetleri	$-\frac{3I\alpha^2}{4r^6}$	-	He, I ₂ , CCl ₄

2.4.4 Hidrojen Bağı

Bazı yazarlar hidrojen bağının bir tür dipol-dipol etkileşimi olduğunu söylemektedir. Bu kavram, sıvı haldeki su ve amonyak gibi maddelerin beklenenden yüksek kaynama sıcaklıklarının olması, H⁺ ve OH⁻ iyonlarının aşırı yüksek hızla göç etmeleri gibi bazı özelliklerinin açıklanması amacıyla Latimer ve Rodebush tarafından 1920’de önerilmiştir. Bu tanıma göre hidrojen bağı, hidrojen atomunun elektronegatifliği yüksek bir atoma kovalent bağ ile bağlandıktan sonra başka bir atom ile elektrostatik etkileşime girmesi ve bir tür köprü atomu haline gelmesiyle oluşmaktadır. Hidrojen atomu, flor, oksijen ve azot gibi elektronegatif bir atoma bağlandığında polarlaşma nedeniyle kısmi bir artı yük kazanır. Diğer atomun

ortaklaşmamış elektron çiftleri, artı yüklü hidrojen ile etkileşime girerek hidrojen bağı oluşturur (Tunalı ve Özkar, 1999).

2.4.5 Tanecikler Arası Etkileşimin Etkileri

2.4.5.1. Erime ve Kaynama Noktaları

Erime ve kaynama noktaları molekül içi kimyasal bağlara değil, tanecikler arası kuvvetlere bağlıdır. Örneğin soy gazlarda tanecikler arası kuvvetler London kuvvetidir. Maddenin sıcaklığı yükseltildiğinde moleküllerin kinetik enerjisi artar. Kinetik enerji moleküller arası kuvveti yenecek düzeye geldiğinde sıvı kaynar. O halde kaynama sıcaklığından moleküller arası etkileşim enerjisini tahmin etmek mümkündür. Karbon tetraklorür ve metan apolar moleküllerdir. Bu maddelerin her ikisinde de moleküller arası kuvvetler London kuvvetleridir. Karbon tetraklorürün kaynama noktası (76,8 °C), metaninkinden (-164 °C) çok yüksek olduğuna göre CCl_4 molekülleri arasındaki London çekme kuvveti CH_4 molekülleri arasındakinden çok daha yüksektir. Tanecikler arası çekme kuvvetinin en büyük olduğu hallerden biri iyonik katılardır. Elektrostatik çekme kuvveti, iyonların yüküne ve iyonlar arası uzaklığa bağlıdır. Bu kuvvet, iyonlar arası uzaklığın sadece birinci kuvveti ile ters orantılı olduğundan oldukça büyük uzaklıklarda da geçerliliğini sürdürür. NaF ve MgO izoelektroniktir. Her iki katı da sodyum klorür yapısındadır (Tunalı ve Özkar, 1999).

İyonlar arası uzaklık yönünden NaF (251 pm) ile MgO (212 pm) arasında büyük fark yoktur. Ancak iyon yüklerinin iki kat büyük olması nedeniyle magnezyum oksitin erime ve kaynama noktası çok daha yüksektir (Tunalı ve Özkar, 1999) (Tablo 2).

Tablo 2

NaF ile MgO Erime ve Kaynama Noktaları (Tunalı ve Özkar, 1999)

Bileşik	Erime Noktası (°C)	Kaynama Noktası (°C)
NaF	933	1695
MgO	2800	3600

İyon yükleri aynı olduğu halde iyonlar arası uzaklığın farklı olması elektrostatik çekme kuvvetini etkiler. İyonlar arası uzaklık yönünden NaF (251 pm), KCl (319 pm)

ve RbBr (348 pm) birbirinden farklıdır. Bu nedenle erime ve kaynama noktaları da farklıdır (Tunalı ve Özkar, 1999).

Tablo 3*NaF, KCl ve RbBr Erime ve Kaynama Noktaları (Tunalı ve Özkar, 1999)*

Bileşik	Erime Noktası (°C)	Kaynama Noktası (°C)
NaF	933	1695
KCl	770	1500 (Sübl.)
RbBr	693	1340

İyonlar arası polarlaşma da erime ve kaynama noktalarını etkiler. İyon bağı modelinde iyonlar, elektrik yüklü katı küreler veya noktasal yükler olarak tanımlanır. Tam iyonik davranıştan sapma, iyonlarda küresel elektron dağılımının bozulmasıyla olur. Sonuçta iyonun küresel simetrisi bozulur ve iyon bağı kovalent bağ karakteri taşımaya başlar. Bu değişme, iyonların birbirine etkisi ile bağın polarlaşması sonucunda olur. İyon örgülü katılarda, her yöne doğru aynı etkileşimi gösteren sonsuz büyüklükte bir kristal örgünün varlığından söz edilebilir. Bu örgü içinde kovalent karakterin olması, örgünün diğer bölgelerinden ayrılan kovalent katkılı moleküle benzer bölgelerin oluşmasına neden olur. Bu bölgeler arasındaki etkileşim tam iyonik bağdan zayıftır. Erime ve kaynama olayında bu bölgeler birbirinden ayrılacağından, kovalent karakterli iyon bileşikler daha düşük sıcaklıklarda erir veya buharlaşır (Tunalı ve Özkar, 1999).

Gümüş halojenürlerin erime ve kaynama noktaları (örneğin potasyum) halojenürlerindeki ile karşılaştırıldığında, daha düşük oldukları görülmektedir. (Tablo 4) . Altılı koordinasyona göre potasyum ile gümüşün iyon yarıçapları (sırasıyla 152 ve 129 pm) arasında büyük fark görülmemektedir. Ayrıca iki iyonun yükleri de birbirine eşittir. Fark, gümüş iyonunun potasyuma göre daha büyük ölçüde polarlaşmaya katılmasından ileri gelmektedir. Gümüş atomunun 3d ve 4d orbitallerinde onar elektron vardır. Böylece bu orbitallerdeki girginliği (çekirdeğe yaklaşma özelliği) düşüktür. Böylece bu orbitallerdeki elektronlar dış alandan kolaylıkla etkilenirler ve polarlaşmaya uğrarlar. Sonuçta gümüş halojenürlerin alkali metal halojenürlerinden daha yüksek kovalent karaktere sahip olduklarını söyleyebiliriz (Tunalı ve Özkar, 1999).

Polarlaşma etkisi üçüncü periyot metallerinin halojenürlerinde açık bir şekilde görülmektedir. Na^+ , Mg^{+2} , ve Al^{+3} neon yapısında izoelektronik iyonlardır. İyon yarı çapı yukarıdaki sırada küçülmekte ,elektrik yükü büyümektedir. Elektrik yükü yüksek

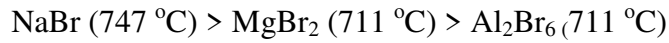
ve çapı küçük katyonların , yakınlarındaki atom veya iyonları polarlaştırma güçleri yükleri yüksektir. Katyonlarda yük/yarıçap oranı polarlaştırma gücünün bir ölçüsüdür. İyonlar arası polarlaşmada her iki iyon da karşılıklı olarak birbirini etkiler. Ancak katyonların polarlaştırma ağırlığının fazla, anyonların ise polarlaşma ağırlığının fazla olduğu söylenebilir. Anyonların polarlaşmaya uğrama kabiliyetleri veya polarlaşabilmeleri hem yük ile hem de yarıçap ile doğru orantılıdır (Tunalı ve Özkar, 1999).

Yük/yarıçap oranı en büyük olan Al^{+3} iyonu, Br^- iyonlarını polarlaştırır. Bu nedenle Al-Br bağının kovalent karakteri çok yüksektir (Tunalı ve Özkar, 1999).

Tablo 4

Gümüş ve Potasyum Halojenürlerin Erime ve Kaynama Noktaları ve İyon Yarı Çapları (Tunalı ve Özkar, 1999)

Bileşik	Anyonun Yarıçapı (pm)	Erime Noktası (°C)	
		Potasyum Halojenür	Gümüş Halojenür
Florür	119	880	435
Klorür	167	776	455
Bromür	182	730	434



İlgili bromürlerin erime noktaları sırasını izler. Görüldüğü gibi alüminyum bromür çok düşük sıcaklıkta sıvı hale geçmektedir (Tunalı ve Özkar, 1999).

Polarlaşmanın çok yüksek olması halinde bağların tümüyle kovalent olduğu düşünülür. Örneğin SO_4^{2-} iyonunun +6 yüklü kükürt ile O^{2-} iyonlarından oluştuğunu varsayalım. +6 yüklü kükürt iyonu O^{2-} iyonlarını o kadar kuvvetle polarlaştırır ki S-O bağının iyon bağı değil kovalent bağ olduğu düşünülür (Tunalı ve Özkar, 1999).

Kovalent bağlardan oluşan kristal örgülerin kırılması da çok güçtür. Kovalent bağlarla birbirine bağlı karbon atomlarından oluşan elmas ve grafitin erime ve kaynama sıcaklıkları çok yüksektir (Tablo 5). Karbon dioksit ve silisyum dioksit merkez atomları ve silisyumun ikişer oksijen atomuna bağlı olduğu bileşiklerdir. Bunlardan CO_2 de karbon oksijen bağları çok kuvvetlidir. Katı halde iken molekül yapısı bozulmaz. Katı

karbon dioksitin kristal konumlarında CO₂ molekülleri vardır. Kristali birarada tutan kuvvet CO₂ molekülleri arasındaki London Kuvvetleridir. London kuvvetlerinin zayıf olması nedeniyle karbondioksitin erime ve kaynama sıcaklıkları çok düşüktür (Tablo 5). Silisyumdioksitte, merkezinde silisyum atomu ve çevresinde dört oksijenin kovalent bağlarla birbirine bağlandığını sürekli bir tetrahedral örgü vardır. Sıvı veya gaz haline geçerken bu kovalent örgü kırılır ve SiO₂ molekülleri oluşur. Yapıdaki bu büyük değişikliğin gerçekleşmesi için büyük miktarlarda enerjiye gerek vardır. Bu nedenle silisyumdioksitin erime ve kaynama sıcaklıkları çok yüksektir (Tablo 5). Erime ve kaynama sıcaklığını belirleyen etkenlerden biri yapı değişikliğidir. Silisyum dioksit örneğinde olduğu gibi hal değişimi, büyük bir yapı değişikliğini gerektiriyorsa erime ve kaynama sıcaklıkları yüksek olur. Kırmızı fosforun köşelerinde fosfor atomları bulunan tetrahedrallerden oluşan bir polimer yapıda olduğu söylenebilir. Kırmızı fosfor gaz haline geçerken tetrahedral düzendeki P₄ yapısı bozulmaz. Ancak tetrahedral birimler arasındaki bağlar kırılır. Katı halden gaz haline geçişte büyük bir yapı değişikliği olmadığından, kırmızı fosfor düşük sıcaklıkta süblimleşir (Tablo 5) (Tunalı ve Özkar, 1999).

Tablo 5

Bazı Maddelerin Erime ve Kaynama Sıcaklıkları (Tunalı ve Özkar, 1999)

Madde	Erime Noktası (°C)	Kaynam Noktası (°C)
Elmas	>3550	4827
Grafit	3652	4827
Karbondioksit	-56,6 (5 atm)	-78,5 (Süblim.)
Silisyumdioksit	1713	2230
Kırmızı fosfor	-	280 (Süblim.)

Maddelerin bir çoğunda birden fazla türde etkileşim söz konusu olabilir. Örneğin HCl, NH₃, ve H₂O da moleküller arası etkileşimler dipol- dipol dipol indüklenmiş dipol ve London kuvveti olarak özetlenebilir. Kaynama noktasını bu etkileşimlerin toplamı belirler. Tablo 6 da bu moleküller arasındaki etkileşimler ve kaynama noktaları verilmektedir. Hidrojen bağlarının etkisi dipol-dipol etkileşimi içinde düşünülmüştür (Tunalı ve Özkar, 1999).

Tablo 6

HCl, NH₃ ve H₂O da Moleküller Arası Etkileşim Enerjileri (kJmol⁻¹) ve Kaynama Noktaları. E_{DD} (Dipol-Dipol Enerjisi, E_{DI}: Dipol-indüklenmiş Dipol Enerjisi, E_L: London Enerjisi, E_T: Toplam Enerji, KN: Kaynama Noktası K) (Tunalı ve Özkar, 1999).

Madde	E _{DD}	E _{DI}	E _L	E _T	KN
HCl	3,23	1,07	16,8	21,1	188
NH ₃	13,2	1,49	15,0	29,7	240
H ₂ O	37,1	1,90	8,7	47,7	373

2.4.5.2. Çözünürlük

Homojen karışımlara çözelti denildiğini biliyoruz. Bir maddenin başka bir madde içinde dağılarak homojen karışım oluşturmaya olayına çözünme denir. Maddelerin çözünme veya başka madde içerisinde dağılabilme özelliğine çözünürlük ile belirlenir. Çözünürlüğün yüksek olması halinde çok miktarda madde çözünür. İçinde başka maddelerin çözündüğü maddelere çözücü denir. Tuzun su içinde çözünmesi olayında, tuz çözünen madde, su çözücü, tuzlu su ise çözeltidir. Homojen karışımlar olduğuna göre, gaz karışımları da çözeltidir. Maddelerin birbiri içinde çözünmesinde moleküller arası etkileşimin büyük etkisi vardır. Aralarında çekme kuvveti olan moleküller daha kolay karışırlar. Molekülleri arasında hiçbir çekme kuvvetinin olmadığı varsayılan ideal gazlar da birbirine karışırlar. Böyle olaylarda enerji faktörü veya entalpi değişimi etkin değildir. İdeal gazların karışmasında entropi değişimi itici güçtür. Entropi düzensizliğin bir ölçüsüdür. Gaz karışımlarının düzensizliği veya entropisi saf gazlarınkinden büyüktür. Doğada maddeler, daha düzensiz yapıya veya daha yüksek entropiye varma eğilimindedir. Bu nedenle ideal gazlar hiçbir dış yardım olmaksızın kendiliklerinden karışırlar. Tanecikler arası etkileşimin büyük olduğu karışma olaylarına, iyon kristallerinin polar çözücülerde, örneğin sodyum klorürün su içinde çözünmesini örnek olarak verebiliriz. Bu olayda kristal yapının içinde dağılarak daha düzensiz yapıya vardığını ve entropinin yükseldiğini söyleyebiliriz. Bu durumda entropi değişimi çözünmenin olmasından yanadır (Tunalı ve Özkar, 1999).

Enerji faktörünü incelerken çeşitli etkileşimlerin düşünülmesi gerekir. Birinci basamakta, iyon kristalinin parçalanması veya gaz halindeki iyonlara ayrılması gerekecektir. Bunun için gereken enerjiye örgü enerjisi diyoruz. Örgü enerjisi iyonlar arası elektrostatik çekme kuvvetinin yenilmesi için gereken enerjidir. Bu enerjiyi sağlayan etkileşim sodyum klorürdeki iyonlarla polar su molekülleri arasındaki iyon-dipol etkileşimidir. Koparılan iyonların su içinde dağılabilmeleri için su fazında su molekülleri arasındaki çekme kuvveti yenilmeli ve yeni gelen iyonlara yer açılmalıdır. O halde enerji faktörünün üç bileşeninin olduğu söylenebilir (Tunalı ve Özkar, 1999).

$$\Delta H = \Delta H_{\text{çözünen}-\text{çözünen}} + \Delta H_{\text{çözünen}-\text{çözücü}} + \Delta H_{\text{çözücü}-\text{çözücü}}$$

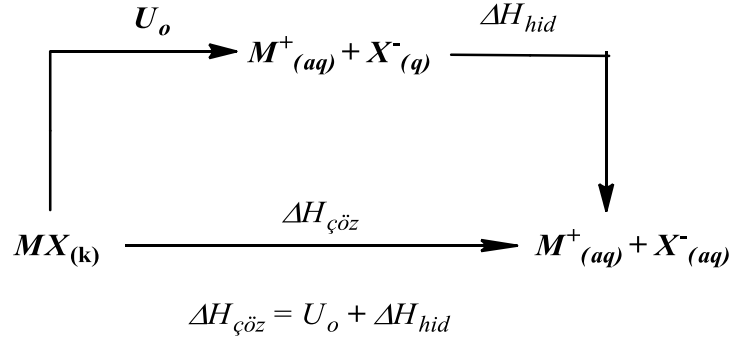
Örneğimizde $\Delta H_{\text{çözünen}-\text{çözücü}}$ iyon dipol etkileşiminden ileri gelir. Karşıt yüklerin yaklaşması söz konusu olduğundan bu basamak ekzotermiktir. $\Delta H_{\text{çözünen}-\text{çözünen}}$ örgü enerjisi olup endotermiktir. $\Delta H_{\text{çözücü}-\text{çözücü}}$ su moleküllerinin birbirinden uzaklaşarak yeni gelen iyonlara yer hazırlaması olayıdır. Bu basamak da endotermiktir. Çözücü – çözücü etkileşimi için su örnek olarak verildiğinden dipol-dipol etkileşimi, hidrojen bağı ve London kuvveti düşünülür (Tunalı ve Özkar, 1999) (Tablo 6) .

Çözücü moleküllerinin çözünen maddedeki iyon veya moleküllerde etkileşerek onların çözücü içinde dağılmalarını sağlayan enerjiye solvasyon enerjisi denir. Çözücünün su olması halinde bu enerjiye hidrasyon enerjisi denir. Bu tanıma göre solvasyon enerjisi ΔH_{sol} , $\Delta H_{\text{çözünen}-\text{çözücü}}$ ve $\Delta H_{\text{çözücü}-\text{çözücü}}$ basamaklarını içermektedir (Tunalı ve Özkar, 1999).

İyonik katılanların su içinde çözünmeleri, iki basamaklı bir olay olarak düşünülebilir ve enerji ilişkilerinde Hess yasası uygulanabilir (Tunalı ve Özkar, 1999).

Şekil 4

İyonik katıların su içinde çözünmeleri (Tunalı ve Özkar, 1999)



Kristal örgüsünün kırılması endotermik ve hidrasyon ekzotermik olduğuna göre, çözünmenin endotermik veya ekzotermik olması bu iki basamaktaki enerjilerin büyüklüğü ile belirlenir. Bazı iyonik bileşilerin suda çözünmesi olayında $\Delta H_{\text{çöz}}$ pozitifdir. Örneğin KNO_3 suda çözünürken çevresinden ısı alır ve içinde bulunduğu deney tüpü soğur. Bu tuzun çözünürlüğü sıcaklıkla büyük ölçüde artar. Çözünme endotermik olduğuna göre entalpi değişimi çözünmeden yana değildir. Bu durumda çözünmeyi, entropideki artış destekler. Çözünme entalpisinin negatif olması çözünmeyi kolaylaştıran bir etkidir. Buna göre endotermik basamak olan örgü enerjisi olduğunca küçük, ekzotermik basamak olan hidrasyon enerjisi olduğunca büyük olmalıdır. Bu faktörleri yalnız başlarına karşılaştırarak çözünürlüğü tahmin etmek mümkün değildir. İyonlar üzerindeki yük ne kadar büyük, iyonlar arası uzaklık ne kadar küçük olursa örgü enerjisi o kadar büyük olur. Böyle katıların çözünürlüğünün az olması beklenir. Ancak yükün büyük, yarıçapın küçük olması aynı zamanda iyon-dipol etkileşiminin de büyük olmasına neden olur. Çözmeye karşı örgü enerjisi ile çözünmeden yana hidrasyon enerjilerinden hangisinin daha ağırlıklı olduğu incelenmelidir (Tunalı ve Özkar, 1999).

Örgü enerjisi ile hidrasyon enerjisinin uzaklığa bağımlılığı birbirinden farklıdır. Örgü enerjisi iyonlar arası uzaklıkta ters orantılı olduğu halde, hidrasyon enerjisi anyon ve katyon yarıçapları ile ters orantılıdır (Tunalı ve Özkar, 1999).

$$U_o = f \left(\frac{1}{r_+ + r_-} \right)$$

$$\Delta H_{hid} = f_+ \left(\frac{1}{r_+} \right) + f_- \left(\frac{1}{r_-} \right)$$

ilk bakışta bu farkın önemli olmadığı düşünülebilir. Anyon ve katyon yarıçaplarının birbirine göre büyüklükleri örgü enerjisini etkilemediği halde hidrasyon enerjisini etkiler (Tunalı ve Özkar, 1999).

2.5. Asitler ve Bazlar

Kimyasal tepkimelerin çok önemli bir kısmı asit-baz tepkimeleridir. Bilim adamları asit-baz tepkimelerine öteden beri ilgi duymuşlardır. Günümüzde de bu ilgi devam etmektedir. Fransız bilim adamı Boyle, 1664 te "Renklerin Denel Tarihi" adlı kitabında asitlerin tatlarının ekşi olduğunu, turnusolün rengini kırmızıya çevirdiğini, suda çözünmeyen hidroksit ve karbonatları çözünür hale getirdiğini yazmıştır. 1766 da Cavendish, asitlerin kalay, çinko veya demir gibi aktif metallere etkisi sonucunda hidrojen çıktığını göstermiştir. Ayrıca bu dönemde, kaygan ve sabunumsu olan bazların turnusolu maviye çevirdikleri ve asitleri nötürleştirerek tuz oluşturdukları bilinmekteydi. Lavoisier 1783 te asitlerin ametal oksitleri olduklarını söylemiştir. Ancak Davy 1810 da hidroklorik asidin özellikleri ile ilgili çalışması sonucunda bunun doğru olmadığını belirtmiştir (Tunalı ve Özkar, 1999).

Bu konudaki çok çeşitli çalışma ve önerileri bir düzen içinde inceleyebilmek için, asit ve bazların bazı önemli tanımlarının incelenmesinin yararı vardır (Tunalı ve Özkar, 1999).

2.5.1. Arrhenius Asit-Baz Tanımı

Arrhenius'un 1883 te önerdiği asit-baz tanımı suyun iyonlaşma dengesine dayanmaktadır. Bugünkü bilgilerimizle su,

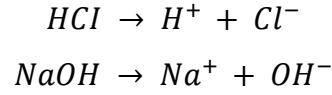


dengesine göre iyonlaşmaktadır. Suyun iyonlaşması için denge bağıntısı,

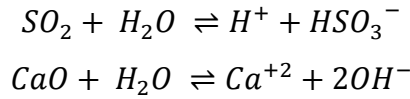
$$K_{su} = [\text{H}^+][\text{OH}^-]$$

olarak gösterilmektedir. K_{su} 0°C de $0,114 \times 10^{-14}$, 60°C de ise $9,55 \times 10^{-14}$ tür. Ancak en çok kullanılan, 25°C deki $1,01 \times 10^{-14}$ değeridir. Yine bu günkü bilgilerimizle $[\text{H}^+] > [\text{OH}^-]$ olması halinde çözelti asidik, $[\text{H}^+] < [\text{OH}^-]$ halinde bazik, $[\text{H}^+] = [\text{OH}^-]$ halinde ise nötrdür. Arrhenius, asitleri hidrojen içeren ve çözündüklerinde H^+ iyonu verecek

şekilde iyonlaşabilen maddeler, bazıları da hidroksil içeren ve iyonlaştıklarında OH⁻ veren maddeler olarak tanımlanmıştır. Görüldüğü gibi bu tanıma HCl, H₂SO₄, CH₃COOH gibi asitler ve NaOH, NH₄OH gibi bazlar girmektedir (Tunalı ve Özkar, 1999).

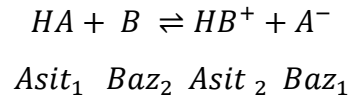


Arrhenius'un bu tanımı, proton içermediği halde çözeltilerinden H⁺ iyonu oluşturabilen asitler ile OH⁻ oluşturan bazları içerecek şekilde değiştirilmiştir. Böylece tanım, asitler sudaki çözeltilerinde H⁺ iyonu oluşturabilen maddeler, bazlar da OH⁻ iyonu oluşturabilen maddeler şekline getirilmiştir. Yeni tanıma göre birçok ametal oksit asit, metal oksit de baz olarak tanımlanabilmiştir (Tunalı ve Özkar, 1999).

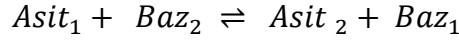


2.5.1. Brønsted-Lorwy Asit-Baz Tanımı

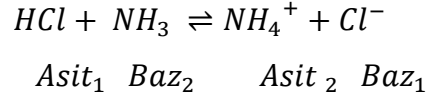
1923 te J.N.Brønsted ve T.M.Lorwy birbirinden bağımsız olarak asitlerin proton veren maddeler, bazların proton alan maddeler olduğunu söylemişlerdir. Bu tanıma göre nötürleşme, bir asitten bir baza proton aktarımı olayıdır (Tunalı ve Özkar, 1999).



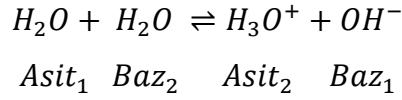
Bu denge tepkimesinde HA asidi, B ise bazı göstermektedir. Geri tepkime düşünüldüğünde HB⁺ nin bir asit, A⁻ nin bir baz olduğu kolaylıkla görülür. Tepkimede HA ile A⁻ arasındaki fark yalnızca protonlanmış olma veya olmamadır. Aynı maddenin protonlanmış haline asit, protonlanmamış haline de baz denir. Böylece oluşan HA ve A⁻ çiftine konjuge asit-baz çifti denir. Benzer şekilde B ve HB⁺ da konjuge asit-baz çiftidir. Buna göre nötürleşme tepkimeleri genel olarak şu şekilde yazılabilir (Tunalı ve Özkar, 1999):



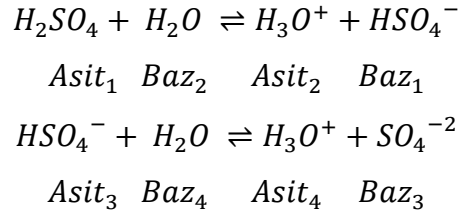
Örnek olarak HCl ile NH₃ arasındaki nötürleşme tepkimesi alındığında,



HCl ile Cl⁻ nin ve NH₃ ile NH₄⁺ nin konjuge asit-baz çiftleri olduğu görülür. Suyun iyonlaşması olayında H₂O molekülünün asit veya baz olarak davranabildiği görülmektedir (Tunalı ve Özkar, 1999).



Poliprotik (çok değerlikli) asitlerin ayrışma dengelerinde aynı iyon hem asit hem de baz olarak tanımlanabilir (Tunalı ve Özkar, 1999).



Birinci denge basamağı için bir baz olan HSO₄⁻ iyonu ikinci denge basamağı için bir asittir. Brønsted-Lorwy'nin asit-baz tanımı yalnızca sudaki çözeltiler için değil, proton içeren diğer çözücülerdeki veya gaz fazındaki tepkimeler için de geçerlidir (Tunalı ve Özkar, 1999).

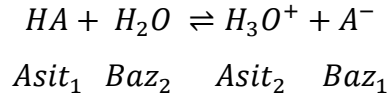
Asitler ve bazlar için kullanılan en önemli özellik asitlik veya bazlık kuvvetidir. Asitlik ve bazlık kuvveti iyonlaşma denge sabiti ile ilgili özelliktir. Tam olarak iyonlaşan asit veya bazlara kuvvetli asit veya kuvvetli baz denir. Kuvvetli asitlerin sudaki çözeltilerinin denge sabitinin sonsuz büyüklükte olduğu söylenilebilir. Tablo 7 de bazı konjuge asit-baz çiftleri kuvvetlerine göre sıralanabilir (Tunalı ve Özkar, 1999).

Tablo 7

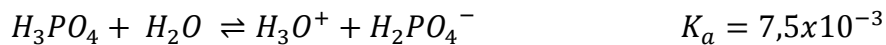
Bazı Konjuge Asit-Baz Çiftleri (Asit veya Baz Kuvveti Ok Yönünde Azalmaktadır) (Tunalı ve Özkar, 1999)

	Konjuge Asit	Konjuge Baz	
	HClO ₄	ClO ₄ ⁻	
	H ₂ SO ₄	HSO ₄ ⁻	
	HCl	Cl ⁻	
	HNO ₃	NO ₃ ⁻	
	H ₃ O ⁺	H ₂ O	
	H ₃ PO ₄	H ₂ PO ₄ ⁻	
	HF	F ⁻	
	H ₂ S	HS ⁻	
	NH ₄ ⁺	NH ₃	
	OH ⁻	O ⁻²	

Herhangi bir asidin sudaki iyonlaşması,



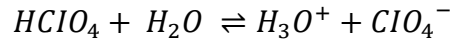
denge denkleminde göre olur. Burada HA asidi, suyun H₃O⁺ asidi ile yarışmaktadır. HA asidi hidronyum iyonundan daha kuvvetli ise, denge H₃O⁺ oluşması yönünde ilerler ve asidin tümü iyonlaşır. HClO₄, H₂SO₄, HCl, HNO₃ böyle asitlerdir ve sudaki çözeltilerinde tam olarak iyonlaşırlar. Tam iyonlaşmanın ötesinde bir iyonlaşma söz konusu olmadığında göre bütün bu asitler kuvvetli asitlerdir. Bu asitlerden hangisinin diğerinden daha kuvvetli olduğunu söylemek sudaki çözeltileri için mümkün değildir. Sudaki çözeltilerinde H₃O⁺ dan daha kuvvetli olan bütün asitler %100 oranında iyonlaşırlar ve hangisinin daha kuvvetli olduğu söylenemez. Bu etkiye düzeyleme etkisi denir. Suyun düzeyleme etkisi nedeniyle OH⁻ den daha kuvvetli olan bütün bazlar da kuvvetli bazlardır ve sudaki çözeltilerinde bu bazların hangisinin daha kuvvetli olduğu belirlenemez. H₃O⁺ dan daha zayıf asitlerin asit kuvvetleri birbiri ile karıştırılabilir (Tunalı ve Özkar, 1999).





Ayrıştırma sabiti daha büyük olduğundan H_3PO_4 ün asitlik kuvveti HF ninkinden büyüktür. Çözücü olarak suyun bu etkisine farklandırma etkisi denir. Su , H_3O^+ dan zayıf olan asitlere de farklandırma etkisi gösterir (Tunalı ve Özkar, 1999).

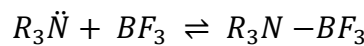
Düzeyleme etkisi, çözücünden çözücüye değişir. Örneğin sıvı amonyanın çözücü olması halinde, NH_4^+ dan kuvvetli olan bütün asitler düzeylenir. Buna göre sudaki çözeltilisinde zayıf bir asit olan H_2S , amonyaktaki çözeltilisinde kuvvetli bir asittir. Benzer şekilde NH_2^- iyonundan daha kuvvetli bazlar amonyak çözeltililerinde düzeylenir. Tablo 7 de verilen bileşik veya iyonlar içinde en kuvvetli asit $HClO_4$ ve en zayıf baz da bu asidin konjuge bazı olan ClO_4^- iyonudur (Tunalı ve Özkar, 1999).



dengeinde $HClO_4$ ile ClO_4^- iyonunun proton alışverişi yönünden karşılıklı ilişki içinde olması gerekmektedir. ClO_4^- iyonu kolaylıkla proton alan bir iyon olsaydı, $HClO_4$ ün kolaylıkla proton veren kuvvetli bir asit olması mümkün olmazdı. Buna göre HCO_4 en kuvvetli asit ise, ClO_4^- nin en zayıf baz olması kaçınılmazdır (Tunalı ve Özkar, 1999).

2.5.2. Lewis Asit-Baz Tanımı

G.N.Lewis 1923 yılında asitleri elektronların çifti alan maddeler, bazları da elektron çifti veren maddeler olarak tanımlamıştır. Bu tanım kapsam olarak Brønsted - Lowry tanımından daha geniştir. Proton içermeyen bileşikler arasındaki tepkimler de bu tanıma göre asit-baz tepkimeleridir. Ancak iki tanım arasında bir uyum vardır. Brønsted -Lowry'ye göre asitler artı yüklü tanecik (proton) veren maddeler olduğu halde, Lewis'e göre asitler eksi yüklü tanecikler (elektron çifti) alan maddeler olarak tanımlanmaktadır. Lewis sistemine göre karakteristik asit- baz tepkimesine örnek olarak trialkilamin ile bor triflorür arasındaki tepkime verilebilir (Tunalı ve Özkar, 1999).



Trialkilaminde azot atomu üzerinde ortaklanmamış bir elektron çifti vardır. Bor triflorürde ise bor atomu oktetini tamamlayamamıştır ve bir elektron çifti eksikliği vardır. Moleküller birleşirken azot atomu üzerindeki ortaklanmamış elektron çifti N-B kovalent bağının oluşmasında kullanılır. Tepkime sırasında azot atomu elektron verdiği için bu atomu içeren R_3N molekülü Lewis bazı, elektron alan B atomunu içeren BF_3 molekülü de Lewis asitidir. Azot atomuna elektron veren anlamına donör atom, bor atomuna da elektron alan anlamına akseptör atom denir (Tunalı ve Özkar, 1999).

Lewis asitlerinin üç tür olduğu söylenebilir:

Elektron çifti alabildiklerinden bütün katyonlar birer Lewis asitleridir.

Değerlik kabuğunda elektron noksanı olan ve koordinasyon sayısını arttıran merkez atomu içeren Lewis asiti olarak davranır.

Merkez atomlarında bir veya daha çok sayıda çoklu bağı olan CO_2 ve SO_3 gibi moleküller Lewis asidi olarak davranır.

Lewis bazları için de genel gruplandırmalar yapılabilir.

Bütün anyonlar Lewis bazıdır. Yük yoğunluğunun artması baz kuvvetini artırır.

Su, alkol, eter gibi ortaklanmamış elektron çifti bulunan moleküller Lewis bazı olarak davranır.

Metal iyonları ile koordinat kovalent bağ oluşturabilen alken ve alkinler Lewis bazı olarak davranır. (Tunalı ve Özkar, 1999)

2.6. İlgili Alan Yazın

Bu tez çalışmasında bazı kimya konularında fen bilgisi öğretmen adaylarının hüristik akıl yürütmelerinin detaylı bir şekilde incelenmesi amaçlanmıştır. Bu nedenle ilgili alan yazın olarak kimya konularında öğrencilerin hüristik akıl yürütmeleri üzerine yapılan bilimsel çalışmaların titizlikle incelenmesi üzerine odaklanılmıştır. Kimya konularında öğrencilerin hüristik akıl yürütmeleri ile ilgili alan yazının detaylı bir şekilde incelemesi amacıyla doküman analizi yöntemi kullanılmıştır (Baran ve Bilici 2015; Minner et al., 2010). Doküman analizi üç aşamalı bir yöntem izlenerek gerçekleştirilmiştir: (1) Tarama yöntemi ve seçme kriterlerinin belirlenmesi, (2) tarama süreci (3) analiz süreci (Baran ve Bilici 2015; Karaçam, 2013). Bu aşamaların her birinde yapılan işlemler aşağıda ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

2.6.1. Alan Yazın Tarama Yöntemi ve Seçme Kriterlerinin Belirlenmesi

Doküman analizi yöntemi kullanılarak gerçekleştirilen alan yazın taramasında ilk olarak makale/tez seçme kriterleri ve anahtar kelimeler belirlenmiştir. Makale/tez seçiminde, (a) 2000-2019 yılları arasında yayınlanmış, (b) hakemli dergilerde yayınlanmış makale/uluslararası erişime açık tez olma, (c) Çift süreç teorisinde adından sıklıkla bahsedilen hōristiklerin kimya konularında kullanımlarının alana özgü bir şekilde açıklanmasına odaklanmış olma kriterleri izlenmiştir. Hōristiklerin kimya konularında kullanımlarının alana özgü bir şekilde açıklanması ile ilgili çalışmaların iki binli yıllardan sonra gerçekleştirilmeye başlanmasından dolayı literatür taramasına 2000-2019 yılları arasında yayınlanan çalışmalar dahil edilmiştir. Bu kriterler doğrultusunda hem Türkiye’de hem de dünyada konu ile ilgili kullanılan anahtar sözcükler Türkçe ve İngilizce yazılarak taramalar gerçekleştirilmiştir. Literatür taranırken kullanılan İngilizce ve Türkçe anahtar sözcükler şunlardır: “heuristic”, “heuristic chemistry”, “heuristic reasoning”, “intuitive judgment”, “heuristic and chemistry”, “hōristik”, “hōristik kimya”, “hōristik akıl yürütme”, “sezgisel yargılama”, “hōristik ve kimya”.

2.6.2. Alan Yazın Tarama Süreci

Makale taramak amacıyla EBSCOHost, ERIC, Science Direct, ISI Web of Science veri tabanlarında ve Google Akademik arama motorunda ilgili anahtar kelimeler kullanılarak sorgulamalar yapılmıştır. Tez taramaları için ise ProQuest Dissertations ve Theses Global ve YÖK ulusal tez merkezi arama motorlarında sorgulamalar yapılmıştır. Kestirme yol anlamı taşıyan heuristic (hōristik) sözcüğü bu araştırma konusu ile ilgili olmayan konularda da sıklıkla kullanılmaktadır. Örneğin, “heuristic” ve “heuristic chemistry” anahtar kelimeleri, kimyasal prosesler, kimyasal sentez ve kimya mühendisliği gibi bu çalışma ile alakası olmayan konularda sıklıkla kullanılmaktadır. “Heuristic” anahtar kelimesi bilgisayar ve yazılım mühendisliği alanlarında da bu çalışma ile alakası olmayan konularda sıklıkla kullanılmaktadır. Benzer şekilde “science writing heuristic” anahtar kelimesi de kimya/fen eğitimi konularında bu çalışmadan farklı bir anlam ve içerikte kullanılmaktadır. Bahsedilen nedenlerden dolayı, yukarda bahsedilen anahtar kelimeler kullanılarak tarama yapıldığı zaman bu çalışma ile alakası olmayan binlerce makale veya tez ile karşılaşmaktadır.

Konu ile alakalı olmayan makale ve tezleri elimine etmek amacıyla arama motorlarında tarama yapılırken karşılaşılan makalelerin veya tezlerin başlıklarına veya içeriklerine özellikle dikkat edilerek konuyla alakalı olmayan makale ve tezler bu çalışma kapsamına dâhil edilmemiştir. Yapılan taramalar sonucu h ristiklerin kimya konularında kullanımlarının alana özgü bir şekilde açıklanmasına odaklanmış 10 adet makale ve 3 adet tez tespit edilerek inceleme listesine dâhil edilmiştir. Tespit edilen bu makale ve tezlerin kaynakçaları da detaylı bir şekilde incelenmiş ve arama motorlarında bulunmayan konu ile alakalı olan makale veya tezlerin bu kaynakçalarda olma ihtimali de değerlendirilmiştir. Yapılan kaynakça incelemelerinde, arama motorlarında yer almayan herhangi bir makale veya teze rastlanılmamıştır. Bahsedilen kapsamda yapılan çalışmalara henüz yakın bir süre önce başlandığı, bu tür çalışmaların içeriğinin kimya, eğitim ve bilişsel bilim alanlarının    n  birden ihtiva ettiği ve bu nedenden dolayı da bahsedilen konu ile ilgili çalışmaların çeşitli zorlukları olduğu hususları göz önüne alındığında konuyla ilgili az sayıda yayın ve tezin olduğunun tespit edilmiş olması olağan bir durumdur.

2.6.3. Analiz Süreci

Yukarıda detaylı bir şekilde açıklanan prosedür izlenerek yapılan tarama sonucu tespit edilen makaleler; yıl, yazar adları, makalenin başlığı ve yayım bilgilerini içerecek şekilde Tablo 8.'de verilmiştir.

Tablo 8

Höristiklerin Kimya Konularında Kullanımlarının Araştırıldığı Makaleler.

Uluslararası Dergilerde Makale Olarak Yayımlanan Çalışmalar			
No	Yıl	Yazarlar	Çalışma Başlığı ve Yayın Bilgileri
1	2010	Jenine Maeyer, Vicente Talanquer	The Role of Intuitive Heuristics in Students' Thinking: Ranking Chemical Substances, Science Education, 94: 963–984.
2	2011	LaKeisha McClary Vicente Talanquer	Heuristic Reasoning in Chemistry: Making decisions about acid strength, Int. J. of Sci. Educ. 33, 10, 1433–1454.
3	2011	Nicole Graulich, Henning Hopf, Peter R. Schreiner	Heuristic Chemistry—Addition Reactions Chem. Eur. J., 17, 30–40.
4	2011	Nicole Graulich Henning Hopf Peter R. Schreiner	Heuristic Chemistry—Elimination Reactions Chem. Asian J. 6, 3180–3188.
5	2012	Rüdiger Tiemann Peter R. Schreiner	Heuristic chemistry—a qualitative study on teaching domain-specific strategies for the six-electron case Chem. Educ. Res. Pract. 13, 337–347.
6	2014	Vicente Talanquer	Chemistry Education: Ten Heuristics To Tame J. Chem. Educ. 91, 1091–1097.
7	2015	Nicole Graulich	Intuitive Judgments Govern Students' Answering Patterns in Multiple-Choice Exercises in Organic Chemistry, J. Chem. Educ., 92, 205–211.
8	2017	Kathryn Miller, Thomas Kim	Examining Student Heuristic Usage in a Hydrogen Bonding Assessment, Biochemistry and Molecular Biology Education, 45 (5):411–416.
9	2018	Mustafa Uğraş	Heuristic Reasoning of Pre-Service Science Teachers in Chemistry Topics, Journal of Baltic Science Education, 17, 2, 343-356.
10	2019	M. C. Connor, S. A., Finkenstaedt-Quinn, G. V. Shultz	Constraints on organic chemistry students' reasoning during IR and ¹ H NMR spectral interpretation, Chemistry Education Research and Practice 20, 522-541.

Yukardaki tabloda yer alan 10 adet makalenin çalışma konuları, yöntem, veri toplama aracı ve çalışma gruplarıyla ilgili ayrıntılı bilgiler Tablo 9 'da verilmiştir. Tablo 9'da yer alan rakamlar Tablo 8'de yer alan ilgili makalenin numarasıdır.

Tablo 9*İlgili Makalelerin Çalışma Konuları, Yöntem, Veri Toplama Araçları Ve Çalışma Grupları*

Uluslararası Dergilerde Makale Olarak Yayımlanan Çalışmalar			
No	Çalışma Konuları	Yöntem ve Veri Toplama Aracı	Çalışma Grubu
1	Küçük molekül yapılı kimyasalların asit-baz kuvvetine, erime-kaynama noktalarına ve çözünürlüklerine göre sıralanması.	Nitel ve Nicel yöntemin ikisini birden ihtiva eden karma metot. Nicel kısım için kimyasalların değişik özelliklerine göre sıralanmasının istendiği 6 sorudan oluşan ölçek kullanılmıştır. Nitel kısım için mülakat. Mülakatlarda öğrencilerden ölçekte yer alan sorulara vermiş oldukları cevapları ayrıntılı bir şekilde açıklamaları istenmiştir.	Fen ve Mühendislik alanlarından toplam 414 Genel Kimya dersi öğrencisi ölçekleri doldurmuştur. Ayrıca Bu öğrencilerden 34 tanesi ile mülakat yapılmıştır.
2	Organik Asitlerin asitlik kuvvetine göre sıralanması	Nitel analiz. Öğrenciler ile mülakatlar gerçekleştirilmiştir. Mülakatlarda öğrencilere bazı organik asitlerin asitlik kuvvetine göre sıralanmasının istendiği 7 sorudan oluşan bir form verilmiştir. Öğrencilerden formda yer alan soruları cevaplamaları ve vermiş oldukları cevapların nedenlerini ayrıntılı bir şekilde açıklamaları istenmiştir.	20 Organik kimya öğrencisi
3	Katılma reaksiyonları	Teorik çalışma. Katılma reaksiyonlarında hōristiklerin nasıl kullanılabileceğini örnekleriyle açıklamaktadır.	-
4	Ayrılma reaksiyonları	Teorik çalışma. Ayrılma reaksiyonlarında hōristiklerin nasıl kullanılabileceğini örnekleriyle açıklamaktadır.	-
5	Altı-elektron olayı	Nitel analiz. Öğrenciler ile mülakatlar gerçekleştirilmiştir. Mülakatlarda öğrencilere aromatiklik ve altı-elektron olayı ile ilgili 9 sorudan oluşan bir form verilmiştir. Öğrencilerden formda yer alan soruları cevaplamaları ve vermiş oldukları cevapların nedenlerini ayrıntılı bir şekilde açıklamaları istenmiştir.	6 organik kimya öğrencisi
6	On Hōristik	Teorik çalışma. Kimya alanında sıklıkla kullanılan hōristikleri kullanmış oldukları bilişsel proseslere göre açıklamış ve bu hōristikleri 10 başlık altında toplamıştır	-
7	Alkenlerin katılma Reaksiyonları	Nitel analiz. Öğrenciler ile mülakatlar gerçekleştirilmiştir. Mülakatlarda öğrencilere alkenlerin katılma reaksiyonları ile alakalı çoktan seçmeli 6 soru içeren bir form verilmiştir. Öğrencilerden formda yer alan soruları cevaplamaları ve vermiş oldukları cevapların nedenlerini ayrıntılı bir şekilde açıklamaları istenmiştir.	12 organik kimya öğrencisi
8	Hidrojen Bağı	Nitel analiz. Öğrencilere hidrojen bağı ile ilgili geçerli olanların tümünü seç formatında bir soru içeren bir form verilmiştir. Öğrencilerden formda yer alan soruyu cevaplamaları ve vermiş oldukları cevapların nedenlerini ayrıntılı bir şekilde yazmaları istenmiştir.	86 moleküler Biyoloji öğrencisi
9	Kimyasal bağ teorileri ve molekül yapıları	Nitel analiz. Öğrenciler ile mülakatlar gerçekleştirilmiştir. Mülakatlarda Kimyasal bağ teorileri ve molekül yapıları ile alakalı çoktan seçmeli 5 soru içeren bir form verilmiştir. Öğrencilerden formda yer alan soruları cevaplamaları ve vermiş oldukları cevapların nedenlerini ayrıntılı bir şekilde açıklamaları istenmiştir.	15 Fen Bilgisi Öğretmen adayı
10	IR ve ¹ H NMR spektrum yorumları	Nitel analiz. Öğrenciler ile mülakatlar gerçekleştirilmiştir. Mülakatlarda öğrencilerden kendilerine sunulan IR and ¹ H NMR spektrumlarını yorumlamaları istenmiştir.	18 organik kimya öğrencisi

Çift süreç teorisinde adından sıklıkla bahsedilen h ristiklerin kimya alanında yer alan “Kimyasalların asit-baz kuvvetine, erime-kaynama noktalarına ve  z n rl klerine göre sıralanması”, “Organik Asitlerin asitlik kuvvetine göre sıralanması”, “Katılma reaksiyonları” “Ayrılma reaksiyonları”, “Altı-elektron olayı”, “Alkenlerin katılma reaksiyonları”, “Hidrojen bağı”, “Kimyasal bağ teorileri ve molekül yapıları” “IR ve ¹H NMR spektrum yorumları” konularındaki kullanımlarının deneysel veya teorik olarak incelendiği Tablo 9’ da yer alan verilerden anlaşılmaktadır. Tablo 9’ da bulunan makalelerden 2,4 ve 6 no’lu makaleler konu ile ilgili teorik çalışmaları içermektedir. Bu makaleler asıl amacı bireylerin günlük hayat ile ilgili akıl yürütmelerini açıklamak olan çift süreç modelindeki Tip 1 proseslerinin yani h ristiklerin kimya konuları ile ilgili akıl yürütme süreçlerindeki rolünü kimya alanına özel  rneklele ayrıntılı bir şekilde açıklamaktadır. Bu makalelerden Vicente Talanquer tarafından yapılan ve “Chemistry Education: Ten Heuristics to Tame” isimli makale oldukça önemli bir teorik çalışmayı içermektedir. Tablo 9’ da bulunan makalelerin detaylı bir şekilde incelenmesinden de anlaşılacağı üzere, kimya konularında da birbirinden bağımsız olarak yapılan çalışmalar sonucu tespit edilen ve isimlendirilen h ristik stratejilerin sayısı her geçen gün artmaktadır. Bununla birlikte, Talanquer yapmış olduğu bu çalışma ile kimya alanında sıklıkla kullanılan höristikleri kullanmış oldukları bilişsel proseslere göre açıklamış ve bu höristikleri 10 başlık altında toplamıştır (Talanquer, 2014). Talanquer’in bu modeli oldukça önemlidir ve kimya alanında h ristikler ile ilgili bundan sonra yapılacak çalışmalar için bir referans olacak niteliktedir. Talanquer’in bu modeli eğitimciler tarafından ilgi görmektedir. Örneğin, Miller ve Kim hidrojen bağı konusunda öğrencilerin kullanmış oldukları h ristikler ile ilgili yapmış olduğu çalışmada Talanquer tarafından önerilen bu modeli esas almışlardır (Miller ve Kim 2017). Ayrıca M. C. Connor ve arkadaşları da  ğrencilerin IR ve NMR spektrumlarını yorumlama süreçlerinde etkili olan höristikleri Talanquer’in bahsetmiş olduğu h ristiklerin bir kısmı ile ve ayrıca literatürde yer alan diğer höristikleri de kullanarak açıklamışlardır (Connor vd., 2019). Tabloda yer alan diğer makalelerin her biri ise farklı kimya konularında h ristiklerin rollerinin araştırıldığı deneysel çalışmaları ihtiva etmektedir.

cevaplamalarının istendiği anlaşılmaktadır. Mülakat yapılan öğrenci sayıları ise 6 ile 34 arasında değiştiği de ilgili tablodan anlaşılmaktadır.

Tablo 8’ de yer alan 10 adet makalenin veri analizi yöntemleri ve bu çalışmalarda tespit edilen/incelenen h ristikler Tablo 10’da verilmiştir.

Tablo 10 incelendiğinde mülakat verilerinin analizi amacıyla genellikle  ğrenci transkriptlerinde bulunan spesifik ifadelerin incelenen veya esas alınan h ristikler ile ilişkilendirilmesi esasına dayanan bir kodlama yapıldığı anlaşılmaktadır. 1 ve 2 no’lu makalelerde  ğrenci transkriptlerinde bulunan spesifik ifadelerin yorumlanması ile öğrencilerin kullanmış oldukları h ristikler açıklanmıştır. Bu çalışmalarda herhangi bir h ristik grubu referans alınarak  ğrenci ifadeleri değerlendirilmemiş sadece araştırmacıların değerlendirmelerine göre h ristikler tespit edilmiştir. 7 ve 9 no’lu makalelerde Çağrışımsal aktivasyon, nitelik yer değiştirmesi akıcılık höristikleri referans alınmış,  ğrenci ifadeleri bu h ristikler ile ilişkilendirilmiş ve bu h ristiklerin kullanımı alana ve konuya özel olarak açıklanmıştır. 8 ve 10 no’lu çalışmalarda Talanquer tarafından önerilen 10 h ristik referans alınmış,  ğrenci ifadeleri bu referans h ristikler ile ilişkilendirilmiş ve bu on höristikten öğrencilerin kullandıklarının tespit edilenleri alana ve konuya özgü olarak açıklanmıştır. 10 no’lu makalede Talanquer tarafından önerilen h ristiklerin yanı sıra tespit edilen diğer h ristiklerden de bahsedilmiştir.

Tablo 10*İlgili Makalelerin Veri Analiz Yöntemleri ve Tespit Edilen/İncelenen H ristikler*

Uluslararası Dergilerde Makale Olarak Yayımlanan alışmalar		
No	Veri analizi yöntemi	Tespit edilen/incelenen h�ristikler
1	Nicel veri analizi için, 6 sorunun her biri için öğrencilerin vermiş oldukları sıralamalardan oluşan cevap desenlerinin sıklığı belirlenmiştir. Nitel analiz şu şekilde yapılmıştır: Mülakat transkriptlerinden elde edilen bireysel cevap �zetleri, her cevap tipinde ortak fikirlerin ve akıl yürütme stratejilerinin tanımlandığı tekrarlamalı, doğrusal olmayan sabit karşılaştırma analizi metodu kullanılarak analiz edilmiştir.	Tanıma, tek nedenli karar verme, keyfi eğilim, temsililik (temsil edicilik, temsil edilebilirlik, temsiliyet).
2	Mülakat transkriptlerinden elde edilen bireysel cevap �zetleri, her cevap tipinde ortak fikirlerin ve akıl yürütme stratejilerinin tanımlandığı tekrarlamalı, doğrusal olmayan sabit karşılaştırma analizi metodu kullanılarak analiz edilmiştir.	indirgeme, temsililik (temsil edicilik, temsil edilebilirlik, temsiliyet), lexicographic (Kelime anlamı sözlüksel olan bu h�ristik tek nedenli karar verme h�ristiği ile benzer prosesleri esas almaktadır.)
3	Teorik alışma olduğu için veri analizi yapılmamıştır.	Teorik alışma. Katılma reaksiyonlarında h�ristiklerin nasıl kullanılabileceğini örnekleriyle açıklamaktadır.
4	Teorik alışma olduğu için veri analizi yapılmamıştır.	Teorik alışma. Ayrılma reaksiyonlarında h�ristiklerin nasıl kullanılabileceğini örnekleriyle açıklamaktadır.
5	Nitel kodlama yazılımı olan MAXODA kullanılarak temaların belirlenmesi ve kategorilerin oluşturulmasıyla veriler analiz edilmiştir.	Alana �zel heuristikler açıklanmış, fakat bu akıl yürütmeler herhangi bir h�ristik adı ile ilişkilendirilmemiştir.
6	Teorik alışma olduğu için veri analizi yapılmamıştır.	Çağrışımsal aktivasyon, akıcılık, nitelik yer değiştirmesi, tek nedenli karar verme, y�zeyssel benzerlik, tanıma, genelleştirme, katılık, aşırı �zg�ven ve duygulanım.
7	�ğrenci cevaplarında bulunan spesifik ifadelerin � h�ristik ile ilişkilendirilmesini esas alan bir kodlama şeması oluşturularak veriler analiz edilmiştir.	Çağrışımsal aktivasyon, nitelik yer değiştirmesi akıcılık.
8	�ğrenci cevaplarında bulunan spesifik ifadelerin Talenquer'in modelinde yer alan h�ristikler ile ilişkilendirilmesini esas alan bir kodlama şeması oluşturularak veriler analiz edilmiştir.	Çağrışımsal aktivasyon, nitelik yer değiştirmesi, tek nedenli karar verme, y�zeyssel benzerlik, tanıma, genelleştirme.
9	�ğrenci cevaplarında bulunan spesifik ifadelerin � h�ristik ile ilişkilendirilmesini esas alan bir kodlama şeması oluşturularak veriler analiz edilmiştir.	Çağrışımsal aktivasyon, nitelik yer değiştirmesi akıcılık.
10	�ğrenci cevaplarında bulunan spesifik ifadelerin Talenquer'in modelinde yer alan h�ristikler ile ilişkilendirilmesini esas alan bir kodlama şeması oluşturularak veriler analiz edilmiştir.	Çağrışımsal aktivasyon, akıcılık, tek nedenli karar verme, genelleştirme, katılık, duygulanım, indirgeme, temsililik (temsil edicilik, temsil edilebilirlik, temsiliyet).

Kimya konularında incelenen/tespit edilen h ristiklerin çağrışımsal aktivasyon, akıcılık, nitelik yer değiştirmesi, tek nedenli karar verme, y zeyssel benzerlik, tanıma, genelleştirme, katılık, aşırı  zg ven ve duygulanım, keyfi eğilim, temsililik (temsil edicilik, temsil edilebilirlik, temsiliyet), indirgeme ve lexicographic olduğu da Tablo 10'un incelenmesinden anlaşılmaktadır. Tablo 8 'de yer alan her bir makale kapsamında yapılan çalışmalar sonucu elde edilen temel sonuçlar Tablo 11'de verilmiştir.

Tablo 11*Temel Sonuçlar*

No	Temel Sonuçlar
1	Yapılan çalışma sonucunda öğrencilerin kendilerinden istenen küçük molekül yapı kimyasalların asit-baz kuvvetine, erime-kaynama noktalarına ve çözünürlüklerine göre sıralanması görevlerini yerine getirirken tanıma, tek nedenli karar verme, keyfi eğilim ve temsililik (temsil edicilik, temsil edilebilirlik, temsiliyet) hristiklerinden en az birinin aktif olarak kullanıldığı sonucuna ulaşılmıştır. Çalışma kapsamında öğrencilerden cevaplaması istenen 6 soru için öğrencilerin vermiş olduğu doğru ve yanlış cevapların her ikisi için de ayrı ayrı olacak şekilde, cevap nedenlerinin açıklandığı akıl yürütme süreçlerinde yukarıda bahsedilen hristiklerin kullanım sıklığı da yüzde olarak bu çalışma ile belirlenmiştir. Örneğin formda bulunan 1 no'lu soru için tanıma, tek nedenli karar verme, keyfi eğilim ve temsililik hristiklerinin kullanım sıklıkları sırasıyla %79.4, %50.0, %11.8, ve %8.8 olarak tespit edilmiştir
2	Yapılan çalışma sonucunda öğrencilerin kendilerinden istenen organik asitlerin asitlik kuvvetine göre sıralanması görevlerini yerine getirirken indirgeme, temsililik ve lexicographic hristiklerinden en az birinin aktif olarak kullanıldığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu çalışmada her bir soru için ayrı ayrı değil de tüm sorular için bir ortalama alınacak şekilde hristiklerin kullanım sıklığı yüzde olarak belirlenmiştir. indirgeme, temsililik ve lexicographic hristiklerinin kullanım sıklığının sırasıyla %14.3, %25.7 ve %77.1 olduğu tespit edilmiştir.
3	Bu teorik çalışmada bir organik kimya konusu olan katılma reaksiyonları konusunda hristiklerin nasıl kullanılabileceği örnek reaksiyonlar yazılarak açıklanmıştır.
4	Bu teorik çalışmada bir organik kimya konusu olan ayrılma reaksiyonları konusunda hristiklerin nasıl kullanılabileceği örnek reaksiyonlar yazılarak açıklanmıştır.
5	Bu deneysel çalışmada önemli bir organik kimya konusu olan aromatik bileşikler konusunda adından sıklıkla bahsedilen altı elektron olayı ile ilgili olarak öğrenci cevapları dikkatlice analiz edilmiş, bu analiz sonucu hristiklerin kullanım mekanizmaları açıklanmış fakat bu hristiklerin isimlendirilmesi yapılmamıştır. Çalışmada hristiklerin kullanım sıklığından da bahsedilmemiştir.
6	Bu teorik çalışmada kimya konularında sıklıkla karşılaşılabilecek hristikler 10 başlık altında toplanmış ve her bir hristiğin çalışma mekanizmasının değişik kimya konularında nasıl olabileceği örnekleriyle birlikte açıklanmıştır.
7	Bir organik kimya konusu olan alkenlerin katılma reaksiyonları ile alakalı olarak öğrencilerin akıl yürütme süreci çağrışmsal aktivasyon, nitelik yer değiştirmesi ve akıcılık hristikleri esas alınarak açıklanmıştır. Çalışmada bu hristiklerin kullanım sıklığından bahsedilmemiş fakat hristiklerin kullanım mekanizmaları ile ilgili ayrıntılı bilgiler verilmiştir.
8	Hidrojen bağı konusunda öğrencilerin akıl yürütme süreçleri Talanquer tarafından önerilen 10 hristik esas alınarak açıklanmıştır. Bu çalışmada kullanılan yöntemin Talanquer tarafından önerilen 10 hristikten Çağrışmsal aktivasyon, nitelik yer değiştirmesi, tek nedenli karar verme, yüzeysel benzerlik, tanıma, genelleştirme hristiklerinin belirlenmesi ve açıklanması için uygun olduğu fakat katılık, duygulanım, akıcılık ve aşırı özgüven hristiklerinin tespiti için uygun olmadığı araştırmayı yapan bilim adamları tarafından belirtilmiştir. Çalışmada, hristiklerin kullanım sıklığı tüm cevap desenleri için verilmemiştir. Bunun yerine en çok verilen üç cevap deseni için kullanım sıklıkları yüzde olarak değil, sayı olarak verilmiştir. Bu araştırmada hidrojen bağı konusunda en çok kullanılan hristiğin tek nedenli karar verme olduğu tespit edilmiştir.
9	Bir genel kimya konusu olan kimyasal bağ teorileri ve molekül yapıları ile alakalı olarak öğrencilerin akıl yürütme süreci çağrışmsal aktivasyon, nitelik yer değiştirmesi ve akıcılık hristikleri esas alınarak açıklanmıştır. Çalışmada bu hristiklerin kullanım sıklığından bahsedilmemiş fakat hristiklerin kullanım mekanizmaları ile ilgili ayrıntılı bilgiler verilmiştir.
10	Öğrencilerden kendilerine sunulan örnek bir IR ve ¹ H-NMR spektrumlarının değerlendirilmesinin istendiği bu çalışmada, öğrencilerin spektrumları yorumlama süreçlerindeki akıl yürütmeleri Talanquer tarafından önerilen 10 hristik ve ayrıca literatürde bulunan diğer hristikler esas alınarak incelenmiştir. Çalışma sonucunda Çağrışmsal aktivasyon, akıcılık, tek nedenli karar verme, genelleştirme, katılık, duygulanım, indirgeme ve temsililik hristiklerinin sıklıkla kullanıldığı ve ayrıca en çok kullanılan hristiğin de akıcılık hristiği olduğu tespit edilmiştir.

Kimya öğrencilerinin sezgisel stratejileri üzerine yapılan bu araştırmaların sonucunda h ristiklerin etkisinden dolayı öğrencilerin esas ve önemli olan kimyasal bilgiyi kullanmaksızın soruları doğru veya yanlış bir şekilde cevapladıkları tespit edilmiştir. Bu çalışmalarda öğrencilerin cevaplarının toplam doğruluk oranlarının genellikle düşük olduğu da özellikle belirtilmektedir. Bazı araştırmacılar kimya konularında h ristiklerin sıklıkla ve bilinçsiz bir şekilde kullanılmasının sebebini öğrencilere öğrenim hayatları boyunca öğretilen bazı geleneksel h ristik prensiplerin öğrencilerdeki bilişsel yolları azaltmış olabileceği ve öğrencilerin ezber yapma alışkanlığı kazanmış olabileceği şeklinde açıklamaktadırlar (Ugras, M 2018). H ristiklerin bu etkisinden dolayı da öğrencilerin kavramları yanlış veya aşırı kolaylaştırılmış olarak anladıklarına inanılmaktadır. İncelenen makalelerden kimya konularında birbirinden bağımsız olarak yapılan çalışmalar sonucu değişik h ristik stratejilerinin belirlendiği anlaşılmaktadır. Bu makalelerden ayrıca bir standart veya referans olması bakımından Talanquer tarafından önerilen on höristiğin  ğitimciler tarafından ilgi gördüğü ve araştırmacıların h ristik tespiti ve açıklanması amacıyla Talanquer'in modelini esas almaya başladıkları da anlaşılmaktadır.

Yukarıda detaylı bir şekilde açıklanan prosedür izlenerek yapılan tarama sonucu tespit edilen lisansüstü tezler; yıl, tez yazarı ve danışman adı, tez başlığı ve tezin yapıldığı  niversitenin adını içerecek şekilde Tablo 12 'de verilmiştir.

Tablo 12

H ristiklerin Kimya Konularında Kullanımlarının Araştırıldığı Lisansüstü Tezler.

Lisansüstü Tez olarak yayımlanan �alışmalar			
No	Yıl	Tez Yazarı ve Danışman adı	Tez Başlığı ve Tezin yapıldığı �niversitenin Adı
1	2010	LaKeisha Michelle McClary Vicente Talanquer	Of Mental Models, Assumptions And Heuristics: The Case of Acids and acid Strength The University of Arizona
2	2013	Jenine R. Maeyer, Vicente Talanquer	Common-Sense Chemistry: The Use of Assumptions and Heuristics in Problem Solving The University Of Arizona.
3	2018	Lynne M. Shenk Gillian H. Roehrig	Student Reasoning Strategies Concerning Periodic Trends University Of Minnesota.

Tablo 12’de verilen 1 no’lu tez, Tablo 8’de bulunan 2 no’lu makale ile ilgilidir. Benzer şekilde Tablo 12’de verilen 2 no’lu tez de Tablo 8’de bulunan 1 no’lu makale ile ilgilidir. Bahsedilen makaleler ilgili tezlerden üretilmiştir. Çalışmanın içeriği ile ilgili ayrıntılı bilgiler makalenin incelendiği kısımda verildiğinden, tekrara düşmemek adına tez içeriği ile ilgili açıklama yapmaya gerek kalmamıştır. Tablo 12’de verilen 3 no’lu tez; 13 genel kimya öğrencisinin katılımcı olduğu, mülakatların gerçekleştirildiği, mülakatlar esnasında periyodik tabloda değişen özellikler olan atom yarıçapı, iyonlaşma enerjisi, elektronegatiflik ve reaktivlik ile alakalı olarak katılımcılara soruların sorulduğu fenemonegrafik bir çalışmadır. Çalışma sonucunda eklenebilirlik, elde edilebilirlik (mevcudiyet), sözlükbilimsel (lexicographic), tek nedenli karar verme, temsiliyet, memnuniyet ve yüzeysel benzerlik hōristiklerinin öğrenciler tarafından sıklıkla kullanıldığı ve en çok kullanılan hōristiğın memnuniyet hōristiği olduğu tespit edilmiştir.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

III. ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ

1.1. Araştırmanın Yöntemi/ Deseni

Fen bilgisi öğretmen adaylarının bazı kimya konularındaki h ristik akıl yürütmelerinin incelendiği bu nitel araştırmada fenomenografik yöntem tercih edilmiştir. Katılımcıların akıl yürütmelerini detaylı bir şekilde incelemek ve derinlemesine bilgi edinebilmek amacıyla Görüşme (Mülakat) tekniğinden faydalanılmıştır.

Nitel araştırma şu şekilde açıklanabilir; gözleme dayanan, belge analizi türünden veri toplama yöntemlerinin kullanıldığı ve görüşmelerin yapıldığı araştırma türlerinden biridir. Davranış, duygu ve tutumların ölçüldüğü bu teknikle kişinin kendisini ve çevresini ne şekilde algıladığını ve tanımladığını anlamaya yardımcı olabilecek yöntemler sunulmaktadır (Aydın, 2018; Baran, 2020). Başka bir ifade şekliyle nitel araştırma esnasında olgular ve olaylar doğal ortamlarında gerçeklik durumuna uygun tasvir edilirken katılımcıların bulunulan ortamlardaki görüşlerinin yansıtılmasının ve anlaşılmasının temel aldığı bir tutum sergilenmektedir (Baran, 2020,  okluk vd., 2011). Yapılan bu araştırma yönteminde katılımcılara açık uçlu olan sorular sorularak veriler toplanmaktadır. Nitel araştırma yönteminde verilen yanıtlar içerisinde herhangi bir rakamsal yoktur. Katılımcı bu yöntemde araştırma konusu üzerinde bulunan fikirleriyle birlikte bu fikirlerin altında bulunan nedenleri ifade etmektedir (Baran, 2020; Boz, 2019).

Nitel araştırma yöntemlerinden en çok kullanılanları şunlardır; odak grup araştırması, etnografik araştırma, metin analizi araştırması, örnek olay araştırması ve fenomenografi.

Odak grup yöntemi, sosyal bilimler alanında veri toplama yöntemini sistemli bir şekilde kullanılmakta ve yapılan görüşmelerden elde edilen bilgiler karşılıklı görüşme ve anket yöntemlerine yönelik temel bilgiler sunmaktadır (Kitzinger'den aktaran  okluk vd., 2011). Bu görüşme yöntemi, birden fazla kişiyle aynı zamanda yapılan panel görüşme tekniği şeklinde de adlandırılmaktadır (Punch'dan aktaran Tokmak, 2016).

Etnografik araştırmalar saha çalışmasında doğrudan gözleme yöntemiyle bir topluluğun ya da o topluluğa ait kişilerin yaşama dair fikirlerini aktarmanın ve anlatmanın bir yoludur. Bu yöntemde araştırma alanı kişilerin yaşadığı gerçek ortamlardır. Araştırmacı; katılımcı ve gözlemci olacak şekilde bu toplulukların yaşam alanına katılmaktadır (Aydın, 2018).

Metin analizi yöntemi, belirli durumları ölçmek ve tanımlamak için görsel, sözlü yada yazılı veriden geçerli olacak çıkarımlar sağlamak için objektif ve sistematik yol sunan bir çeşit araştırma yöntemidir (Downe- Wamboldt, 1992). Bu yöntemde araştırmacı, belgelerde bulunan bilgiler arasında olan ilişkiyi incelemekte ve aralarında anlamlı olan bağlantılar kurup sonuç olarakta anlamlı çıkarımlarda bulunmaktadır (Boz, 2019).

rnek olay araştırma yönteminde olanlar doğal ortamda incelenerek sistematik bir şekilde veriler toplanarak analiz edilmekte ve sonrasında sonuçlar ortaya konulmaktadır. Yapılan çalışmalarda, olayın o durumda olmasının nedenlerine gelecek çalışmalar için daha detaylı bir şekilde odaklanılması gereken alanlar sunulmaktadır (Davey'den aktaran Aytaçlı, 2012; Baran, 2020).

Yunanca kökenli olan fenomenografi kelimesi, “phainomenon” ve “graphein” kelimelerinden türetilmiştir. Yunanca olan “phainomenon” kelimesinin anlamı görünüm; “graphein” kelimesinin anlamı ise “tarif-tanım” anlamına gelmektedir. Fenomenografik kelimesi bu iki kelimenin anlamlarının bir araya gelmesiyle, “görünenlerin tarifi” şeklinde tanımlanabilir (Aktaran: Aydın, 2008; etin, 2016; Hasselgren ve Beach, 1997). Fenomenografik kelimesi ilk defa, psikolog Ulrich Sonnemann tarafından kullanılmıştır. “Olşum ve Terapi” (New York: Grune Stratton) adlı kitabında bu kelimedenden söz etmiştir (Aydın, 2008). Kişilerin bulundukları çevrenin çeşitli yönlerine, olgularına ve yaşamlarına ilişkin zihinsel şema oluşturmak için kavramsallaştırma, algılama ve anlama gibi çeşitli yollarla nitel araştırmayı içeren bir tekniktir (etin, 2016; Marton, 1986). Fenomenografi, nitel bir yaklaşım türüdür. Çevremizde varolan etmenlerin birçok yönlerini, anlamının, algılamının, kavramının ve tecrübe etmenin deneysel olarak çalışması şeklinde açıklanır(Marton, 1981). Fenomenografi kavramı, kişilerin varoldukları evrende karşılaştıkları fenomenler ile ilgili tecrübelerini, algıladıklarını ve anladıklarını araştıran bir tekniktir (ekmez vd., 2012; etin, 2016). Fenomenografinin esas amacı farklı yollardan birçok fenomenin

anlaşılmalarını nitel olarak açıklamaktır. Kişilerin yaşantılarındaki farklılıklar, tanımlama kategorilerinin oluşturulmasında yararlanılan kaynaktır. Fenomenografi kavramı ile varolan durumdan genellemelere ulaşmak amaçlanır. (Çetin, 2016; Demirkaya ve Tokcan, 2007). Fenomenografi ile ilgili yapılan farklı bir açıklamada, kişiler tarafından kullanılan yöntemlerin çeşitliliği üzerinde durulmuştur; Fenomenin belirli olan özelliğinden birinin insanların deneyiminde, yorumlanmasında ve anlaşılmasında uygulanan, farklı yöntemlerin açıklanması hedeflenmektedir (Çepni, 2007; Çetin, 2016). Fenomenografik çalışmalarda bilinenin aksine yalnızca bir kavram ile ilgili yapılan tanımlar ve sonucunda oluşturulmuş olan kategoriler yer almamaktadır. Kişilerin kavramları tanımlaması ve tanımlamasında etki gösteren sebepler belirlenir. Kavramların tanımları ve tanımlama sırasında etkili olan etkenlerin kendi arasındaki ilişkilerin sonucuna da ulaşılmış olur (Çetin, 2016; Entwistle, 1997).

Fenomenografik araştırmalarda ayrıntılı bilgi toplamak amacıyla genellikle katılımcılarla görüşmeler (mülakatlar) yapılır.

Görüşme tekniği farklı derinlikte ve nitelikte veri sağlayacak araştırma tekniği olarak önerilebilir. Görüşme, araştırmacıyla araştırmanın öznesi olan kişi arasında geçen amaçlı ve kontrollü sözel iletişim şeklidir. (Cohen ve Manion, 1994). Kvale 1996 yılında yaptığı çalışmada durumu bir madenci metaforuyla açıklamıştır. Bir madencinin maden bulmak için yaptığı derinlemesine kazı görüşme sürecine benzetilebilir. Bir madenci çok değerli bir madeni bulabilmek için nasıl kazı yapıyorsa, aynı şekilde araştırmacı da açığa çıkarmak istediği neticeler çerçevesinde sistematik olan sorular ile bireylerin düşünme tarzını, duygularını, algılarını, yorumlarını ve düşüncelerini gün yüzüne çıkarmaya ve öğrenmeye çalışır bu yöntemle. Araştırmacı, çalışmakta olduğu konu hakkında daha önceden hazırladığı soruların kılavuzluğunda veya o anda amaca yönelik sorular sorarak hedef kişinin duygularını ve düşüncelerini sistematik bir şekilde ortaya çıkarmayı hedeflemektedir. Araştırmanın amacı, araştırma konusu ile ilgili hedef kişiye sorular sorarak kişinin duygularını ve öznel düşüncesini sistemli bir şekilde anlamak, öğrenmek ve tanımlamaktır.

Görüşme tekniğini kullanmanın asıl amacı özellikle bir varsayımı test edebilmek değildir; tam da bunun tersine diğer kişilerin tecrübelerini ve var olan bu tecrübeleri anlamlandırma şekillerini anlamaya çalışmaktır. Bundan dolayı odaklanılmış olan nokta diğer kişilerin düşünceleri ve hikâyelerini tasvir etmeleridir (Seidman, 1991:3). Farklı

bireylerin olgu ve olayları kavrama anlama ve değerlendirme tarzları aynı değildir ve kendilerine özgüdür. Var olan bu farklılık araştırma yapan kişileri bu bireylerin özel dünyalarını sistematik bir şekilde incelemeye yöneltmiştir.

Araştırmacı, görüşme tekniği ile görüşme yapılan bireyin içsel dünyasını öğrenmeyi ve olayları onun çerçevesinden anlamaya ve kavramaya çalışmaktadır (Patton, 1987). Mesela, görüşme yapılan kişi okul yöneticisi ya da bir öğretmen olabilir. Araştırmacı ancak görüşme yöntemiyle olaylara, aktörün penceresinden bakabilir ve bu şekilde olayları görebilir. Böylelikle, bireylerin kendi tecrübeleri, onların dillerinden, anlamlandırma şekillerinden ve açıklamalarından çok daha iyi anlaşılabilir. Görüşme tekniği ile, diğer araştırma yöntemleriyle yeterli bir şekilde elde edilemeyen saklı, kişiye özel bir çok şeyi ortaya çıkarmak mümkündür (Kvale, 1996).

Kişi kendini özgür bir şekilde anlatmadığı sürece, bu süreç sadece yüzeysel olarak anlaşılacaktır. Bundan dolayı, eğer diğer insanların var olan sosyal gerçekliğe ilintili bilgileri, etkileşimleri, görüşleri, deneyimleri, kavramları, anlamlandırmaları ve duygularıyla ilgileniliyorsa, en iyi yol olan görüşme tekniği ile onlara ulaşmaktır (Mason, 1996).

Bir araştırma tekniği olan görüşmenin amacı, bireylerin belli özelliklere ne ölçüde sahip olduğunu bulabilmek değildir. Aksine temel amaç, bireyin zihninde yer alan kültürel kategorilere ulaşabilmektir. Bundan dolayı görüşme tekniği araştırılan şeyi taramaz, ancak bir madenci gibi derince kazar (McCracker, 1988).

Genel olarak görüşme tekniğinin üç türü kullanılmaktadır (Patton, 1987). Bunlar yapılandırılmamış görüşme, yapılandırılmış görüşme ve yarı yapılandırılmış görüşmedir.

Yapılandırılmamış görüşme tekniği, kişi ile sözel olan etkileşimin doğal olan akış içerisinde yer alan bir görüşme sözleşmesi olmadan spontane gelişen bir iletişim şeklidir (Gali vd., 1996). Görüşmeyi yapan araştırmacı, katılımcının yanıtlarına göre kendini sürekli yapılandırarak verilen her cevaba göre yeni soruları görüşme anında hazırlamak ve sormak zorundadır. Görüşmenin bir kısmı söyleşi havasında da gerçekleşmektedir. Bazı zamanlarda kişi kendisi ile görüşme yapıldığının da farkında olmayabilir. Bu görüşme tekniğinin önemli olan sınırlılıkları araştırmanın hedefiyle ilgili düzenli veri toplamak için fazla enerji ve fazla zaman gerektirmesidir. Aynı şekilde, bu sınırlılık elde edilen verilerin analizi içinde geçerlidir. Her biriye farklı sorular yöneltildiği için

elde edilen veriler de oldukça farklıdır. Düzensiz olan bu verilere bağlı bir ilişki elde edilmesi de oldukça güçtür (Patton, 1990).

Yapılandırılmış görüşme tekniği yapı olarak bireyin kendine ait olan bilgiyi belirli kategoriler şeklinde cevapladığı tutum ölçeklerine ya da anket çalışmalarına benzemektedir (Robson, 1993; Wragg, 1994). Araştırmacı, çalışmaya katılan her bireye aynı soruları aynı şekilde ve aynı sözcükler ile sormaktadır. Katılımcının vermiş olduğu cevaplar kapalı uçludur. Katılımcı kendisine sunulan varolan seçeneklerden birini seçerek cevabını verir. Bu teknik bu durumda anket çalışmalarıyla benzer bir tarzda nicel türden veri sunmaktadır. Bu tekniği kullanmanın en önemli olan avantajı birden çok katılımcı olduğu takdirde katılımcılar arasında olan farklılıkları en aza indirmiş olmaktadır (Patton, 1990).

Yarı yapılandırılmış görüşme, yapılandırılmış görüşme tekniğinden biraz daha fazla esnektir. Bu teknikte, araştırmayı yapan kişi sormayı düşündüğü soruların içinde yer aldığı görüşme protokolünü önceden hazırlar. Bu şekilde araştırmacı görüşmenin akışına göre değişik benzer sorular ile görüşmenin akışını şekillendirebilir ve kişinin cevaplarını açmasını ve ayrıntılı bir şekilde açıklamasını sağlayabilir. Görüşmenin yapıldığı kişi görüşme yapıldığı sırada bazı soruların yanıtlarını önceden sorulan soruların içinde cevaplamışsa araştırmayı yapan kişi bu soruları tekrar sormayabilir. Bu görüşme tekniğinin belli bir düzeyde standartlığı olması ve esnekliğinin de olmasından dolayı eğitimbilim çalışmalarına daha uygun bir teknik görünümü vermektedir. Yarı yapılandırılmış görüşme tekniğinin araştırmacıya sunmuş olduğu en önemli kolaylık yapılan görüşmenin daha önceden hazırlanmış olan görüşme protokolüne bağlı olacak şekilde sürdürülmesinden dolayı karşılaştırılabilir bir bilgi sunması ve daha sistematik olmasıdır (Yıldırım ve Şimşek, 1999).

3.2. Evren ve Örneklem/ Çalışma Grubu / Katılımcılar

Bu çalışma, 2018-2019 eğitim öğretim yılı bahar döneminde Fırat Üniversitesinde gerçekleştirilmiştir. Araştırmaya, gönüllülük esasına bağlı olarak, Fırat Üniversitesi Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği programına kayıtlı olan, 2., 3. ve 4. Sınıflarda öğrenim gören 30 öğretmen adayı katılmıştır. Katılımcılardan 16 tanesi erkek, 14 tanesi kızdır. Çalışmaya katılacak öğrenciler belirlenirken Genel Kimya I ve Genel Kimya II derslerindeki başarılar dikkate alınmıştır. Katılımcıları 1/3 ü bu derslerden başarısız

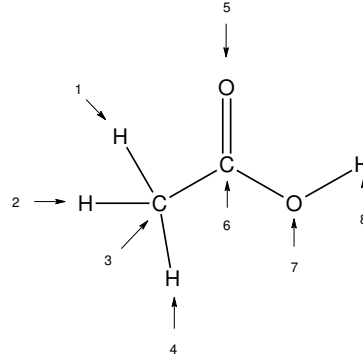
olan, 1/3 ü orta seviyede başarılı olan ve 1/3 ü de üst düzeyde başarılı olan öğrencilerden oluşturulmuştur. Çalışmada katılımcıların gerçek isimleri kullanılmamış, onun yerine katılımcılar S1, S2, S3, S4,... şeklinde bir kodlama ile isimlendirilmiştir.

3.3. Veri Toplama Araçları

Bu tez çalışmasında veri toplamak amacıyla katılımcılarla 2018-2019 Bahar dönemi boyunca; “hidrojen bağı”, “bileşiklerin bağıl asitlik/bazlık kuvvetleri”, “bileşiklerin erime/kaynama noktalarına göre sıralanması ve “bileşiklerin çözünürlüklerinin kıyaslanması” konularının her biri için ayrı ayrı mülakatlar gerçekleştirilmiştir. Mülakatlar yukarıda bahsedilen her bir konu için hazırlanmış olan mülakat protokollerine göre gerçekleştirilmiştir. “Hidrojen bağı” konusu için hazırlanan mülakat protokolü aşağıda verilmiştir.

Mülakat protokolü (Hidrojen Bağı Konusu)

- Hidrojen bağı konusu denilince neler hissedersin, öğrenim hayatınca hidrojen bağı konusunda sende pozitif veya negatif etki oluşturacak bir olay yaşadın mı? Böyle bir olay varsa hala etkisini sürdürüyor mu?
- Hidrojen bağı konusu ile ilgili bir soru ile karşılaşırsan soruyu doğru bir şekilde cevaplayabileceğine ilişkin kendine olan güvenin hangi seviyededir. Güven seviyene 1 ile 10 arasında bir değer vermek istersen (en düşükten en yükseğe doğru ifade etmek maksadıyla) kaç verirsin
- Hidrojen bağı konusu ile ilgili kesin bir yargı/önyargı ya sahip misin? Mesela “Hidrojen bağı konusu ile ilgili olarak soru ne olursa olsun değiştirmeyeceğim yargılarım/ akıl yürütmelerim vardır. Daima o yargılarımı/ akıl yürütmelerimi kullanarak değerlendirmelerde bulunurum ve soruyu cevaplarım” şeklinde yaklaşımlarınız var mı?
- Bu aşamada katılımcılara bir form verilecektir. Formda aşağıdaki soru yer almaktadır.



Yukarıdaki gösterim her bir atomun bir rakam ile numaralandırılmış olduğu asetik asitin yapısal gösteriminden ibarettir. Molekülde bulunan ve numaralandırılmış olan atomlardan hangilerinin su molekülü ile hidrojen bağı yapabileceğini söyleyiniz.

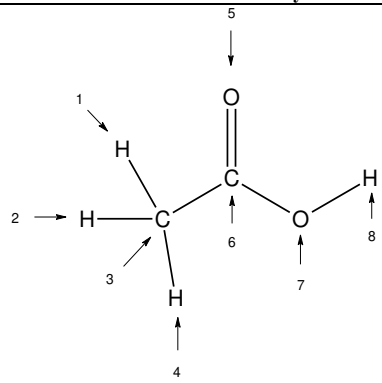
- Soruyu gördün ne hissediyorsun?
- Bu soruyu doğru bir şekilde cevaplayabileceğine ilişkin kendine olan güvenin hangi seviyededir. Güven seviyene 1 ile 10 arasında bir değer vermek istersen (en düşükten en yükseğe doğru ifade etmek maksadıyla) kaç verirsin
- Şimdi soruyu cevaplayabilirsin (Bu aşamada katılımcılara soruyu cevaplamaları için 2 dakika süre verilmiştir).
- Bu soruyu doğru bir şekilde cevapladığına ilişkin kendine olan güvenin hangi seviyededir. Güven seviyene 1 ile 10 arasında bir değer vermek istersen (en düşükten en yükseğe doğru ifade etmek maksadıyla) kaç verirsin
- Vermiş olduğun cevabın nedenlerini ayrıntılı bir şekilde açıkla (Bu aşamada süre sınırlaması uygulanmamıştır).
- Not: Mülakatların seyrine göre, derinlemesine bilgi edinmek amacıyla ilave bazı sorular da sorulabilecektir.

Diğer konular için hazırlanan mülakat protokolleri “hidrojen bağı” konusu için hazırlanan mülakat protokolüne benzer şekilde hazırlanmıştır. Her mülakatta incelenen kimya konusu farklıdır. Bu nedenle, her bir mülakat protokolünde katılımcılara sorulmak üzere hazırlanmış kimya soruları farklıdır. Mülakat protokollerinde yer alan kimya ile ilgili sorular Tablo 13’de yer almaktadır. Bu sorular, konuyla ilgili daha önceden yapılmış olan benzer çalışmalardan alınmıştır. Hidrojen Bağı ile ilgili soru

daha önce Miller ve Kim (2017) tarafından yapılan bir çalışmada kullanılan sorudur. Diğer sorular ise daha önce Maeyer ve Talanquer (2010) tarafından yapılan bir çalışmada kullanılan sorulardır.

Tablo 13

Mülakat Protokollerinde Yer Alan ve Katılımcılara Sorulan Kimya İle Alakalı Soru

Mülakatlarda İncelenen Kimya Konusu	Mülakat Sürecinde Katılımcılara Sorulan Kimya İle Alakalı Soru
Hidrojen Bağı	 Asetik asitin yapısal gösterimi yukardaki gibidir. Molekülde bulunan her bir atom bir numara ile numaralandırılmıştır. Su molekülü bu numaralandırılmış atomlardan hangileri ile hidrojen bağı oluşturabilir?
Bileşiklerin Bağlı Asitlik/Bazlık Kuvvetleri	HCl, H ₂ S ve HI bileşiklerini artan asitlik kuvvetlerine göre sıralayınız KOH, Mg(OH) ₂ ve Ca(OH) ₂ bileşiklerini artan bazlık kuvvetlerine göre sıralayınız.
Bileşiklerin Erime/Kaynama Noktalarına Göre Sıralanması	HI, HCl, NaI ve NaCl bileşiklerini artan kaynama noktalarına göre sıralayınız. HCl, HBr, NaI, NaBr bileşiklerini artan erime noktalarına göre sıralayınız H ₂ Se, H ₂ S, PH ₃ bileşiklerini artan kaynama noktalarına göre sıralayınız.
Bileşiklerin Çözünürlüklerinin Kıyaslanması	BaO, MgO, NaBr, NaCl bileşiklerini suda artan çözünürlüklerine göre sıralayınız

3.4. Araştırma Süreci

Bu araştırmada, mülakatlar esnasında kimya konusu ile ilgili 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; Talanquer, 2014; Graulich, 2014). 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 h ristiklerin tamamının özellikle de katılık, aşırı  zg ven ve duygulanım h ristiklerinin öğrencilerin soruyu cevaplama sürecinde rol alıp almadığını belirlemek amacıyla, gerek kimya ile ilgili soru katılımcılara sorulmadan önce, gerekse katılımcılar kimya ile ilgili soruyu cevapladıktan sonra katılımcılara ilave bazı sorular sorulmuştur.

3.5. Verilerin Analizi

Sesli ve görsel olarak kaydedilen mülakatlar yazılı doküman haline getirilerek her bir  ğrenci için mülakat transkriptleri oluşturulmuştur. Mülakat transkriptlerinden elde edilen verilerin analizi ile h ristik akıl yürütmeler tespit edilmiş ve kodlamalar yapılmıştır. Kodlamalar yapılırken öğrencilerin kimyada h ristik akıl yürütmeleri üzerine yapılmış olan ve literatürde yer alan diğ r benzer araştırmalardan da yararlanılmıştır (Ugras, 2018; Talanquer, 2014; Graulich, 2014; Maeyer ve Talanquer, 2010; Miller ve Kim, 2017).

Değ rlendirici güvenirliğini sağlamak amacıyla, mülakat transkriptlerinden rastgele seçilen 8 tanesi (yaklaşık %25'i) ilk olarak hem araştırmacı hem de danışman tarafından ayrı ayrı değ rlendirilmiş ve kodlamalar yapılmıştır. Her iki değ rlendirmecinin 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 değ rlendirilmiş ve kodlamalar yapılmıştır.

H ristikler ile ilgili kodlama şemaları oluşturulurken Talanquer tarafından önerilen on h ristik kullanılmıştır (Talanquer, 2014). Katılık, aşırı  zg ven ve duygulanım höristikleri hariç diğ r h ristikler için; öğrencilerin ilgili sorunun  z m  için yapmış oldukları açıklamalarda bulunan spesifik ifadelerin her bir h ristik ile ilişkilendirilmesi yoluyla kodlamalar yapılmıştır. Katılık, aşırı  zg ven ve duygulanım h ristiklerinin 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 konusu ile ilgili soru katılımcılara sorulmadan önce

katılımcılara şu soru yöneltilmiştir: “... konusu” (ilgili kimya konusu) ile ilgili kesin bir yargı/önyargıya sahip misin? Mesela “..... 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. Öğrenciler gerçekten de daha önce belirttikleri yaklaşımla soruyu çözmüşlerse ve bir esneklik göstermemişlerse katılık hōristiği kodlanmıştır.

Aşırı özgüven: Bu çalışmada katılımcılarda aşırı özgüvenin etkilerini araştırmak için şu şekilde bir yol izlendi. “... konusu” (ilgili kimya konusu) ile ilgili soru katılımcılara sorulmadan/gösterilmeden önce katılımcılara şu soru yöneltilmiştir: “..... konusu” ile ilgili bir soru ile karşılaşırsan soruyu doğru bir şekilde cevaplayabileceğine ilişkin kendine olan güvenin hangi seviyededir. Güven seviyene 1 ile 10 arasında bir değer vermek istersen (en düşükten en yükseğe doğru ifade etmek maksadıyla) kaç verirsin”. İlgili kimya sorusu 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 ile 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 güvenin hangi seviyededir. Güven seviyene 1 ile 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 hōristiği kodlanmıştır.

Duygulanım: Duygulanım hōristiğinin ilgili kimya konusundaki etkisini araştırmak için şu şekilde bir yol izlenmiştir. İlgili kimya sorusu katılımcılara sorulmadan/gösterilmeden önce katılımcılara şu soru yöneltilmiştir: “... konusu” (ilgili kimya konusu) denilince neler hissedersin, öğrenim hayatınca “..... konusunda” (ilgili kimya konusu) 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 iki soruya verilen cevaplarda katılımcının geçmiş tecrübelerinden dolayı negatif veya pozitif duygularının olduğunun tespit edildiği durumlarda duygulanım hōristiği kodlanmıştır.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

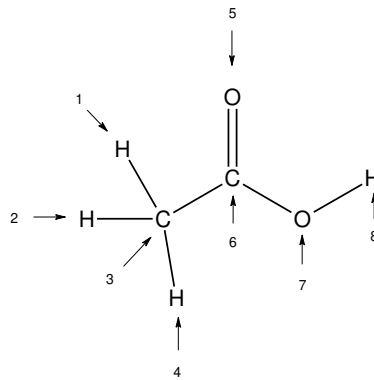
IV. BULGULAR

Bu tez çalışmasında Fen bilgisi öğretmen adaylarının bazı kimya konularındaki hōristik akıl yürütmeleri Talanquer tarafından önerilen on hōristik modeli esas alınarak incelenmiştir.

Bulgularını sunumunu kolaylaştırmak amacıyla; katılımcılara sorulan her bir kimya sorusu ile ilgili olarak elde edilen bulgular ayrı başlıklar altında verilmiştir.

4.1. Katılımcıların Hidrojen Bağı Konusundaki Hōristik Akıl Yürütmeleri

Tez çalışmasının hidrojen bağı konusu ile ilgili kısmında öğrencilerin hidrojen bağınyı bir yapısal gösterim bağlamında nasıl anladıklarını değerlendirmek için katılımcılar ile mülakatlar gerçekleştirilmiştir. Mülakatlar sürecinde katılımcılardan asetik asidin Lewis yapısal gösterimini ihtiva eden bir soruyu cevaplamaları istenmiştir. Asetik asidin Lewis yapısal gösterimi aşağıdaki gibidir.



Asetik asidin yapısal gösterimini içeren soruda molekül üzerindeki her bir atom bir numara ile numaralandırılmıştır. Mülakatlar esnasında öğrencilere su molekülünün bu numaralandırılmış atomlardan hangileri ile hidrojen bağı yapabileceği sorulmuştur. “Asetik asitte bulunan atomlardan hangileri su molekülü ile hidrojen bağı yapabilir”

şeklindeki soruya katılımcıların vermiş olduğu cevapların incelenmesi sonucu 12 farklı cevap deseni elde edilmiştir. Elde edilen bu 12 farklı cevap deseni ve bu cevapları veren öğrencilerin kod isimleri Tablo 14 'de verilmiştir. Her bir deseni oluşturan katılımcı sayısı ve yüzdesi de Tablo 14 'de yer almaktadır.

Tablo 14

Elde Edilen Cevap Desenleri (Hidrojen Bağı İle İlgili Soru)

Küme	Cevap Deseni	Öğrenciler	n	%
A	5,7,8	S3,S6,S11,S25,S29	5	16.66
B	1,2,4,5,7,8	S2,S15,S17,S30	4	13.13
C	1,2,4,8	S5,S20,S24,S27	4	13.13
D	5,7	S16,S21,S28	3	10.00
E	1,2,3,4,7,8	S9,S14	2	6.66
F	5,6,7,8	S4,S13	2	6.66
G	1,2,4	S19,S26	2	6.66
H	5,8	S1,S12	2	6.66
I	7,8	S7,S18	2	6.66
J	8	S8,S10	2	6.66
K	7	S23	1	3.33
L	Hiçbiri	S22	1	3.33

Tablo 14 'de cevap deseni başlığı altında yer alan rakamlar asetik asit molekülünün yapısal gösterimi üzerinde numaralandırılmış olan atomları ifade etmektedir. Tablo 14 'de de görüleceği gibi, “Asetik asitte bulunan atomlardan hangileri su molekülü ile hidrojen bağı yapabilir” şeklindeki soruya öğrencilerin sadece %16.66’sı doğru cevap vermiştir (Küme A). Öğrencilerin çoklu seçim formatında hazırlanmış olan bu soruya vermiş oldukları yanıtların ayrıntılı bir şekilde incelenmesi, öğrencilerin hidrojen bağı ile ilgili akıl yürütmelerinde hangi süreçlerin etkili olduğuna dair ipuçları sağlamaktadır. Örneğin, doğru cevap olan Küme A’ dan (%16.66) sonra en çok seçilen kümeler Küme B (%13.33) ve Küme C’dir (%13.33). Küme B, yapıda bulunan iki karbon hariç tüm atomları hesaba katmaktadır. Küme C, sadece yapıda bulunan tüm hidrojenleri hesaba katmaktadır. Küme D (%10.00) sadece oksijen atomlarının seçildiği kümedir. Küme E (%6.66), çift bağa sahip olan atomlar (karbon ve oksijen) hariç diğer tüm atomları hesaba katmaktadır. Küme G (%6.66), oksijene bağlı olan hidrojen hariç tüm

hidrojenleri hesaba katmaktadır. Yukardaki cevaplar “karbon hariç tüm atomlar” ve “sadece hidrojen atomları” gibi basit bir kurala dayalı stratejilerin kullanılması ile ilişkilidir. Kurala dayalı stratejilerin kullanılması, öğrencilerin soruyu cevaplama süreçlerinde hüristiklerin rol aldığı bir işarettir (Miller ve Kim, 2017). Öğrencilerin mülakat sürecinde kendilerine sorulmuş olan sorulara vermiş oldukları cevaplar hüristik kullanımı bakımından incelenmiştir. Katılımcıların cevapları içerisinde yer alan spesifik ifadelerin Talanquer’in önermiş olduğu 10 hüristikle ilişkilendirilmesi ile kodlamalar yapılmıştır. Bu on hüristik ile ilgili kodlamaların yapılmasına dayanak teşkil eden öğrenci ifadelerinin özetleri Tablo 15’de verilmiştir.

Tablo 15

Hüristikler ile İlişkilendirilen Öğrenci İfadeleri (Hidrojen Bağı İle İlgili Soru)

Hüristik Kod	Öğrenci ifadelerinin özeti
<i>Çağrışımsal Aktivasyon</i> Boşlukları doldurmak için hafızada mevcut bulunan zihinsel yapıların kullanılması	- Moleküldeki tüm hidrojenler hidrojen bağı yapar (hidrojen bağı eşittir tüm hidrojenler) - Full oktet oluşturulmalıdır - Su oluşmalıdır
<i>Akıcılık</i> Kolay elde edilebilen ipuçlarının kullanılması	- Molekülde çift bağı atom aradım - Molekülde suya benzer bir kısım aradım - Molekülde flor, oksijen veya azota bağlı hidrojen aradım
<i>Nitelik yer değiştirme</i> Orijinal sorunun daha basit bir soru ile yer değiştirme.	Orijinal sorunun şu sorularla yer değiştirme: - Hangi atomlar su oluşturabilir? - Hangi atomlar kondenzasyon reaksiyonu verebilir? - Hangi bağlar katılma reaksiyonu verebilir? - Molekülünün hangi kısmı suya benziyor? - Hangi atomlar arasında çift bağ var?
<i>Tek Nedenli Karar Verme</i> Tek bir ipucu veya faktörün kullanımı ile akıl yürütmenin basitleştirilmesi	- Karbon hidrojen bağı yapamaz - Oksijen çift bağ yapamaz - Çift bağa sahip atomlar hidrojen bağı yapamaz
<i>Yüzeysel Benzerlik</i> Yapısal gösterim olarak birbirlerine benzeyen kimyasal bileşiklerin benzer özelliklere ve davranışlara sahip olduklarının varsayılması	- Asetik asitin bu kısmı suya benziyor. Suda hidrojen bağı var. O halde asetik asitin suya benzeyen bu kısımlarını oluşturan atomlar hidrojen bağı yapabilir. - Su molekülü çift bağ içermemektedir. Bu nedenle su molekülü asetik asitin kendisine benzeyen kısımlarındaki atomlar ile (sadece tek bağla bağlı atomlar ile) hidrojen bağı yapabilir.
<i>Tanıma</i> Tanınan nesnelere daha çok değer verme/tanınmayanlara daha az değer verme	H,F,O,N kuralı
<i>Genelleştirme</i> Öğrenilmiş model veya kuralların fazladan genişletilmesi.	- Hidrojen bağı oluşurken oktet kuralı geçerlidir - Hidrojen bağı bir kimyasal reaksiyondur (kondenzasyon) - Hidrojen bağı oluşurken bağ sayısı dikkate alınır
<i>Katılık</i> Esnek ve yaratıcı şekilde akıl yürütme	- F, O,N ve hidrojen atomlarını hidrojen bağı oluşturacak şekilde değerlendireceğim - Tüm hidrojen atomlarını hidrojen bağı oluşturacak şekilde değerlendireceğim

	• Sadece oksijen atomlarını hidrojen bağı oluşturacak şekilde değerlendireceğim
<i>Aşırı özgüven</i> karar verme süreçlerindeki özgüvenin gerçek doğruluğu aşması	• Soruyu kesinlikle doğru çözdüm/çözeceğim • Güven seviyem 8-10'dur.
<i>Duygulanım</i> Olumlu veya olumsuz duygular	• Hidrojen bağı konusunu seviyorum/sevmiyorum, olumlu/olumsuz duygu

Hidrojen bağı genel olarak şu şekilde tarif edilmektedir: Hidrojen bağı, elektronegatifliği yüksek bir atoma (oksijen, flor, azot gibi) bağlı olan bir hidrojen atomu ile başka bir elektronegatif atom arasındaki çekim kuvvetidir. Molekül formülü (yapısal gösterimi) verilen bir bileşikte hangi atomların su ile hidrojen bağı yapabileceğine karar vermek için elektronegatifliğe ve polarlığa özellikle dikkat etmek gerekmektedir. Bu araştırma çalışması için hazırlanmış olan soru ile katılımcılardan iki atom arasındaki elektronegatiflik ilişkisini değerlendirmeleri ve bu tür bir değerlendirmeyi esas alarak da yapısal gösterimi verilen bir bileşiğin (asetik asit) hangi atomlarının su ile hidrojen bağı yapabileceklerini doğru bir şekilde belirtmeleri istenmiştir. Bu, kastedilen hedef niteliklerdir. Bununla birlikte, yapılan bu çalışmada hüristiklerin etkisi ile katılımcıların genellikle hedef niteliği doğru olarak değerlendirmedikleri veya hedef nitelik yerine başka nitelikleri değerlendirdikleri tespit edilmiştir. Bu araştırmada, katılımcıların cevapları içerisinde yer alan spesifik ifadelerin 10 hüristikle ilişkilendirilmesi esasına dayalı olarak kodlamalar yapılmıştır. Araştırmaya katılan 30 öğrencinin soruları nasıl çözdükleri ile ilgili açıklamaları esas alınarak yapılan kodlama işlemi Tablo 16'da özetlenmiştir.

Tablo 16*Katılımcıların Kullanmış Oldukları Høristikler (Hidrojen Bağı İle İlgili Soru)*

Høristik	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15
Çağrışmsal Aktivasyon	•			•	•			•		•		•	•		
Akıcılık	•	•	•	•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Nitelik Yer Değıştirmesi	•			•			•	•	•	•		•	•	•	
TNKV		•					•		•					•	•
Yüzeysel benzerlik	•			•			•	•		•		•	•		
Tanıma		•	•			•					•				•
Genelleştirme				•	•								•		
Katılık		•													
Aşın Özgüven		•				•					•				•
Duygulanım	•							•							
	S16	S17	S18	S19	S20	S21	S22	S23	S24	S25	S26	S27	S28	S29	S30
Çağrışmsal Aktivasyon				•	•		•	•	•		•	•			
Akıcılık		•	•					•		•				•	•
Nitelik Yer Değıştirmesi			•					•							
TNKV	•	•	•			•							•		•
Yüzeysel benzerlik			•					•							
Tanıma	•	•				•				•			•	•	•
Genelleştirme				•	•	•	•				•				
Katılık					•	•				•		•	•		•
Aşın Özgüven		•			•	•			•					•	•
Duygulanım								•						•	

Karşılaştırmaları ve yorumlamaları kolaylaştırmak amacıyla hidrojen bağı ile ilgili soruyu çöze süreçlerinde ilgili høristikleri en az bir defa kullanan katılımcı sayıları ve yüzdeleri, bu høristikleri kullanan katılımcıların kod isimleri ile birlikte Tablo 17 'de verilmiştir. Tablo 17'de verilen yüzdeler ilgili høristiğı en az bir defa kullanan katılımcıların sayısının toplam katılımcı sayısına oranını yüzde olarak ifade etmektedir (N=30, toplam katılımcı sayısı).

Tablo 17

Höristikleri En Az Bir Defa Kullanan Katılımcı Sayıları ve Yüzdeleri (Hidrojen Bağı İle İlgili Soru).

Höristikler	n	%	Öğrenciler
<i>Çağrışımsal Aktivasyon</i>	14	46.66	S1, S4, S5, S8, S10, S12, S13, S19, S20, S22, S23, S24, S26, S27
<i>Akıcılık</i>	20	66.66	S1, S2, S3, S4, S6, S7, S8, S9, S10, S11, S12, S13, S14, S15, S17, S18, S23, S25, S29, S30.
<i>Nitelik yer değiştirmesi</i>	11	36.66	S1, S4, S7, S8, S9, S10, S12, S13, S14, S18, S23.
<i>Tek Nedenli Karar Verme</i>	11	36.66	S2, S7, S9, S14, S15, S16, S17, S18 S21, S28, S30.
<i>Yüzeysel Benzerlik</i>	9	30.00	S1, S4, S7, S8, S10, S12, S13, S18, S23.
<i>Tanıma</i>	12	40.00	S2, S3, S6, S11, S15, S16, S17, S21, S25, S28, S29, S30.
<i>Genelleştirme</i>	8	26.66	S4, S5, S13, S19, S20, S21, S22, S26.
<i>Katılık</i>	7	23.33	S2, S20, S21, S25, S27, S28, S30.
<i>Aşırı özgüven</i>	10	33.33	S2, S6, S11, S15, S17, S20, S21, S24, S29, S30.
<i>Duygulanım</i>	4	13.33	S1, S8, S23, S29.

Bir soru çözülürken soruda ne istendiğinin doğru olarak belirlenmesi oldukça önemlidir. Bir soruda ne istendiğinin doğru olarak belirlenmesi çok basit bir işlem olarak düşünülebilir. Fakat yapılan bu araştırmada, katılımcıların sorunun çözümü ile ilgili akıl yürütmeleri incelendiğinde, 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). Hidrojen bağı ile ilgili olan bu çalışmada, akıcılık, genelleştirme ve yüzeysel benzerlik gibi diğer höristiklerin de tetiklemesi sonucu ortaya çıkan nitelik yer değiştirmesinin etkisinden dolayı katılımcılardan 11 tanesinin (%36.66) soruyu okuduktan sonra orijinal soruyu basit başka bir soru ile değiştirdikleri tespit edilmiştir. Örneğin, “Hidrojen bağı bir kondenzasyon reaksiyonudur” şeklindeki bir ifade genelleştirme höristiğinin etkisinin sonucudur. “Hidrojen bağı bir kondenzasyon reaksiyonudur” şeklindeki bir akıl yürütmenin etkisi ile nitelik yer değiştirmesi höristiği tetiklenmiş ve böylelikle

öğrenciler orijinal soruyu “asetik asit molekülünde bulunan hangi bağlar veya atomlar kondenzasyon reaksiyonu verebilir?” şeklinde daha basit bir soru haline indirgemişlerdir. Bu öğrenciler ilerleyen süreçte de hedef nitelik yerine bu basit soru üzerine odaklanmışlardır. Bu çalışmada, katılımcıların nitelik yer değiştirmesi hōristiğinin etkisi ile orijinal soru yerine şu soruların cevabı üzerine odaklandıkları tespit edilmiştir: “Hangi atomlar su oluşturabilir?”, “Hangi atomlar kondenzasyon reaksiyonu verebilir?”, “Hangi bağlar kondenzasyon reaksiyonu verebilir?”, “Molekülünün hangi kısmı suya benziyor”, “Hangi atomlar arasında çift bağ var?”.

Katılımcıların hedef nitelik yerine yukarda verilen sorulara odaklanmasına sebep olan nitelik yer değiştirmesi hōristiğini akıcılık ve yüzeysel benzerlik gibi diğer hōristikler tetiklemiş ve desteklemiştir. Bir problemin çözülmesi sürecinde birden fazla hōristiğin etki etmesi olağan bir durumdur. Zaten yargılama ve karar verme süreçlerinde sadece tek bir hōristiğin etkili olduğu bir örneğin verilmesinin zor olduğu, hōristiklerin birbirlerini tetikledikleri ve böylelikle de karar verme süreçlerinde birden fazla hōristiğin etkili olduğu da literatürde belirtilmektedir (Ugras, 2018). Yapılan bu çalışmada da katılımcıların soruyu cevaplama süreçlerinde birden fazla hōristiğin etkili olduğu gerçeği ile karşılaşmıştır. Örneğin, S7 kodlu öğrencinin soruyu çözme yöntemi birden fazla hōristiğin etkili olduğu örnek bir akıl yürütme süreci olarak verilebilir;

S7: Su ile hidrojen bağı yapabilecek atomlar 7 ve 8 no’lu atomlardır.

Mülakatçı: Soruyu cevaplamak için kullandığın stratejiyi açıklar mısın?

S7: Soruyu ilk gördüğümde biraz şaşırdım. Çünkü ilginç ve daha önceden alışık olmadığım bir türde soru ile karşılaşmışım. Bu nedenle ilk başlarda soruyu nasıl çözebileceğime dair bir fikrim yoktu. Molekülü dikkatlice incelersem bir çözüm yolu bulabilirim ümidiyle, asetik asitin yapısal gösterimini dikkatlice incelemeye başladım. Bu yapısal gösterim üzerinde başlangıç noktası olarak kullanabileceğim ve soruyu çözmemde bana yardımcı olabilecek bir ipucu mutlaka vardır diye düşündüm. Bir yandan bu şekilde düşünüyorum, bir yandan da bir ipucu bulmak için molekül şeklini incelemeye devam ediyordum. Bu şekilde düşünürken molekülde bulunan –OH grubu dikkatimi çekti. Bu –OH grubunu bir ipucu olarak

kullanabilir miyim diye düşünmeye başladım. Molekölün bu kısmı yani –OH grubu suya benziyordu. Bu benzerlik benim su molekülünü de yapısal olarak düşünmeme sebep oldu. Suyun hidrojen bağına sahip olduğunu kesin olarak biliyordum. Madem su hidrojen bağı yapabiliyor, o halde yapısında suya benzer gruplar bulunduran moleküller de suya benzeyen bu kısımları vasıtasıyla hidrojen bağı yapabilir diye düşündüm. Böyle bir düşünce ile asetik asit molekülü üzerinde suya benzeyen başka kısımlar da var mı diye asetik asit molekülünü tekrar inceledim. Asetik asit molekülü üzerinde suya benzeyen tek kısım 7 ve 8 no'lu atomların oluşturduğu –OH grubu idi. Bu kısımda bulunan hidrojen (7 no'lu atom) ve oksijen (8 no'lu atom) atomları hidrojen bağı yapabilir şeklinde düşündüğüm için bana göre doğru cevap 7 ve 8 no'lu atomlardır.

Asetik asit molekülü üzerinde bulunan -OH grubunun kolay elde edilebilir bir ipucu olarak kullanılması S7 kodlu öğrencinin akıl yürütme sürecinde akıcılık hristiğinin etkili olduğunu göstermektedir. Bu süreçte yüzeysel benzerlik hristiği de önemli bir rol oynamıştır. Yapısal gösterim olarak birbirlerine benzeyen kimyasal bileşiklerin aynı kategorideki üyeler olduğunun ve bu tür bileşiklerin benzer özelliklere ve davranışlara sahip olduklarının varsayılması yüzeysel benzerlik hristiğinin etkisinin bir sonucudur (Talanquer, 2014). Dolayısıyla, S7 kodlu öğrencinin “Madem su hidrojen bağı yapabiliyor, o halde yapısında suya benzer gruplar bulunduran moleküller de suya benzeyen bu kısımları vasıtasıyla hidrojen bağı yapabilir” şeklindeki yaklaşımı yüzeysel benzerlik hristiğinin etkisinin bir sonucudur. S7 kodlu öğrenci asetik asit molekülü üzerinde suya benzeyen bir kısım aramıştır. Böylelikle hedef niteliği değiştirmiş ve hedef nitelik yerine başka bir sorunun (Molekülün hangi kısmı suya benziyor?) cevabını bulmaya odaklanmıştır. Bu türden bir davranış nitelik yer değiştirmesi etkisinin bir sonucudur. Öğrenci soruyu çözme sürecinde sadece bir tek nedene (molekülün sadece suya benzer kısımları hidrojen bağı yapar) güvenmiştir ve o nedene dayanarak soruyu çözmüştür. Dolayısıyla S7 kodlu öğrencinin akıl yürütme sürecinde tek nedenli karar verme hristiği de etkili olmuştur. Açıklanan bu sebeplerden dolayı, soruyu cevaplama sürecinde etkili ve baskın olmalarından dolayı akıcılık, yüzeysel benzerlik, nitelik yer değiştirmesi ve tek nedenli karar verme hristikleri S7 kodlu öğrenci tarafından kullanılan hristikler olarak kodlanmıştır.

Mülakat verilerinin dikkatli bir şekilde analiz edilmesi ile yukarda verilen örneğe benzer şekilde katılımcıların yüzeysel özellikleri sıklıkla bilinçsiz bir şekilde kullandıkları tespit edilmiştir. Yüzeysel özellikler elde edilmesi kolay ipuçlarıdır. Bu ipuçlarının bilinçsiz bir şekilde kullanılması aynı zamanda akıcılık hōristiği ile de ilişkilidir. Öğrencilerin kolay erişilebilir bilgiyi tercih etme eğilimleri akıcılık etkisinin bir sonucu olarak değerlendirilmektedir. Akıcılık etkisi bir görev için kullanılan strateji veya ipuçlarını manipüle eder. Bu nedenle akıcılık etkisi insanların karar verme proseslerinde rol oynayan hōristikler içerisinde en çok karşılaşılanıdır ve diğer hōristikleri kuvvetlendirmektedir (Ugras, 2018). Bu araştırmada da katılımcılardan 20 tanesinin (%66.66), soruyu çözmek için kullandıkları akıl yürütme süreçlerinde akıcılık etkisinin önemli bir rol oynadığı tespit edilmiştir. “Asetik asit molekülünün hangi atomları su ile hidrojen bağı yapabilir?” şeklindeki sorunun çözümü için katılımcıların asetik asit molekülündeki çift bağı veya –OH grubunu sorunun çözümü için kolay elde edilebilir bir ipucu olarak kullanması akıcılık hōristiğinin etkisinin bir sonucudur. Bu süreçlerde akıcılık hōristiği ile diğer bazı hōristikler birbirlerini tetiklemiş ve kuvvetlendirmiştir. Akıcılık hōristiğinin çok sayıda diğer hōristiklerin açığa çıkmasına neden olduğu bir örnek olarak S4 kodlu öğrencinin soruyu çözme yöntemi verilebilir;

S4: *Su ile hidrojen bağı yapabilecek atomlar 5, 6, 7 ve 8 no’lu atomlardır.*

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

S4: *... Bu esnada molekül şekli üzerinde bulunan çift bağı dikkatimi çekti. Çift bağı üzerinde düşünürken birden aklıma katılma reaksiyonları geldi. Doğrumu veya mantıklımı bilmiyorum ama bana göre hidrojen bağı oluşumu da bir katılma reaksiyonudur. Bu nedenle katılma reaksiyonları üzerine biraz düşünmeye başladım. Hatırladığım kadarıyla çift bağı bileşikler katılma reaksiyonu verebiliyordu. Ayrıca katılma reaksiyonları sonucu yan ürün olarak su oluşuyordu. Soruda asetik asitin hangi atomlarının su ile hidrojen bağı yapabileceği soruluyordu. Su, asetik asit üzerinde bulunan bu çift bağı oluşturan atomlara (5 ve 6 no’lu atomlar) hidrojen bağı oluşturacak şekilde katılır. Bu katılma reaksiyonu yani hidrojen bağı oluşumu sonunda asetik asitin yapısından bazı*

atomların koparak su oluşturması lazım. 6 no'lu karbon atomuna bağlı olan -OH grubu suya benziyor. Büyük ihtimalle, katılma reaksiyonu esnasında molekülden ayrılarak su oluşumuna sebep olan grup bu -OH grubu olabilir. Bu -OH grubunu koparmak için ise bir başka su molekülü bu -OH grubunda bulunan oksijen ve hidrojen atomları (7 ve 8 no'lu atomlar) ile hidrojen bağı yapmış olabilir. -OH grubunda bulunan atomların da hidrojen bağı yapabileceğine inanmamın bir diğer nedeni de bu grubun suya benzemesidir. Madem su hidrojen bağı yapabiliyor, o halde yapısında suya benzer gruplar bulunduran moleküller de suya benzeyen bu kısımları vasıtasıyla hidrojen bağı yapabilir diye de düşündüm. Aıklamalarımın doğru olup olmadığından emin değilim ama yukarda yapmış olduğum aıklamalarım nedeniyle bir karar verdim. Son kararımı vermeden önce molekülde başka çift bağ var mı diye kontrol ettim. Başka ift bağ yoktu. Netice olarak, yukarda açıkladığım sebeplerden dolayı bana göre sorunun cevabı 5, 6, 7 ve 8 no'lu atomlardır.

S4 kodlu öğrencinin soruyu çözmesi sürecinde çift bağ ve -OH grubunu bir ipucu olarak kullanması akıcılık hristiğinin etkisinin bir sonucudur. Öğrencinin "hidrojen bağı bir katılma reaksiyonudur" şeklindeki yaklaşımı genelleştirme hristiğinin etkili olduğunu göstermektedir. "Hidrojen bağı meydana gelirken su oluşur" şeklindeki yaklaşımı çağrışımsal aktivasyon hristiğini işaret etmektedir. Öğrenci bu süreçte hedef nitelik yerine "molekülde hangi atomlar arasında çift bağ var?" ve "Molekln hangi kısmı suya benziyor?" şeklinde başka soruların cevabı üzerine odaklanmıştır. Bu şekilde başka ve daha basit bir sorulara odaklanması nitelik yer değiştirmesi hristiğinin etkisinin bir sonucudur. Öğrencinin suya benzemesi nedeniyle -OH grubunun da hidrojen bağı yapabileceğini düşünmesi ise yzeyssel benzerlik hristiğinin etkisinin bir sonucudur. Netice itibarı ile, S4 kodlu öğrencinin soruya ilk yaklaşımında etkili olan akıcılık hristiği ilerleyen süreçlerde genelleştirme, çağrışımsal aktivasyon, nitelik yer değiştirmesi ve yzeyssel benzerlik hristiklerini tetiklemitir.

Öğrencilerden bir kısmı soruyu çözme süreçlerinde H,F,O ve N atomlarına özellikle yoğunlaştıklarını belirtmişlerdir. Sebebi sorulduğunda ise hidrojen bağından bahsedildiği zaman akıllarına hemen H,F,O ve N atomlarının geldiğini ve bir şekilde bu

atomları hidrojen bağı ile ilişkilendirdiklerini ifade etmişlerdir. Araştırmacı bu öğrencilere H,F,O ve N atomları ile hidrojen bağı arasında nasıl bir ilişki vardır şeklinde bir soru sormuştur. Bu öğrenciler kimya derslerinde hidrojen bağı konusundan bahsedildiğinde H,F,O ve N atomlarından da sıklıkla bahsedildiğini, sıklıkla bahsedilmeleri nedeniyle bu atomları artık tanıdıklarını ve bu nedenle de kendilerinde sadece H,F,O ve N atomlarının hidrojen bağı yapabileceği şeklinde bir algı oluştuğunu belirtmişlerdir. Katılımcılar kendilerinde oluşan bu algıyı “H,F,O,N kuralı” olarak adlandırdıklarını da belirtmişlerdir. İnsanların karar verme süreçlerinde hafızadan geri getirilmesi daha kolay olan bilgilere güvenmeleri tanıma hōristiğinin etkisinin bir sonucu olarak kabul edilmektedir (Talanquer, 2014). Bu nedenle, öğrencilerin soruyu çözmek amacıyla H,F,O ve N atomlarına güvenmiş olmaları tanıma hōristiğinin etkisinin bir sonucu olarak değerlendirilmiştir. Bu öğrenciler hafızadan geri getirmesi kolay olduğu için ve daha önceden bildikleri ve tanıdıkları için H,F,O,N atomlarına güvenmişlerdir. Elde edilen verilerin incelenmesi sonucu sorunun çözümü için bu kuralı kullanan öğrencilerden çoğunun bu kuralı bilinçsizce kullandığı ve böylelikle de soruyu yanlış cevaplandırdıkları tespit edilmiştir. Bununla birlikte bu kuralı kullanarak soruyu çözen öğrencilerden az bir kısmı ise soruyu doğru cevaplamıştır.

Elde edilen verilerin analizi sonucu bazı öğrencilerin hidrojen bağı ile ilgili soruyu çözme süreçlerinde önceden öğrenmiş oldukları bazı kalıpları ve kuralları bilinçsizce fazladan genelleştirdikleri tespit edilmiştir. Bu olay genelleştirme hōristiğinin etkisinin bir sonucudur. Kalıp veya kuralların fazladan genelleştirildiğini gösteren öğrenci ifadeleri şu şekildedir: “Hidrojen bağı oluşurken oktet kuralı geçerlidir”, “Hidrojen bağı bir kimyasal reaksiyondur (kondenzasyon)”, “Hidrojen bağı oluşurken bağ sayısı dikkate alınır”. Bu şekilde bir akıl yürütme ile etkisini gösteren genelleştirme hōristiği diğer hōristiklerin tetiklenmesinde de önemli bir rol oynamıştır. Yukarıda ayrıntılı bir şekilde sunulan S4 kodlu öğrencinin akıl yürütmesi genelleştirme hōristiğinin diğer hōristikleri nasıl tetiklediğine bir örnektir.

Katılımcılardan bir tanesi (S29) lisede iken hidrojen bağı konusu ile ilgili olarak bir proje ödevi yaptığını, projeyi severek yaptığını ve bitirdiğini, proje sonucu öğretmeninden olumlu dönüt ve yüksek bir not aldığını, bu nedenden dolayı hidrojen bağı konusunu çok sevdiğini, her zaman bu konuya ilgi duyduğunu ve netice olarak da bu olay nedeniyle kendisinde hidrojen bağı konusunda olumlu duyguların fazlasıyla

oluşturduğunu ifade etmiştir. S29 kodlu öğrencinin bu ifadeleri esas alınarak duygulanım hōristiđi kodlanmıştır. Öğrencilerden üç tanesi ise (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 hidrojen bağı konusunun 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 duygulanım hōristiđi kodlanmıştır.

Bu çalışmada, katılık hōristiđinin etkilerini araştırmak için şu şekilde bir yol izlenmiştir: Hidrojen bağı ile ilgili soru katılımcılara sorulmadan önce katılımcılara şu soru yöneltilmiştir: “Hidrojen bağı konusu ile ilgili kesin bir yargı/önyargıya sahip misin? Mesela “Hidrojen bağı 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 S2, S20, S21, S25, S27, S28 ve S30 kodlu öğrencilerin soruyu çözme süreçlerinde katılık hōristiđinin etkilerinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bahsedilen öğrenciler hidrojen bağı konusu ile ilgili olarak soru ne olursa 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. Öğrencilerin güvenmiş oldukları yaklaşımlar şunlardır: “F, O,N ve hidrojen atomlarını hidrojen bağı oluşturacak şekilde değerlendireceğim”, “Tüm hidrojen atomlarını hidrojen bağı oluşturacak şekilde değerlendireceğim”, “Sadece oksijen atomlarını hidrojen bağı oluşturacak şekilde değerlendireceğim”.

Bu çalışmada katılımcılarda aşırı özgüvenin etkilerini araştırmak için şu şekilde bir yol izlendi. Hidrojen bağı ile ilgili soru katılımcılara sorulmadan/gösterilmeden önce katılımcılara şu soru yöneltilmiştir: “Hidrojen bağı konusu ile ilgili bir soru ile

karşılaşırsan soruyu doğru bir şekilde cevaplayabileceğine ilişkin kendine olan güvenin hangi seviyededir. Güven seviyene 1 ile 10 arasında bir değer vermek istersen (en düşükten en yükseğe doğru ifade etmek maksadıyla) kaç verirsin”. Hidrojen bağı ile ilgili soru katılımcılara sorulduktan/gösterildikten hemen sonra, öğrenci soruyu çözmeye başlamadan önce katılımcılara şu soru yöneltmiştir: “Bu soruyu doğru bir şekilde cevaplayabileceğine ilişkin kendine olan güvenin hangi seviyededir. Güven seviyene 1 ile 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 güvenin hangi seviyededir. Güven seviyene 1 ile 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 hristiği 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 S2, S6, S11, S15, S17, S20, S21, S24, S29 ve S30 kodlu katılımcıların hidrojen bağı ile ilgili soruyu çözme süreçlerinde aşırı özgüven hristiğinin etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

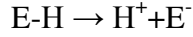
4.2. Katılımcıların Bileşiklerin Bağlı Asitlik Kuvvetleri Konusu İle İlgili Hristik Akıl Yürütmeleri (HCl, H₂S ve HI Bileşikleri)

Tez çalışmasının “Bileşiklerin Bağlı Asitlik Kuvvetleri” konusu ile ilgili kısmında, bazı kimyasal bileşiklerin artan asitlik kuvvetlerine göre sıralanmasının istendiği bir görevin yerine getirilmesi sürecinde öğrencilerin hristik akıl yürütmeleri incelenmiştir. Gerçekleştirilen mülakatlarda katılımcılardan HCl, H₂S ve HI bileşiklerini artan asitlik kuvvetlerine göre sıralamaları ve yapmış oldukları sıralamanın sebeplerini açıklamaları istenmiştir. Katılımcıların bahsedilen soruya vermiş oldukları cevaplar esas alınarak 6 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 18 ’de verilmiştir.

Tablo 18*Elde Edilen Cevap Desenleri (Asitlik Kuvveti, HCl, H₂S Ve HI Bileşikleri)*

Küme	Cevap Deseni	Öğrenciler	n	%
A	HCl < HI < H ₂ S	S1, S25	2	6.66
B	HI < HCl < H ₂ S	S11, S14, S18	3	10.00
C	HI < H ₂ S < HCl	S4, S8, S15, S20, S21, S30	6	20.00
D	H ₂ S < HI < HCl	S3, S5, S7, S9, S10, S17, S22, S23, S24, S26, S27, S29	12	40.00
E	HCl < H ₂ S < HI	S13	1	3.33
F	H ₂ S < HCl < HI (Doğru Cevap)	S2, S6, S12, S16, S19, S28	6	20.00

Bir asidin kuvveti, o asidin ne kadar proton (H⁺) verebildiğinin bir ölçüsüdür. Eğer bir çözücü ortamından bahsediliyorsa bir asidin kuvveti, o asidin içinde bulunduğu çözeltiye ne kadar proton (H⁺) verebildiğinin bir ölçüsüdür. Dolayısıyla, kuvvetli asit kavramı asidin iyonlaşma eğilimi ile ilgilidir. Hidrojenin başka bir elementle yapmış olduğu moleküler bir bileşik E-H şeklinde gösterilecek olursa;



Şeklinde bir gösterim ile ifade edilebilecek iyonlaşma olayı sonucunda ortama proton (H⁺) verilecektir. İkili asitlerin bu şekilde gerçekleşen iyonlaşma eğilimlerini etkileyen iki önemli faktör vardır. Bu faktörler, E atomunun elektronegatifliği ve çapıdır. E atomunun elektronegatifliği arttıkça, E atomunun E-H bağındaki hidrojen atomunun elektronlarını kendine doğru çekme kuvveti de artacağından, hidrojenin proton (H⁺) şeklinde ayrılması kolaylaşacaktır. Yani asitlik kuvveti artacaktır. E atomunun çapı arttıkça E-H bağı zayıflayacaktır. Dolayısıyla hidrojen proton (H⁺) şeklinde kolaylıkla açığa çıkacak, yani asitlik kuvveti artacaktır. Periyodik tabloda soldan sağa doğru gidildikçe yarıçap azalacaktır. Bununla birlikte elektronegatiflik ise artacaktır. Periyodik tabloda soldan sağa doğru gidildikçe asitlik kuvveti üzerine etki bakımından elektronegatifliğin etkisi yarıçapın etkisini bastıracaktır. Bir başka ifade ile elektronegatifliğin asitlik üzerine etkisi yarıçapın etkisinden daha fazla olacaktır. Çünkü Periyodik tabloda soldan sağa doğru gidildikçe baş kuantum sayısı değişmemektedir.

Yani atomlar aynı yörüngededirler (kabuk, enerji düzeyindedirler). Aynı yörüngede bulunan atomların yarıçapları arasındaki fark, farklı yörüngelerde bulunan atomların yarıçapları arasındaki fark kadar yüksek değildir. Yarıçaplar arasındaki farkın düşük olmasının asitlik kuvveti üzerine etkisi elektronegatifliğin asitlik kuvveti üzerine etkisinden daha düşük olacaktır. Netice itibarı ile de periyodik tabloda soldan sağa doğru gidildikçe yukarda bahsedilen yapıda olan ikili asitlerin asitlik kuvveti artacaktır. Periyodik tabloda bir grupta yukardan aşağı doğru gidildiğinde ise atomların yarıçapları arasındaki fark değeri çok yüksek olacaktır. Çünkü Periyodik tabloda yukardan aşağı doğru gidildikçe baş kuantum sayısı değişmektedir. Yani atomlar aynı yörüngede olmayıp bir sonraki yörüngede olmaktadır. Farklı yörüngelerde bulunan atomların yarıçapları arasındaki fark ise oldukça fazladır. Yarıçaplar arasındaki farkın yüksek olmasının asitlik kuvveti üzerine etkisi elektronegatifliğin asitlik kuvveti üzerine etkisinden daha fazla olacaktır. Netice itibarı ile de periyodik tabloda aynı grup içerisinde yukardan aşağı doğru gidildikçe yukarda bahsedilen yapıda olan ikili asitlerin asitlik kuvveti artacaktır.

Bahsedilen tüm bu açıklamalardan dolayı birinci sorunun doğru cevabı $H_2S < HCl < HI$ şeklindedir. Katılımcıların yukarda ayrıntılı bir şekilde açıklanan bir akıl yürütme ile soruyu çözmeleri beklenmektedir. Bununla birlikte, yapılan bu araştırmada bahsedilen soruya doğru cevap veren öğrenci oranının %20.00 olduğu tespit edilmiştir. Bu çok küçük bir orandır. Öğrencilerin çoğunun soruyu çözerken bilişsel çaba harcamak yerine farklı stratejiler kullanmış olmaları sorulara doğru cevap veren öğrenci oranının az olmasının sebebi olabilir. Analitik akıl yürütme öğrenciler için büyük bir bilişsel çaba gerektirdiğinden dolayı öğrencilerin büyük bir kısmı daha az bilişsel çaba gerektiren ve farklı hristiklerin kullanımını esas alan stratejilere yönelmiş olabilirler. Bu araştırmanın amacı öğrencilerin farklı kimya konularında hristik kullanımlarını incelemek olduğu için öğrencilerin mülakatlar sürecinde bahsedilen soru ile ilgili olarak yapmış oldukları açıklamalar ve kendilerine sorulan sorulara vermiş oldukları cevaplar hristik kullanımı bakımından incelenmiştir. Bu amaçla, ilk olarak katılımcıların cevapları içerisinde yer alan spesifik ifadeler, Talanquer'in önermiş olduğu 10 hristikle ilişkilendirilerek kodlamalar yapılmıştır. Kodlamaların yapılmasına dayanak teşkil eden öğrenci ifadelerinin özetleri Tablo 19' da verilmiştir. Burada önemli bir hususu belirtmek gerekmektedir. Tablo 19 'da yer alan Periyodik Eğilim hristiği Talanquer

tarafından önerilen on h ristik içerisinde yer almamaktadır. Bununla birlikte yapılan bu çalışmada katılımcıların bu h ristiği de kullanmış olduklarının tespit edilmesi nedeniyle bu h ristik de değerlendirmeye alınmış ve tabloya eklenmiştir.

Tablo 19

H ristikler ile İlişkilendirilen  ğrenci İfadeleri (Asitlik Kuvveti, HCl, H₂S ve HI Bileşikleri)

H�ristik kod	�ğrenci ifadelerinin �zeti
Çağrışımsal Aktivasyon Boşlukları doldurmak için hafızada mevcut bulunan zihinsel yapıların kullanılması	• Hidrojen sayısı arttıkça asitlik artar. • Periyodik tabloda birbirine yakın olan elementler benzer kimyasal özellik gösterir. • “Ne kadar çok elektronegatif, o kadar kuvvetli asit” yaklaşımının benimsendiği ifadeler. • Hidrojen sayısı arttıkça asitlik azalır. • Periyodik tabloda soldan sağa ve yukardan aşağı doğru gidildikçe asitlik değişir. • “Ne kadar büyük yarıçap, o kadar kuvvetli asit” yaklaşımının benimsendiği ifadeler. • Molekül ağırlığı büyük olan daha asittir.
Akıcılık Kolay elde edilebilen ipuçlarının kullanılması	• Moleküldeki hidrojen sayısının ipucu olarak değerlendirilmesi/ H₂S bileşiğindeki 2 rakamının kolay elde edilebilir bir ipucu olarak değerlendirilmesi.
Nitelik yer değiştirmesi Orijinal sorunun daha basit bir soru ile yer değiştirmesi.	Orijinal sorunun şu sorularla yer değiştirmesi: • Hangi bileşikte daha çok hidrojen var? • Bileşiklerin molekül ağırlıklarına göre sıralaması nasıldır? • S, Cl ve I atomlarının periyodik tabloda birbirlerine göre konumları nasıldır? • Periyodik tabloda S ve I atomlarından hangisi Cl atomuna daha yakındır? • S, Cl ve I atomlarının elektronegatifliklerine göre sıralaması nasıldır? • S, Cl ve I atomlarının yarıçaplarına göre sıralaması nasıldır?
Tek Nedenli Karar Verme Tek bir ipucu veya faktörün kullanımı ile akıl yürütmenin basitleştirilmesi	• Sadece elektronegatifliği değerlendirerek karar verme. • Sadece yarıçapların değerlendirilmesi ile karar verme. • Sadece bir bileşiği daha önce tanıyıp tanımamaya dayalı olarak karar verme. • Sadece atomların periyodik tablodaki yerlerine göre karar verme • Sadece bileşiklerin molekül ağırlıklarına göre karar verme
Yüzeysel Benzerlik Yapısal gösterim olarak birbirlerine benzeyen kimyasal bileşiklerin benzer özelliklere ve davranışlara sahip olduklarının varsayılması	• HI, HCl’ye benziyor. • HCl, HI’ya benziyor. • H₂S, H₂O’ya benziyor.
Tanım Tanınan nesnelere daha çok değer	• HCl’yi biliyorum (laboratuvardan veya dersten) • HI’yı biliyorum (laboratuvardan veya dersten)

Höristik kod	Öğrenci ifadelerinin özeti
verme/tanınmayanlara daha az değer verme	• H₂S'i bilmiyorum/daha önce hiç duymadım.
Genelleştirme Öğrenilmiş model veya kuralların fazladan genelleştirilmesi.	• Periyodik tabloda yukardan aşağı doğru gidildikçe genellikle tüm özellikler artar/azalır, bu nedenle asitlik de yukardan aşağı artar/azalır. • Periyodik tabloda soldan sağa doğru gidildikçe genellikle tüm özellikler artar/azalır, bu nedenle asitlik de yukardan aşağı artar/azalır. • Periyodik tabloda birbirine yakın olan elementler genellikle benzer kimyasal özellik gösterir. • Elektronegatifliği yüksek atomların genellikle tüm özellikleri yüksek olur. • Yarıçapı büyük olan atomların genellikle tüm özellikleri yüksek olur.
Katılık Esnek ve yaratıcı şekilde akıl yürütmeme	• Bileşiklerdeki hidrojen sayısını esas alarak asitlik kuvvetine karar vereceğim. • Bileşiklerde bulunan atomların periyodik tablodaki yerlerine göre karar vereceğim. • Bileşiklerde bulunan atomların elektronegatifliğe göre karar vereceğim • Bileşiklerde bulunan atomların yarıçaplarına göre karar vereceğim
Aşırı özgüven karar verme süreçlerindeki özgüvenin gerçek doğruluğu aşması	• Soruyu kesinlikle doğru çözdüm/çözeceğim • Güven seviyem 8-10'dur.
Duygulanım Olumlu veya olumsuz duygular	• Bileşiklerin bağıl asitlik kuvvetleri konusunu seviyorum/sevmiyorum, olumlu/olumsuz duygu
Periyodik Eğilim*	• Periyodik tabloda soldan sağa doğru gidildikçe asitlik artar/azalır. • Periyodik tabloda yukardan aşağı doğru gidildikçe asitlik artar/azalır.

*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 listeye eklenmiştir.

Bu araştırmaya 30 öğrenci katılmıştır. Araştırmaya katılan 30 öğrencinin soruları nasıl çözdükleri ile ilgili açıklamaları esas alınarak yapılan kodlama işlemi Tablo 20'de özetlenmiştir.

Tablo 20

Katılımcıların Kullanmış Oldukları Höristikler (Asitlik Kuvveti, HCl, H₂S ve HI Bileşikleri)

Höristik	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15
Çağrışımsal Aktivasyon	•			•	•	•		•			•	•	•	•	•
Akıcılık	•							•			•			•	
Nitelik Yer Değiştirmesi	•			•	•	•		•			•	•	•	•	•
TNKV		•		•		•						•	•		•
Yüzeysel benzerlik			•				•		•	•					
Tanıma		•	•		•		•	•	•	•	•			•	
Genelleştirme	•			•	•								•		•
Katılık						•							•		•
Aşırı Özgüven															
Duygulanım	•					•		•							
Periyodik Eğilim	•				•	•									
	S16	S17	S18	S19	S20	S21	S22	S23	S24	S25	S26	S27	S28	S29	S30
Çağrışımsal Aktivasyon		•	•	•	•	•	•	•		•			•		•
Akıcılık		•	•			•				•					
Nitelik Yer Değiştirmesi		•	•	•	•	•	•	•		•			•		•
TNKV				•	•								•		
Yüzeysel benzerlik	•								•		•	•		•	
Tanıma	•	•	•			•	•	•	•		•	•		•	•
Genelleştirme					•		•	•		•					•
Katılık				•						•					
Aşırı Özgüven					•		•			•			•		
Duygulanım								•					•		
Periyodik Eğilim				•			•	•		•			•		

Karşılaştırmaları ve yorumlamaları kolaylaştırmak amacıyla bahsedilen soruyu çözme süreçlerinde ilgili höristikleri en az bir defa kullanan katılımcı sayıları ve yüzdeleri, bu höristikleri kullanan katılımcıların kod isimleri ile birlikte Tablo 21’de verilmiştir. Tablo 21’de verilen yüzdeler ilgili höristiği en az bir defa kullanan katılımcıların sayısının toplam katılımcı sayısına oranını yüzde olarak ifade etmektedir (N=30, toplam katılımcı sayısı).

Tablo 21

İlgili Höristikleri En Az Bir Defa Kullanan Katılımcı Sayıları ve Yüzdeleri (Bileşiklerin Bağlı Asitlik Kuvvetleri, HCl, H₂S ve HI Bileşikleri)

Höristikler	n	% (N=30)	Öğrenciler
<i>Çağrışimsal Aktivasyon</i>	20	66.66	S1, S4, S5, S6, S8, S11, S12, S13, S14, S15, S17, S18, S19, S20, S21, S22, S23, S25, S28, S30
<i>Akıcılık</i>	8	26.66	S1, S8, S11, S14, S17, S18, S21, S25
<i>Nitelik yer değiştirmesi</i>	20	66.66	S1, S4, S5, S6, S8, S11, S12, S13, S14, S15, S17, S18, S19, S20, S21, S22, S23, S25, S28, S30
<i>Tek Nedenli Karar Verme</i>	9	30.00	S2, S4, S6, S12, S13, S15, S19, S20, S28
<i>Yüzeysel Benzerlik</i>	9	30.00	S3, S7, S9, S10, S16, S24, S26, S27, S29
<i>Tanıma</i>	20	66.66	S2, S3, S5, S7, S8, S9, S10, S11, S14, S16, S17, S18, S21, S22, S23, S24, S26, S27, S29, S30
<i>Genelleştirme</i>	10	33.33	S1, S4, S5, S13, S15, S20, S22, S23, S25, S30
<i>Katılık</i>	5	16.66	S6, S13, S15, S19, S25
<i>Aşırı özgüven</i>	4	13.33	S20, S22, S25, S28
<i>Duygulanım</i>	5	16.66	S1, S6, S8, S23, S28
<i>Periyodik Eğilim</i>	8	26.66	S1, S5, S6, S19, S22, S23, S25, S28

Bir soru çözülürken soruda ne istendiğinin doğru olarak belirlenmesi oldukça önemlidir. HCl, H₂S ve HI bileşiklerinin artan asitlik kuvvetlerine göre sıralanmasının istendiği bu sorunun bilimsel akıl yürütmeler ile çözümü için E atomunun elektronegatifliğinin ve yarıçapının değerlendirmesi bu değerlendirmeler sonucuna göre de bahsedilen bileşiklerin asit kuvvetlerine göre sıralanması gerekmektedir. Bu kastedilen hedef niteliktir. Fakat yapılan bu araştırmada, katılımcıların sorunun çözümü ile ilgili akıl yürütmeleri incelendiğinde, 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). Asitlik kuvveti ile ilgili olan bu çalışmada, nitelik yer değiştirmesinin etkisinden dolayı katılımcılardan 20 tanesinin (%66.66) kastedilen hedef nitelik yerine başka nitelikleri değerlendirdikleri veya kastedilen hedef niteliği bilinçsizce değerlendirdikleri ve böylelikle de soruyu

okuduktan sonra orijinal soruyu basit başka bir soru ile değiştirdikleri tespit edilmiştir. Bu katılımcılar E atomunun elektronegatifliğini ve yarıçapını bilinçsizce değerlendirmişler veya bu iki özellik yerine başka nitelikleri değerlendirmişler ve böylelikle de başka basit bir sorunun cevabı üzerine odaklanmışlardır. Bu öğrencilerin E atomunun elektronegatifliği ve yarıçapı yerine değerlendirdikleri nitelikler şunlardır: Bileşikteki hidrojen sayısı, bileşiğin ağırlığı ve bileşikler oluşturan atomların periyodik tablodaki yerleri. Farklı nitelikleri değerlendiren bu öğrenciler orijinal soru yerine aslında şu sorulardan birinin veya daha fazlasının cevabı üzerine odaklanmışlardır; “Hangi bileşikte daha çok hidrojen var?”, “Bileşiklerin molekül ağırlıklarına göre sıralaması nasıldır?”, “S, Cl ve I atomlarının periyodik tabloda birbirlerine göre konumları nasıldır?”, “Periyodik tabloda S ve I atomlarından hangisi Cl atomuna daha yakındır?”, “S, Cl ve I atomlarının elektronegatifliklerine göre sıralaması nasıldır?”, “S, Cl ve I atomlarının yarıçaplarına göre sıralaması nasıldır?”.

Bireylerin karar verme süreçlerinde çağrışımsal aktivasyon, nitelik yer değiştirmesi ve akıcılık hâristiği genellikle birbirini tetiklemekte ve desteklemektedir. HCl, H₂S ve HI bileşiklerinin asitlik kuvvetleri ile ilgili bu çalışmada, katılımcılardan bazılarının bileşiklerin bağıl asitliklerini değerlendirme süreçlerinde çağrışımsal aktivasyon, nitelik yer değiştirmesi ve akıcılık hâristiklerinin aynı anda etkili olduğu belirlenmiştir. S14 kodlu öğrencinin birinci soruyu çözme sürecindeki akıl yürütmesi çağrışımsal aktivasyon, nitelik yer değiştirmesi ve akıcılık hâristiklerinin aynı anda etkili olduğu örnek bir akıl yürütme süreci olarak verilebilir;

S14: *Bana göre doğru sıralama şu şekildedir: HI < HCl < H₂S*

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

S14: *Soruya bakar bakmaz bir şey dikkatimi çekti. HI ve HCl bileşiklerinin her birinde sadece birer hidrojen atomu varken H₂S’te ise iki hidrojen atomu var. Asitlik denilince hemen aklıma hidrojen gelir. Asitlik hidrojen ile ilgilidir. Bir bileşikte ne kadar çok hidrojen varsa o bileşik o kadar çok asittir. Dolayısıyla bu üç asit içerisinde en kuvvetli olanı H₂S’dir. Ayrıca, HCl’nin kuvvetli bir asit olduğunu biliyorum.*

Mülakatçı: *HCl neden kuvvetli bir asittir.*

S14: *HCl'nin kuvvetli bir asit olduğundan eminim. Derslerden dolayı biliyorum. Ayrıca laboratuvarlarda da sıklıkla kullanılır.*

Mülakatçı: *HCl'nin kuvvetli bir asit olmasının başka nedenleri var mıdır?*

S14: *Mutlaka vardır. Fakat ben bilmiyorum.*

Mülakatçı: *Bir bileşikte ne kadar çok hidrojen varsa o bileşik o kadar çok asittir dedin. Senin bu açıklamana göre HI ile HCl'nin asitlik kuvvetlerinin eşit olması gerekiyor. Fakat sen HI'yı en zayıf asit olarak değerlendirdin. Neden?*

S14: *Biraz önce de söylediğim gibi, bir bileşiğin asitlik kuvveti ile ilgili olarak başka kriterlerin de mutlaka hesaba katılması lazım fakat ben bu kriterler nelerdir ve nasıl değerlendirilir bilmiyorum. HCl'nin kuvvetli bir asit olduğunu kesin olarak bildiğim için ve ayrıca HI'yı daha önce hiç duymadığım için böyle bir sıralama yaptım. Eğer HI kuvvetli bir asit olmuş olsa idi mutlaka adını daha önceden duyardım. HI hakkında bir bilgiye sahip değilim.*

S14 kodlu öğrencinin ifadelerinden bahsedilen öğrencinin soruyu çözme sürecinde akıcılık, çağrışımsal aktivasyon ve nitelik yer değiştirmesi hōristiklerinin birbirlerini tetikledikleri ve destekledikleri anlaşılmaktadır. Öğrencinin H₂S de bulunan 2 rakamını (bileşikte bulunan hidrojen atomu sayısı) kolay elde edilebilir bir ipucu olarak kullanması akıcılık hōristiği ile ilişkilidir. Öğrencinin asitlik ile hidrojen arasında ilişki kurması ve “bir bileşikte ne kadar çok hidrojen var ise o bileşik o kadar asittir” şeklinde bir yaklaşımı benimsemesi çağrışımsal aktivasyon hōristiği ile ilişkilidir. Öğrenci bu süreçte orijinal soru yerine “Hangi bileşikte daha çok hidrojen var” şeklinde daha basit bir soru üzerine odaklanmıştır. Öğrenci bu süreçte orijinal soruyu başka ve daha basit bir soru ile yer değiştirmiş ve böylelikle de hedef nitelik yerine başka bir niteliği değerlendirmiştir. Bu durum nitelik yer değiştirmesi hōristiği ile ilişkilidir.

Çağrışımsal aktivasyon hōristiği bir kişinin yeni bir problem ile karşılaştığında o kişinin hafızasında mevcut bulunan zihinsel yapıları bu yeni problemin çözümü sürecinde bilinçsizce kullanılmasıyla etkisini göstermektedir. Bireylerin çağrışımsal aktivasyon hōristiğinin etkisi ile genellikle “Ne kadar çok A - o kadar çok B” (More A-

More B) , veya “Ne kadar çok A o kadar az B” (More A- Less B) şeklinde ifade edilen düz veya ters orantı yaklaşımlarını benimsedikleri literatürde belirtilmektedir (Talanquer, 2014). Asit kuvvetleri ile ilgili olarak yapılan bu çalışmada da katılımcıların sıklıkla düz veya ters orantı yaklaşımlarını benimsedikleri tespit edilmiştir. Bu araştırma ile tespit edilen ve çağrışımsal aktivasyon höristiği ile ilişkili olan öğrenci yaklaşımları şunlardır: “Hidrojen sayısı arttıkça asitlik artar”, “Ne kadar çok elektronegatif, o kadar kuvvetli asit”, “Ne kadar büyük yarıçap, o kadar kuvvetli asit”, “Hidrojen sayısı arttıkça asitlik azalır”, “Molekül ağırlığı büyük olan daha asittir”, “Periyodik tabloda birbirine yakın olan elementler benzer kimyasal özellik gösterir”, “Periyodik tabloda soldan sağa ve yukardan aşağı doğru gidildikçe asitlik değişir”.

HCl, H₂S ve HI bileşiklerinin asitlik kuvvetleri ile ilgili bu çalışmada, katılımcılardan bazıları kolay elde edilen bir bilgi/ipucu olarak H₂S bileşiğinde bulunan 2 rakamını kullanmışlardır. Herhangi bir alanda yeni olan bir kişi için, aşikâr olarak verilen özelliklerin incelenmesi imalı olarak verilen özelliklerin incelenmesinden daha kolaydır. İnsanlar yargılama yaparken ve karar verirken kolay elde edilen bilgiyi kullanma eğilimindedirler. Bu nedenle H₂S bileşiğinde bulunan 2 rakamının bilinçsiz bir şekilde kullanılması akıcılık höristiğinin etkisinin bir sonucudur. HCl, H₂S ve HI bileşiklerinin asitlik kuvvetlerine göre sıralanmasının istendiği sorunun çözümü sürecinde, H₂S bileşiğinde bulunan 2 rakamını kolay elde edilebilir bir ipucu olarak kullanan katılımcıların oranı %26.26 olarak tespit edilmiştir. Bahsedilen soruda çok fazla görsel ipucu yoktur. Bununla birlikte asetik asitin yapısal formülünün verildiği ve böylelikle görsel yönü ağır basan soruda (bu tez çalışmasının ilk kısmı) akıcılık höristiğinin etkisiyle molekülün bazı kısımlarını kolay elde edilebilir bir ipucu olarak kullanan katılımcı oranı ise %66.66 olarak bulunmuş idi.

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. Birinci soruda yer alan HCl, öğrencilerin adını sıklıkla duydukları bir kimyasal bileşiktir. HCl bileşiğinin adından derslerde sıklıkla bahsedilmektedir. Laboratuvarlarda da birçok deneyde bu bileşik sıklıkla kullanılmaktadır. Öğrencilerin daha önceden bildikleri HCl’ye daha fazla değer vermeleri tanıma höristiğinin etkisinin bir sonucudur. Tanıma höristiğinin etkisi ile öğrenciler genellikle HCl’yi asitlik kuvveti en yüksek bileşik olarak

değerlendirmişlerdir. S14 kodlu katılımcının akıl yürütme sürecinde tanıma hristiğinin bu tür etkisi gözlemlenmiştir. Öğrencilerin bir kısmı da H_2S bileşiminin adını daha önce hiç duymadıklarını dolayısıyla bu bileşimi tanımadıklarını ifade etmişlerdir. Bu öğrenciler “ H_2S eğer kuvvetli bir asit olsaydı adını daha önceden mutlaka duyardık, bu nedenden dolayı büyük bir ihtimalle H_2S zayıf bir asittir” şeklinde bir yaklaşımı benimseyerek H_2S ’i verilen bileşikler içerisinde en zayıf asitlik kuvvetine sahip olan bileşik olarak değerlendirmişlerdir. Bahsedilen öğrencilerin soruyu bu şekilde çözmeleri tanıma hristiğinin etkisinin bir sonucudur. HCl , H_2S ve HI bileşiklerinin artan asitlik kuvvetlerine göre sıralanmasının istendiği sorunun çözümü sürecinde tanıma hristiği ile birlikte yüzeysel benzerlik, çağrışimsal aktivasyon, akıcılık ve nitelik yer değiştirmesi gibi diğer hristiklerin de etkili olduğu Tablo 20’nin dikkatli bir şekilde incelenmesinden anlaşılmaktadır. Bahsedilen görevin tamamlanması sürecinde tanıma hristiği ile birlikte en çok kullanılan hristiğin yüzeysel benzerlik hristiği olduğu da Tablo 20’nin dikkatli bir şekilde incelenmesinden anlaşılmaktadır. S24 kodlu öğrencinin birinci soruyu çözme sürecindeki akıl yürütmesi tanıma ve yüzeysel benzerlik hristiklerinin ikisinin birden etkili olduğu örnek bir akıl yürütme süreci olarak verilebilir;

S24: Bana göre doğru sıralama şu şekildedir: $H_2S < HI < HCl$

Mülakatçı: Soruyu cevaplamak için kullandığın stratejiyi açıklar mısın?

S24: HCl ’yi biliyorum. Gerek üniversite hayatım boyunca gerekse ondan önceki eğitim hayatımda kimya derslerinde adını sıklıkla duydum. Ayrıca laboratuvarlarda da sıklıkla kullanılmaktayız. Kuvvetli bir asit olduğunu biliyorum. Çünkü derslerde kuvvetli asitlere örnek olarak genellikle HCl veriliyor. H_2S bileşiminin adını ise daha önce hiç duymadım. Daha doğrusu asitlerle ilgili konularda H_2S ’den bahsedildiği konusunda emin değilim. Eğer H_2S kuvvetli bir asit olsa idi adını daha önceden mutlaka duymuş olmam gerekirdi. Bu nedenden dolayı büyük bir ihtimalle H_2S bu üç bileşik içerisinde en zayıf olanıdır.

Mülakatçı: HI ’nın asitlik kuvveti hakkında ne düşünüyorsun?

S24: *HI bileşiğinin adını da HCl kadar çok olmasa da daha önceden duydum. Fakat asitlik kuvveti hakkında önceden edindiğim kesin bir bilgim yok. HCl'ye çok benziyor. Bu nedenle büyük bir ihtimalle HI da kuvvetli bir asittir.*

Mülakatçı: *Hem HCl'nin hem de HI'nın kuvvetli asit olduğunu söyledin. Bununla birlikte HCl'nin HI'dan daha kuvvetli bir asit olduğunu düşünüyorsun, neden?*

S24: *Biraz önce söylediğim gibi, HCl'nin kuvvetli bir asit olduğundan kesinlikle eminim. HI ise HCl'ye benzediği için büyük bir ihtimalle kuvvetli bir asittir. En azından H₂S'den daha kuvvetli bir asittir. Eğer HI, HCl'den de daha kuvvetli bir asit olsa idi adını daha çok duyardım. Bu nedenle bana göre HCl, HI'dan daha kuvvetli bir asittir.*

S24 kodlu öğrencinin daha önceden tanıdığı için HCl bileşiğini soruda yer alan bileşikler içerisinde en kuvvetli asit olarak değerlendirmesi tanıma hristiğinin etkisinin bir sonucudur. Benzer şekilde daha önce adını hiç duymadığı ve tanımadığı için H₂S bileşiğini soruda yer alan bileşikler içerisinde en zayıf olanı olarak değerlendirmesi de tanıma hristiğinin etkisinin bir sonucudur. S24 kodlu öğrencinin karar verme sürecinde yüzeysel benzerlik hristiği de önemli bir oynamıştır. Yapısal gösterim olarak birbirlerine benzeyen kimyasal bileşiklerin aynı kategorideki üyeler olduğunun ve bu tür bileşiklerin benzer özelliklere ve davranışlara sahip olduklarının varsayılması yüzeysel benzerlik hristiğinin etkisinin bir sonucudur. Dolayısıyla, S24 kodlu öğrencinin HI bileşiğini HCl'ye benzediği için kuvvetli bir asit olarak değerlendirmesi yüzeysel benzerlik hristiğinin bu süreçte etkili olduğunu göstermektedir. Bu çalışma ile tespit edilen ve öğrencilerin yüzeysel benzerlik hristiğini kullandığını işaret eden ifadeler şunlardır: “HI, HCl'ye benziyor”, “HCl, HI'ya benziyor”, “H₂S, H₂O'ya benziyor”. Bu ifadeleri kullanan öğrenciler yapısal gösterim olarak birbirlerine benzeyen kimyasal bileşiklerin benzer özelliklere sahip olduklarını düşünmektedirler. S29 kodlu öğrencinin akıl yürütme süreci yüzeysel benzerlik hristiğinin kullanımına bir başka örnektir. S29 kodlu öğrenci ilk olarak H₂O (su) molekülünü bildiğini, suyun PH değerinin 7 olduğunu/suyun nötr olduğunu bildiğini, yani suyun asit olmadığını bildiğini belirtmiştir. S29 kodlu öğrenci daha sonra ise H₂S ile H₂O nun birbirine

benzediğini, bu benzerlikten dolayı da büyük ihtimalle H_2S 'in asitlik kuvvetinin H_2O 'ya benzer olduğunu, dolayısıyla H_2S 'in de nötr olma ihtimalinin yüksek olduğunu, H_2S 'in asit olsa bile çok çok zayıf bir asit olabileceğini düşündüğünü belirtmiştir.

Bireylerin tüm değişkenleri göz önünde bulundurmadan, önceden tecrübe ettikleri birkaç olaydan elde ettikleri bilgileri kullanarak öğrenmiş oldukları kalıpları veya kuralları fazladan genelleştirmeleri genelleştirme hōristiğinin bir etkisi olarak kabul edilir. HCl , H_2S ve HI bileşiklerinin artan asitlik kuvvetlerine göre sıralanmasının istendiği sorunun çözümü sürecinde de katılımcıların bir kısmının karar verme süreçlerinde genelleştirme hōristiğinin etkili olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışma ile tespit edilen ve genelleştirme hōristiğinin etkili olduğunu açığa çıkaran katılımcı ifadeleri şunlardır: “Periyodik tabloda yukardan aşağı doğru gidildikçe genellikle tüm özellikler artar/azalır, bu nedenle asitlik de yukardan aşağı artar/azalır”, “Periyodik tabloda soldan sağa doğru gidildikçe genellikle tüm özellikler artar/azalır, bu nedenle asitlik de yukardan aşağı artar/azalır”, “Periyodik tabloda birbirine yakın olan elementler genellikle benzer kimyasal özellik gösterir”, “Elektronegatifliği yüksek atomların genellikle tüm özellikleri yüksek olur”, “Yarıçapı büyük olan atomların genellikle tüm özellikleri yüksek olur”. Katılımcıların karar verme süreçlerinde genelleştirme hōristiğinin diğer bazı hōristikler ile birlikte etkili olduğu Tablo 20’den anlaşılmaktadır. Genelleştirme hōristiği ile aynı anda en çok kullanılan hōristiğin çağrışimsal aktivasyon hōristiği olduğu da Tablo 20’nin detaylı bir şekilde incelenmesinden anlaşılmaktadır. Genelleştirme hōristiğinin etkili olduğu tüm süreçlerde çağrışimsal aktivasyon hōristiği de etkili olmuştur. Bu iki hōristik birbirini tetiklemiş ve desteklemiştir. S4 kodlu öğrencinin birinci soruyu çözme sürecindeki akıl yürütmesi genelleştirme ve çağrışimsal aktivasyon hōristiklerinin aynı anda etkili olduğu örnek bir akıl yürütme süreci olarak verilebilir;

S4: *Bana göre doğru sıralama şu şekildedir: $HI < H_2S < HCl$*

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

S4: *Soruyu doğru çözüp çözmediğimden emin değilim. Yanlış hatırlamıyorsa asitlik hidrojenin bağlı olduğu atomun elektronegatifliği ile ilgilidir. Elektronegatifliğin asitliği nasıl etkilediği ile ilgili bir fikrim yok. Tam emin değilim ama elektronegatifliği yüksek atomların genellikle*

tüm özellikleri de yüksek oluyor. Büyük bir ihtimalle elektronegatifliği yüksek olan atomların hidrojene bağlanması ile oluşan bileşiklerin asitliği de yüksek olur. Soruda verilen atomlardan elektronegatifliği en yüksek olanı Cl'dur. Dolayısıyla HCl asitlik kuvveti en yüksek olanıdır. Kükürdün elektronegatifliği iyottan daha yüksektir. Bu nedenle de H₂S, HI'dan daha kuvvetli asittir.

S4 kodlu öğrencinin “*elektronegatifliği yüksek atomların genellikle tüm özellikleri de yüksek oluyor*” şeklindeki yaklaşımı genelleştirme hırstiğinin bu süreçte etkili olduğunu göstermektedir. Öğrencinin bu süreçte “*Büyük bir ihtimalle elektronegatifliği yüksek olan atomların hidrojene bağlanması ile oluşan bileşiklerin asitliği de yüksek olur*” şeklinde bir yaklaşımı kullanarak karar vermiştir. Bu şekilde bir yaklaşım öğrencinin “Ne kadar çok A - o kadar çok B” olarak ifade edilen bir doğru orantı mantığına güvendiğini göstermektedir. Öğrencinin bu şekilde bir yaklaşım ile karar vermesi ise çağrışimsal aktivasyon hırstiğinin de bu süreçte etkili olduğunu göstermektedir.

Bireyler genel olarak mantıklı bir cevap vermek için tek bir ipucu veya faktörü kullanarak akıl yürütmeyi kolaylaştırırılar. Bunu yaparken de akıllarına gelen ilk özelliği kullanılırlar. S4 kodlu öğrenci sadece tek bir nedene dayanarak karar vermiştir. S4 kodlu öğrenci soru ile ilgili karar verme sürecinde sadece elektronegatifliği değerlendirmiştir. Bu nedenden dolayı da S4 kodlu öğrencinin karar verme sürecinde tek nedenli karar verme hırstiği de etkili olmuştur. HCl, H₂S ve HI bileşiklerinin artan asitlik kuvvetlerine göre sıralanmasının istendiği sorunun çözümü sürecinde sadece tek bir nedene dayanarak karar veren katılımcıların şu faktörlerden sadece bir tanesini değerlendirerek karar verdikleri tespit edilmiştir: “elektronegatiflik”, “yarıçaplar”, “bileşiği daha önce tanıma/tanımama”, “Atomların periyodik tablodaki yerleri”, “Bileşiklerin molekül ağırlıkları”.

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 asitlik kuvvetlerine göre bağl 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 duygulanım hōristiği kodlanmıştır. Katılımcılardan iki tanesi (S6, S28) periyodik tablo konusuna özel ilgileri olduğunu, periyodik tablo ve periyodik tabloda değişen özellikler konusunu sevdiklerini, atom yarıçapı, iyonlaşma enerjisi, elektron ilgisi, asitlik ve bazlık gibi tüm özelliklerin periyodik tabloda soldan sağa doğru nasıl değiştiklerini bildiklerini (artar veya azalır şeklinde), bu özelliklerin değişmesinde etkili olan faktörleri ve açıklamaları tam olarak bilmeseler bile özelliklerin değerinin arttığını veya azaldığını bilmelerinin kendilerine yettiğini ifade etmişlerdir. S6 ve S28 kodlu öğrencilerin bu ifadeleri esas alınarak bu öğrenciler için de duygulanım hōristiği kodlanmıştır.

Bu çalışmada, katılık hōristiğinin etkilerini araştırmak için şu şekilde bir yol izlenmiştir: Bileşiklerin bağıl asitlik kuvvetleri ile ilgili soru katılımcılara sorulmadan önce katılımcılara şu soru yöneltilmiştir: “Bileşiklerin bağıl asitlik kuvvetleri konusu ile ilgili kesin bir yargı/önyargıya sahip misin? Mesela “Bileşiklerin bağıl asitlik kuvvetleri 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 S6, S13, S15, S19 ve S25 kodlu öğrencilerin soruyu çözme süreçlerinde katılık hōristiğinin etkilerinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bahsedilen öğrenciler bileşiklerin bağıl asitlik kuvvetleri ile ilgili olarak soru ne olursa 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. Öğrencilerin güvenmiş oldukları yaklaşımlar şunlardır: “Bileşiklerdeki hidrojen sayısını esas alarak asitlik kuvvetine karar vereceğim”, “Bileşiklerde bulunan atomların periyodik tablodaki dizilim sıralarına göre karar vereceğim”, “Bileşiklerde bulunan

atomların elektronegatifliğe göre karar vereceğim”, “Bileşiklerde bulunan atomların yarıçaplarına göre karar vereceğim”.

Bu çalışmada katılımcılarda aşırı özgüvenin etkilerini araştırmak için şu şekilde bir yol izlendi. Bileşiklerin bağlı asitlik kuvvetleri ile ilgili soru katılımcılara sorulmadan/gösterilmeden önce katılımcılara şu soru yöneltilmiştir: “Bileşiklerin bağlı asitlik kuvvetleri ile ilgili bir soru ile karşılaşırsan soruyu doğru bir şekilde cevaplayabileceğine ilişkin kendine olan güvenin hangi seviyededir. Güven seviyene 1 ile 10 arasında bir değer vermek istersen (en düşükten en yükseğe doğru ifade etmek maksadıyla) kaç verirsin”. Bileşiklerin bağlı asitlik kuvvetleri 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 ile 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 güvenin hangi seviyededir. Güven seviyene 1 ile 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 hristiği kodlanmıştır. Bu türden cevap veren öğrenciler genellikle şu tür ifadelerde de bulunmuştur: “kendime güveniyorum, soruyu kesinlikle doğru çözdüm/çözeceğim”. Yukarıda ayrıntılı bir şekilde anlatılan prosedür izlenerek yapılan işlemler sonucu S20, S22, S25 ve S28 kodlu katılımcıların soruyu çözme süreçlerinde aşırı özgüven hristiğinin etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Periyodik Eğilim hristiği Talanquer tarafından önerilen on hristik içerisinde yer almamaktadır. Bununla birlikte yapılan bu çalışmada katılımcıların bu hristiği de kullanmış olduklarının tespit edilmesi nedeniyle bu hristik de değerlendirmeye alınmıştır. Periyodik Eğilim hristiği bazı araştırmacılar tarafından gelişigüzellik (arbitrary) hristiği 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 hristiğinin etkisinin bir sonucudur. S1, S5, S6, S19, S22, S23, S25 ve S28 kodlu öğrencilerin asitlik kuvveti ile ilgili akıl yürütme süreçlerinde bu hristiğin etkili olduğu tespit edilmiştir. Periyodik

eğilim hōristiğinin etkisini gösterdiği akıl yürütmelerin birçoğunda çağrışımsal tutarlılık ve genelleştirme hōristikleri de aktif bir rol oynamıştır. Bu üç hōristik birbirini tetiklemiş ve desteklemiştir.

4.3. Katılımcıların Bileşiklerin Bağlı Bazlık Kuvvetleri Konusu İle İlgili Hōristik Akıl Yürütmeleri (KOH, Mg(OH)₂ ve Ca(OH)₂ Bileşikleri)

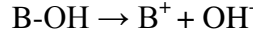
Tez çalışmasının bu kısmında bazı kimyasal bileşiklerin artan bazlık kuvvetlerine göre sıralanmasının istendiği bir görevin yerine getirilmesi sürecinde öğrencilerin hōristik akıl yürütmeleri incelenmiştir. Gerçekleştirilen mülakatlarda katılımcılardan KOH, Mg(OH)₂ ve Ca(OH)₂ bileşiklerini artan bazlık kuvvetlerine göre sıralamaları ve yapmış oldukları sıralamanın sebeplerini açıklamaları istenmiştir. Katılımcıların bahsedilen soruya vermiş oldukları cevaplar esas alınarak 5 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 22’de verilmiştir.

Tablo 22

Elde edilen Cevap desenleri (Bileşiklerin Bağlı Bazlık Kuvvetleri, KOH, Mg(OH)₂ ve Ca(OH)₂ Bileşikleri)

Cevap Deseni	Öğrenciler	n	%
KOH < Mg(OH) ₂ < Ca(OH) ₂	S1, S8, S9, S12, S14, S17, S25, S30	8	26.26
Mg(OH) ₂ < Ca(OH) ₂ < KOH (doğru cevap)	S2, S6, S7, S10, S13, S19, S24, S26, S28	9	30.00
KOH < Mg(OH) ₂ = Ca(OH) ₂	S3, S11, S18,	3	10.00
KOH < Ca(OH) ₂ < Mg(OH) ₂	S4, S5, S15, S16, S20, S21	6	20.00
Ca(OH) ₂ < Mg(OH) ₂ < KOH	S22, S23, S27, S29	4	13.33

Bir bazın kuvveti, o bazın ne kadar hidroksil (OH⁻) verebildiğinin bir ölçüsüdür. Eğer bir çözücü ortamından bahsediliyorsa bir bazın kuvveti, o bazın içinde bulunduğu çözeltiye ne kadar hidroksil (OH⁻) verebildiğinin bir ölçüsüdür. Dolayısıyla, kuvvetli baz kavramı bazın iyonlaşma eğilimi ile ilgilidir. Hidroksil iyonunun bir metal ile yapmış olduğu bileşik B-OH şeklinde gösterilecek olursa;



Şeklinde bir gösterim ile ifade edilebilecek iyonlaşma olayı sonucunda ortama hidroksil (OH^-) verilecektir. Bazların bu şekilde gerçekleşen iyonlaşma eğilimlerini etkileyen iki önemli faktör vardır. Bu faktörler, metal atomunun (B) yükü ve çapıdır. B şeklinde gösterilen metal atomunun yükü arttıkça metal atomu ile OH grubu arasındaki Cloumb çekim kuvveti artacak ve hidroksil iyonunun ayrılması zorlaşacaktır. Yani bazlık kuvveti azalacaktır. Bununla birlikte; B atomunun çapı arttıkça B-OH bağı zayıflayacaktır. Dolayısıyla hidroksil (OH^-) kolaylıkla açığa çıkacak, yani bazlık kuvveti artacaktır. Periyodik tabloda soldan sağa doğru gidildikçe yük artacak, bununla birlikte yarıçap ise azalacaktır. Periyodik tabloda soldan sağa doğru gidildikçe bazlık kuvveti üzerine etki bakımından yükün etkisi yarıçapın etkisini bastıracaktır. Bir başka ifade ile yükün bazlık üzerine etkisi yarıçapın etkisinden daha fazla olacaktır. Çünkü Periyodik tabloda soldan sağa doğru gidildikçe baş kuantum sayısı değişmemektedir. Yani atomlar aynı yörüngededirler (kabuk, enerji düzeyi). Aynı yörüngede bulunan atomların yarıçapları arasındaki fark, farklı yörüngelerde bulunan atomların yarıçapları arasındaki fark kadar yüksek değildir. Yarıçaplar arasındaki farkın düşük olmasının bazlık kuvveti üzerine etkisi yükün bazlık kuvveti üzerine etkisinden daha düşük olacaktır. Netice itibarı ile de periyodik tabloda soldan sağa doğru gidildikçe yukarıda bahsedilen nedenlerden dolayı bazlık kuvveti azalacaktır. Periyodik tabloda bir grupta yukardan aşağı doğru gidildiğinde ise metallerin yükleri sabit kalmaktadır/değişmemektedir. Bununla birlikte, periyodik tabloda bir grupta yukardan aşağı doğru gidildiğinde atom yarıçapları artmaktadır. Çünkü Periyodik tabloda yukardan aşağı doğru gidildikçe baş kuantum sayısı değişmektedir. Yani atomlar aynı yörüngede olmayıp bir sonraki yörüngede olmaktadır. Farklı yörüngelerde bulunan atomların yarıçapları arasındaki fark ise oldukça fazladır. B atomunun yarıçapı arttıkça B-OH bağı zayıflayacak ve böylelikle de OH grubu daha kolay ayrılacaktır. Bir başka ifade ile de periyodik tabloda aynı grup içerisinde yukardan aşağı doğru gidildikçe bahsedilen nedenlerden dolayı metal hidroksitlerin bazlıkları artacaktır.

Bahsedilen tüm bu açıklamalardan dolayı birinci sorunun doğru cevabı $Mg(OH)_2 < Ca(OH)_2 < KOH$ şeklindedir. Katılımcıların yukarda ayrıntılı bir şekilde açıklanan bir akıl yürütme ile soruyu çözmeleri beklenmektedir. Bununla birlikte, yapılan bu araştırmada bahsedilen soruya doğru cevap veren öğrenci oranının %30.00 olduğu tespit

edilmiştir. Bu çok küçük bir orandır. Öğrencilerin çoğunun soruyu çözerken bilişsel çaba harcamak yerine farklı stratejiler kullanmış olmaları sorulara doğru cevap veren öğrenci oranının az olmasının sebebi olabilir. Analitik akıl yürütme öğrenciler için büyük bir bilişsel çaba gerektirdiğinden dolayı öğrencilerin büyük bir kısmı daha az bilişsel çaba gerektiren ve farklı h ristiklerin kullanımını esas alan stratejilere yönelmiş olabilirler. Bu araştırmanın amacı öğrencilerin farklı kimya konularında h ristik kullanımlarını incelemek olduğu için öğrencilerin mülakatlar sürecinde bahsedilen soru ile ilgili olarak yapmış oldukları açıklamalar ve kendilerine sorulan sorulara vermiş oldukları cevaplar h ristik 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  ğrenci ifadelerinin  zetleri Tablo 23' de verilmiştir. Burada önemli bir hususu belirtmek gerekmektedir. Tablo 23'de yer alan Periyodik Eğilim h ristiği Talanquer tarafından önerilen on h ristik içerisinde yer almamaktadır. Bununla birlikte yapılan bu çalışmada katılımcıların bu h ristiği de kullanmış olduklarının tespit edilmesi nedeniyle bu h ristik de değerlendirmeye alınmış ve tabloya eklenmiştir.

Tablo 23

Höristikler İle İlişkilendirilen Öğrenci İfadeleri (Bileşiklerin Bağlı Bazlık Kuvvetleri, KOH, Mg(OH)₂ ve Ca(OH)₂ Bileşikleri)

Höristik kod	Öğrenci ifadelerinin özeti
<i>Çağrışımsal Aktivasyon</i> Boşlukları doldurmak için hafızada mevcut bulunan zihinsel yapıların kullanılması	• Hidroksil grubunun sayısı arttıkça bazlık artar. • “Ne kadar çok elektronegatif, o kadar kuvvetli baz” yaklaşımının benimsendiği ifadeler. • Periyodik tabloda soldan sağa ve yukardan aşağı doğru gidildikçe bazlık değişir. • “Ne kadar büyük yarıçap, o kadar kuvvetli baz” yaklaşımının benimsendiği ifadeler. • Molekül ağırlığı büyük olan bileşik daha baziktir.
<i>Akıcılık</i> Kolay elde edilebilen ipuçlarının kullanılması	• Bileşikteki hidroksil grubu sayısının ipucu olarak değerlendirilmesi/ Mg(OH)₂ ve Ca(OH)₂ bileşiklerindeki 2 rakamının kolay elde edilebilir bir ipucu olarak değerlendirilmesi.
<i>Nitelik yer değiştirmesi</i> Orijinal sorunun daha basit bir soru ile yer değiştirmesi.	Orijinal sorunun şu sorularla yer değiştirmesi: • Hangi bileşikte daha çok hidroksil grubu var? • Bileşiklerin molekül ağırlıklarına göre sıralanması nasıldır? • K, Mg ve Ca atomlarının periyodik tabloda birbirlerine göre konumları nasıldır? • K, Mg ve Ca atomlarının elektronegatifliklerine göre sıralaması nasıldır? • K, Mg ve Ca atomlarının yarıçaplarına göre sıralaması nasıldır?
<i>Tek Nedenli Karar Verme</i> Tek bir ipucu veya faktörün kullanımı ile akıl yürütmenin basitleştirilmesi	• Sadece elektronegatifliği değerlendirerek karar verme. • Sadece yarıçapların değerlendirilmesi ile karar verme. • Sadece bir bileşiği daha önce tanıyıp tanımamaya dayalı olarak karar verme. • Sadece atomların periyodik tablodaki yerlerine göre karar verme • Sadece bileşiklerin molekül ağırlıklarına göre karar verme
<i>Yüzeysel Benzerlik</i> Yapısal gösterim olarak birbirlerine benzeyen kimyasal bileşiklerin benzer özelliklere ve davranışlara sahip olduklarının varsayılması	• Mg(OH)₂ , Ca(OH)₂’e benziyor.

Höristik kod	Öğrenci ifadelerinin özeti
<i>Tanıma</i> Tanınan nesnelere daha çok değer verme/tanınmayanlara daha az değer verme	• KOH'ı biliyorum/tanıyorum • Ca(OH)₂'i biliyorum/tanıyorum • Mg(OH)₂'i bilmiyorum/tanımiyorum. Daha önce hiç duymadım.
<i>Genelleştirme</i> Öğrenilmiş model veya kuralların fazladan genelleştirilmesi.	• Periyodik tabloda yukardan aşağı doğru gidildikçe genellikle tüm özellikler artar/azalır, bu nedenle bazlık da yukardan aşağı artar/azalır. • Periyodik tabloda soldan sağa doğru gidildikçe genellikle tüm özellikler artar/azalır, bu nedenle bazlık da yukardan aşağı artar/azalır. • Elektronegatifliği yüksek atomların genellikle tüm özellikleri yüksek olur. • Yarıçapı büyük olan atomların genellikle tüm özellikleri yüksek olur.
<i>Katılık</i> Esnek ve yaratıcı şekilde akıl yürütmeme	• Bileşiklerdeki hidroksil grubu sayısını esas alarak bazlık kuvvetine karar vereceğim. • Bileşiklerde bulunan atomların periyodik tablodaki dizilim sıralarına göre karar vereceğim. • Bileşiklerde bulunan atomların elektronegatifliğe göre karar vereceğim • Bileşiklerde bulunan atomların yarıçaplarına göre karar vereceğim
<i>Aşırı özgüven</i> karar verme süreçlerindeki özgüvenin gerçek doğruluğu aşması	• Soruyu kesinlikle doğru çözdüm/çözeceğim • Güven seviyem 8-10'dur.
<i>Duygulanım</i> Olumlu veya olumsuz duygular	• Baz/Bazlık kuvveti konusunu seviyorum/sevmiyorum, olumlu/olumsuz duygu
<i>Periyodik Eğilim*</i>	• Periyodik tabloda soldan sağa doğru gidildikçe bazlık artar/azalır. • Periyodik tabloda yukardan aşağı doğru gidildikçe bazlık artar/azalır.

*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 listeye eklenmiştir.

Bu araştırmaya 30 öğrenci katılmıştır. Araştırmaya katılan 30 öğrencinin soruyu nasıl çözdükleri ile ilgili açıklamaları esas alınarak yapılan kodlama işlemi Tablo 24 'de özetlenmiştir.

Tablo 24

Katılımcıların Kullanmış Oldukları Höristikler (Bileşiklerin Bağlı Bazlık Kuvvetleri, KOH, $Mg(OH)_2$ ve $Ca(OH)_2$ Bileşikleri)

Höristik	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15
Çağrışımsal Aktivasyon	•		•	•	•	•		•	•		•	•	•	•	•
Akıcılık	•		•		•			•	•		•			•	
Nitelik Yer Değiştirmesi	•		•	•	•	•		•	•		•	•	•	•	•
TNKV		•		•		•	•			•		•	•		•
Yüzeysel benzerlik			•								•				
Tanıma		•					•	•	•	•					
Genelleştirme	•			•	•								•	•	•
Katılık						•							•		•
Aşırı Özgüven						•									
Duygulanım	•					•		•							
Periyodik Eğilim	•				•	•								•	
	S16	S17	S18	S19	S20	S21	S22	S23	S24	S25	S26	S27	S28	S29	S30
Çağrışımsal Aktivasyon	•	•	•	•	•	•	•	•		•		•	•	•	•
Akıcılık		•	•			•				•					
Nitelik Yer Değiştirmesi	•	•	•	•	•	•	•	•		•		•	•	•	•
TNKV	•			•	•				•		•		•		•
Yüzeysel benzerlik			•												
Tanıma							•	•	•		•	•		•	
Genelleştirme	•				•	•	•	•		•		•		•	
Katılık				•						•					
Aşırı Özgüven				•	•		•			•			•		
Duygulanım								•		•			•		
Periyodik Eğilim				•		•	•	•		•		•	•	•	

Karşılaştırmaları ve yorumlamaları kolaylaştırmak amacıyla bahsedilen soruyu çözme süreçlerinde ilgili höristikleri en az bir defa kullanan katılımcı sayıları ve yüzdeleri, bu höristikleri kullanan katılımcıların kod isimleri ile birlikte Tablo 25 'de verilmiştir. Tablo 25 'de verilen yüzdeler ilgili höristiği en az bir defa kullanan katılımcıların sayısının toplam katılımcı sayısına oranını yüzde olarak ifade etmektedir (N=30, toplam katılımcı sayısı).

Tablo 25

İlgili Höristikleri En Az Bir Defa Kullanan Katılımcı Sayıları ve Yüzdeleri (Bileşiklerin Bağlı Bazlık Kuvvetleri, KOH, Mg(OH)₂ ve Ca(OH)₂ Bileşikleri)

H�ristikler	n	% (N=30)	�ğrenciler
<i>Çağrışimsal Aktivasyon</i>	25	83.33	S1, S3, S4, S5, S6, S8, S9, S11, S12, S13, S14, S15, S16, S17, S18, S19, S20, S21, S22, S23, S25, S27, S28, S29, S30
<i>Akılcılık</i>	11	36.66	S1, S3, S5, S8, S9, S11, S14, S17, S18, S21, S25
<i>Nitelik yer değiştirmesi</i>	25	83.33	S1, S3, S4, S5, S6, S8, S9, S11, S12, S13, S14, S15, S16, S17, S18, S19, S20, S21, S22, S23, S25, S27, S28, S29, S30
<i>Tek Nedenli Karar Verme</i>	15	50.00	S2, S4, S6, S7, S10, S12, S13, S15, S16, S19, S20, S24, S26, S28, S30
<i>Y�zeysel Benzerlik</i>	3	10.00	S3, S11, S18
<i>Tanuma</i>	11	36.66	S2, S7, S8, S9, S10, S22, S23, S24, S26, S27, S29
<i>Genelleştirme</i>	14	46.66	S1, S4, S5, S13, S14, S15, S16, S20, S21, S22, S23, S25, S27, S29
<i>Katılık</i>	5	16.66	S6, S13, S15, S19, S25
<i>Aşırı �zg�ven</i>	6	20.00	S6, S19, S20, S22, S25, S28
<i>Duygulanım</i>	5	16.66	S1, S6, S8, S23, S28
<i>Periyodik Eğilim</i>	12	40.00	S1, S5, S6, S14, S19, S21, S22, S23, S25, S27, S28, S29

Bir soru üzülürken soruda ne istendiğinin doğru olarak belirlenmesi oldukça önemlidir. KOH, Mg(OH)₂ ve Ca(OH)₂ bileşiklerinin artan bazlık kuvvetlerine göre sıralanmasının istendiği bu sorunun bilimsel akıl yürütmeler ile  z m  için B olarak gösterilen metal atomunun yükünün ve yarıçapının değerlendirmesi bu değerlendirmeler sonucuna göre de bahsedilen bileşiklerin bazlık kuvvetlerine göre sıralanması gerekmektedir. Bu kastedilen hedef niteliktir. Fakat yapılan bu araştırmada, katılımcıların sorunun  z m  ile ilgili akıl yürütmeleri incelendiğinde, h ristiklerin 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 h ristiğinin etkisidir. Nitelik yer değiştirmesi soruların üzülmesi için zorunlu olan bilgilerin bilinçsizce ihmal edilmesi ile karmaşıklığı azaltmaktadır (Ugras, 2018). Bazlık kuvveti ile ilgili olan bu çalışmada, nitelik yer değiştirmesinin etkisinden dolayı katılımcılardan 25 tanesinin (%83.33) kastedilen hedef nitelik yerine başka nitelikleri değerlendirdikleri veya kastedilen hedef niteliği bilinçsizce değerlendirdikleri ve böylelikle de soruyu okuduktan sonra orijinal soruyu basit başka bir soru ile değiştirdikleri tespit edilmiştir. Bu katılımcılar B olarak

gösterilen metal atomunun yükü ve yarıçapı yerine başka nitelikleri değerlendirmişler veya yarıçapını bilinçsizce değerlendirmişler ve böylelikle de başka basit bir sorunun cevabı üzerine odaklanmışlardır. Bu öğrencilerin değerlendirdikleri nitelikler şunlardır: Bileşikteki hidroksil iyonu sayısı, bileşiklerin ağırlıkları, bileşikleri oluşturan metal atomlarının elektronegatiflikleri ve bileşikleri oluşturan atomların periyodik tablodaki yerleri. Farklı nitelikleri değerlendiren bu öğrenciler orijinal soru yerine aslında şu sorulardan birinin veya daha fazlasının cevabı üzerine odaklanmışlardır; “Hangi bileşikte daha çok hidroksil grubu var?”, “Bileşiklerin molekül ağırlıklarına göre sıralanması nasıldır?”, “K, Mg ve Ca atomlarının periyodik tabloda birbirlerine göre konumları nasıldır?”, “K, Mg ve Ca atomlarının elektronegatifliklerine göre sıralaması nasıldır?” ve “K, Mg ve Ca atomlarının yarıçaplarına göre sıralaması nasıldır?”.

Bireylerin karar verme süreçlerinde çağrışımsal aktivasyon, nitelik yer değiştirmesi ve akıcılık hōristiği genellikle birbirini tetiklemekte ve desteklemektedir. KOH, Mg(OH)₂ ve Ca(OH)₂ bileşiklerinin bazlık kuvvetleri ile ilgili bu çalışmada, katılımcılardan çoğunun akıl yürütme süreçlerinde çağrışımsal aktivasyon, nitelik yer değiştirmesi ve akıcılık hōristiklerinin aynı anda etkili olduğu belirlenmiştir. S5 kodlu öğrencinin birinci soruyu çözme sürecindeki akıl yürütmesi çağrışımsal aktivasyon, nitelik yer değiştirmesi ve akıcılık hōristiklerinin aynı anda etkili olduğu örnek bir akıl yürütme süreci olarak verilebilir;

S5: *Bana göre doğru sıralama şu şekildedir: KOH < Ca(OH)₂ < Mg(OH)₂*

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

S5: *Potasyum hidroksitte bir tane hidroksil grubu var. Bununla birlikte magnezyum hidroksit ve kalsiyum hidroksitte ise 2 tane hidroksil var. Bazlık hidroksil grubu ile ilgilidir. Bir bileşikte ne kadar çok hidroksil varsa o bileşik o kadar çok baziktir. Dolayısıyla Mg(OH)₂ ve Ca(OH)₂, Potasyum hidroksitten daha kuvvetli bazlardır.*

Mülakatçı: *Mg(OH)₂' in Ca(OH)₂'den daha bazik olduğunu belirttin. Neden?*

S5: *Magnezyum ve kalsiyumun her ikisi de periyodik tabloda 2A grubunda yer almaktadırlar. Yani her ikisi de aynı gruptadır. Periyodik*

tabloda yukardan aşığı doğru gidildikçe tüm özellikler genellikle azalır. Büyük bir ihtimalle bazlık da yukardan aşığı azalır. Magnezyum periyodik tabloda kalsiyuma göre daha yukardadır. Bu nedenle $Mg(OH)_2$ daha kuvvetli bazdır.

S5 kodlu öğrencinin ifadelerinden bahsedilen öğrencinin soruyu çözme sürecinde akıcılık, çağrışımsal aktivasyon ve nitelik yer değıştirmesi h ristiklerinin birbirlerini tetikledikleri ve destekledikleri anlaşılmaktadır. Öğrencinin $Mg(OH)_2$ ve $Ca(OH)_2$ bileşiklerinde bulunan 2 rakamını (bileşikte bulunan hidroksil grubu sayısı) kolay elde edilebilir bir ipucu olarak kullanması akıcılık h ristiğı ile ilişkilidir. Herhangi bir alanda yeni olan bir kişi için, aşikâr olarak verilen özelliklerin incelenmesi imalı olarak verilen özelliklerin incelenmesinden daha kolaydır. İnsanlar yargılama yaparken ve karar verirken kolay elde edilen bilgiyi kullanma eğilimindedirler. Bu nedenle $Mg(OH)_2$ ve $Ca(OH)_2$ bileşiklerinde bulunan 2 rakamının bilinçsiz bir şekilde kullanılması akıcılık h ristiğinin etkisinin bir sonucudur. Öğrencinin bazlık ile hidroksil grubu arasında ilişki kurması ve “bir bileşikte ne kadar çok hidroksil grubu var ise o bileşik o kadar çok baziktir” şeklinde bir yaklaşımı benimsemesi çağrışımsal aktivasyon h ristiğı ile ilişkilidir. Öğrenci bu süreçte orijinal soru yerine “Hangi bileşikte daha çok hidroksil var” şeklinde daha basit bir soru üzerine odaklanmıştır. Öğrenci bu süreçte orijinal soruyu başka ve daha basit bir soru ile yer değıştirmiş ve böylelikle de hedef nitelik yerine başka bir niteliğı değ lendirmiştir. Bu durum nitelik yer değıştirmesi h ristiğı ile ilişkilidir.

Çağrışımsal aktivasyon h ristiğı bir kişinin yeni bir problem ile karşılaştığında o kişinin hafızasında mevcut bulunan zihinsel yapıları bu yeni problemin c z m  sürecinde bilinçsizce kullanılmasıyla etkisini göstermektedir. Bireylerin çağrışımsal aktivasyon h ristiğinin etkisi ile genellikle “Ne kadar çok A - o kadar çok B” (More A- More B) , veya “Ne kadar çok A o kadar az B” (More A- Less B) şeklinde ifade edilen düz veya ters orantı yaklaşımlarını benimsedikleri literatürde belirtilmektedir (Talanquer, 2014). Bazlık kuvvetleri ile ilgili olarak yapılan bu çalışmada da katılımcıların sıklıkla düz veya ters orantı yaklaşımlarını benimsedikleri tespit edilmiştir. Bu araştırma ile tespit edilen ve çağrışımsal aktivasyon h ristiğı ile ilişkili olan öğrenci yaklaşımları şunlardır: “Hidroksil grubunun sayısı arttıkça bazlık artar”, “Ne kadar çok elektronegatif, o kadar kuvvetli baz” yaklaşımının benimsendiğı ifadeler,

“Periyodik tabloda soldan sağa ve yukardan aşağı doğru gidildikçe bazlık değişir”, “Ne kadar büyük yarıçap, o kadar kuvvetli baz” yaklaşımının benimsendiği ifadeler, “Molekül ağırlığı büyük olan bileşik daha baziktir”.

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 KOH, öğrencilerin adını sıklıkla duydukları bir kimyasal bileşiktir. KOH bileşiğinin adından derslerde sıklıkla bahsedilmektedir. Laboratuvarlarda da birçok deneyde bu bileşik sıklıkla kullanılmaktadır. Tanıma hristiğinin etkisi ile öğrencilerin bir kısmı KOH’i bazlık kuvveti en yüksek bileşik olarak değerlendirmişlerdir. Öğrencilerin bir kısmı da Ca(OH)_2 bileşiğinin günlük hayatta söndürölmüş kireç olarak isimlendirildiğini ve adını daha önceleri birçok defa duyduklarını ve dolayısıyla da bu bileşiği tanıdıklarını belirtmişlerdir. Tanıma hristiğinin etkisi ile öğrencilerin bir kısmı da Ca(OH)_2 ’i bazlık kuvveti en yüksek bileşik olarak değerlendirmişlerdir. Öğrencilerin bir kısmı da Mg(OH)_2 bileşiğinin adını daha önce hiç duymadıklarını dolayısıyla bu bileşiği tanımadıklarını ifade etmişlerdir. Bu öğrenciler “ Mg(OH)_2 eğer kuvvetli bir baz olsaydı adını daha önceden mutlaka duyardık, bu nedenden dolayı büyük bir ihtimalle Mg(OH)_2 zayıf bir bazdır” şeklinde bir yaklaşımı benimseyerek Mg(OH)_2 ’i verilen bileşikler içerisinde en zayıf bazlık kuvvetine sahip olan bileşik olarak değerlendirmişlerdir. Bahsedilen öğrencilerin soruyu bu şekilde çözmeleri tanıma hristiğinin etkisinin bir sonucudur. S7 kodlu öğrencinin soruyu çözme sürecindeki akıl yürütmesi tanıma hristiğinin etkili olduğu örnek bir akıl yürütme süreci olarak verilebilir;

S7: Bana göre doğru sıralama şu şekildedir: $\text{Mg(OH)}_2 < \text{Ca(OH)}_2 < \text{KOH}$

Soruyu cevaplamak için kullandığın stratejiyi açıklar mısın?

Mülakatçı: KOH’ı biliyorum. Derslerde adından sıkça bahsedilir. Kuvvetli bazlara örnek verilirken KOH in adından sıklıkla bahsedilir. Bu yüzden bana göre bu üç bileşik içerisinde en bazik olanı KOH’dır. Ca(OH)_2 bileşiğinin de adını daha önceleri duymuştum. Eğer yanılmıyorsam bu bileşik sönmemiş kireçtir. Mg(OH)_2 i bilmiyorum. Bu nedenle bana göre büyük bir ihtimalle Ca(OH)_2 , Mg(OH)_2 ’den daha kuvvetli bazdır.

S7 kodlu öğrencinin daha önceden tanıdığı için KOH bileşiğini soruda yer alan bileşikler içerisinde en kuvvetli baz olarak değerlendirmesi tanıma hristiğinin etkisinin bir sonucudur. Benzer şekilde daha önce adını hiç duymadığı ve tanımadığı için $Mg(OH)_2$ bileşiğini soruda yer alan bileşikler içerisinde en zayıf baz olarak olarak değerlendirmesi de tanıma hristiğinin etkisinin bir sonucudur.

Yapısal gösterim olarak birbirlerine benzeyen kimyasal bileşiklerin aynı kategorideki üyeler olduğunun ve bu tür bileşiklerin benzer özelliklere ve davranışlara sahip olduklarının varsayılması yüzeysel benzerlik hristiğinin etkisinin bir sonucudur. S3 kodlu öğrencinin soruyu çözme sürecindeki akıl yürütmesi yüzeysel benzerlik hristiğinin etkili olduğu örnek bir akıl yürütme süreci olarak verilebilir;

S3: *Bana göre doğru sıralama şu şekildedir: $KOH < Ca(OH)_2 = Mg(OH)_2$*

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

S3: *Magnezyum hidroksit ve kalsiyum hidroksitte ise 2 tane hidroksil var. Bazlık hidroksil grubu ile ilgilidir. Bir bileşikte ne kadar çok hidroksil varsa o bileşik o kadar çok baziktir. Dolayısıyla $Mg(OH)_2$ ve $Ca(OH)_2$, Potasyum hidroksitten daha kuvvetli bazlardır. $Mg(OH)_2$ ve $Ca(OH)_2$ bileşikleri birbirine çok benziyor. Dolayısıyla büyük bir ihtimalle bu iki bileşiğin bazlık kuvvetleri birbirine çok yakındır veya eşittir.*

S3 kodlu öğrencinin birbirlerine çok benzedikleri için $Mg(OH)_2$ ve $Ca(OH)_2$ bileşiklerini aynı bazlık kuvvetine sahip olarak değerlendirmesi yüzeysel benzerlik hristiğinin bu süreçte etkili olduğunu göstermektedir.

Bireylerin tüm değişkenleri göz önünde bulundurmadan, önceden tecrübe ettikleri birkaç olaydan elde ettikleri bilgileri kullanarak öğrenmiş oldukları kalıpları veya kuralları fazladan genelleştirmeleri genelleştirme hristiğinin bir etkisi olarak kabul edilir. KOH, $Mg(OH)_2$ ve $Ca(OH)_2$ bileşiklerinin artan bazlık kuvvetlerine göre sıralanmasının istendiği sorunun çözümü sürecinde de katılımcıların bir kısmının karar verme süreçlerinde genelleştirme hristiğinin etkili olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışma ile tespit edilen ve genelleştirme hristiğinin etkili olduğunu açığa çıkaran katılımcı ifadeleri şunlardır: “Periyodik tabloda yukardan aşağı doğru gidildikçe genellikle tüm

özellikler artar/azalır, bu nedenle bazlık da yukardan aşağı artar/azalır”, “Periyodik tabloda soldan sağa doğru gidildikçe genellikle tüm özellikler artar/azalır, bu nedenle bazlık da yukardan aşağı artar/azalır”, “Elektronegatifliği yüksek atomların genellikle tüm özellikleri yüksek olur”, “Yarıçapı büyük olan atomların genellikle tüm özellikleri yüksek olur”. Katılımcıların karar verme süreçlerinde genelleştirme hüristiğinin diğerk bazı hüristikler ile birlikte etkili olduğu Tablo 24’den anlaşılmaktadır. Verilen sorunun çözümü için Genelleştirme hüristiği ile aynı anda en çok kullanılan hüristiklerden bir tanesi periyodik eğilim hüristiği olmuştur. Bu iki hüristik birbirini tetiklemiş ve desteklemiştir. Yukarda örnek olarak verilen S5 kodlu öğrencinin akıl yürütme sürecinde genelleştirme hüristiği ile birlikte periyodik eğilim hüristiği de etkili olmuştur. S5 kodlu öğrencinin “*Periyodik tabloda yukardan aşağı doğru gidildikçe tüm özellikler genellikle azalır. Büyük bir ihtimalle bazlık da yukardan aşağı azalır.*” şeklindeki yaklaşımı genelleştirme hüristiğinin ve periyodik eğilim hüristiğinin ikisinin de etkili olduğunu göstermektedir.

Bireyler genel olarak mantıklı bir cevap vermek için tek bir ipucu veya faktörü kullanarak akıl yürütmeyi kolaylaştırırılar. Bunu yaparken de akıllarına gelen ilk özelliği kullanılırlar. Örneğin S20 kodlu öğrenci sadece bazlardaki metallerin elektronegatifliklerini değerlendirerek karar vermiştir. Bu nedenden dolayı da S20 kodlu öğrencinin karar verme sürecinde tek nedenli karar verme hüristiği etkili olmuştur. KOH, Mg(OH)₂ ve Ca(OH)₂ bileşiklerinin artan bazlık kuvvetlerine göre sıralanmasının istendiği sorunun çözümü sürecinde sadece tek bir nedene dayanarak karar veren katılımcıların şu faktörlerden sadece bir tanesini değerlendirerek karar verdikleri tespit edilmiştir: “metal atomlarının elektronegatifliği”, “metal atomlarının yarıçapları”, “bileşiğı daha önce tanıma/tanıma” ve “metal atomlarının periyodik tablodaki yerleri”, “bileşiklerin molekül ağırlıkları”.

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 bazlık kuvvetlerine göre bağıl 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 duygulanım h ristiği kodlanmıştır. Katılımcılardan iki tanesi (S6, S28) periyodik tablo konusuna özel ilgileri olduğunu, periyodik tablo ve periyodik tabloda değişen özellikler konusunu sevdiklerini, atom yarıçapı, iyonlaşma enerjisi, elektron ilgisi, asitlik ve bazlık gibi tüm özelliklerin periyodik tabloda soldan sağa doğru nasıl değiştiklerin bildiklerini (artar veya azalır şeklinde), bu özelliklerin değişmesinde etkili olan faktörleri ve açıklamaları tam olarak bilmeseler bile özelliklerin değerinin arttığını veya azaldığını bilmelerinin kendilerine yettiğini ifade etmişlerdir. S6 ve S28 kodlu öğrencilerin bu ifadeleri esas alınarak bu öğrenciler için de duygulanım h ristiği kodlanmıştır.

Bu çalışmada, katılık h ristiğinin etkilerini araştırmak için şu şekilde bir yol izlenmiştir: Bileşiklerin bağıl bazlık kuvvetlerine göre sıralanması ile ilgili soru katılımcılara sorulmadan önce katılımcılara şu soru y neltirmiştir: “Bileşiklerin bağıl bazlık kuvvetlerine göre sıralanması konusu ile ilgili kesin bir yargı/önyargıya sahip misin? Mesela “Bileşiklerin bağıl bazlık kuvvetlerine 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 S6, S13, S15, S19 ve S25 kodlu öğrencilerin soruyu çözme süreçlerinde katılık h ristiğinin etkilerinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bahsedilen  ğrenciler bileşiklerin bağıl bazlık kuvvetlerine göre sıralanması konusu ile ilgili olarak soru ne olursa 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. Öğrencilerin güvenmiş oldukları yaklaşımlar şunlardır: “Bileşiklerdeki hidroksil grubu sayısını esas alarak asitlik kuvvetine karar vereceğim”, “Bileşiklerde bulunan atomların periyodik tablodaki dizilim sıralarına göre karar vereceğim”, “Bileşiklerde bulunan atomların elektronegatifliğe göre karar vereceğim”, “Bileşiklerde bulunan atomların yarıçaplarına göre karar vereceğim”.

Bu çalışmada katılımcılarda aşırı özgüvenin etkilerini araştırmak için şu şekilde bir yol izlendi. Bileşiklerin bağıl bazlık kuvvetlerine göre sıralanması ile ilgili soru katılımcılara sorulmadan/gösterilmeden önce katılımcılara şu soru yöneltilmiştir: “Bileşiklerin bağıl bazlık kuvvetlerine göre sıralanması konusu ile ilgili bir soru ile karşılaşırsan soruyu doğru bir şekilde cevaplayabileceğine ilişkin kendine olan güvenin hangi seviyededir. Güven seviyene 1 ile 10 arasında bir değer vermek istersen (en düşükten en yükseğe doğru ifade etmek maksadıyla) kaç verirsin”. Bileşiklerin bağıl bazlık kuvvetlerine göre sıralanması 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 ile 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 güvenin hangi seviyededir. Güven seviyene 1 ile 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 hõristiđi 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 S16, S19, S20, S22, S25 ve S28 kodlu katılımcıların soruyu çözmeye süreçlerinde aşırı özgüven hõristiđinin etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Periyodik Eğilim hõristiđi Talanquer tarafından önerilen on hõristik içerisinde yer almamaktadır. Bununla birlikte yapılan bu çalışmada katılımcıların bu hõristiđi de kullanmış olduklarının tespit edilmesi nedeniyle bu hõristik de değerlendirmeye alınmıştır. Periyodik Eğilim hõristiđi bazı araştırmacılar tarafından gelişigüzellik (arbitrary) hõristiđi 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 hõristiđinin etkisinin bir sonucudur. S1, S5, S6, S14, S19, S21, S22, S23, S25, S27, S28 ve S29 kodlu öğrencilerin bazlık kuvveti ile ilgili akıl yürütme süreçlerinde bu hõristiđin etkili olduğu tespit edilmiştir. Periyodik eğilim hõristiđinin etkisini gösterdiği akıl yürütmelerin

birçoğunda çağrışımsal tutarlılık, nitelik yer değiştirmesi ve genelleştirme höristikleri de aktif bir rol oynamıştır. Bu h ristikler birbirini tetiklemiş ve desteklemiştir.

4.4. Katılımcıların Bileşiklerin Kaynama Noktalarına Göre Sıralanması Konusu İle İlgili H ristik Akıl Yürütmeleri (HI, HCl, NaI ve NaCl Bileşikleri)

Tez çalışmasının bu kısmında bazı kimyasal bileşiklerin artan kaynama noktalarına göre sıralanmasının istendiği bir görevin yerine getirilmesi sürecinde öğrencilerin h ristik akıl yürütmeleri incelenmiştir. Gerçekleştirilen mülakatlarda katılımcılardan HI, HCl, NaI ve NaCl bileşiklerini artan kaynama noktalarına göre sıralamaları ve yapmış oldukları sıralamanın sebeplerini açıklamaları istenmiştir. Katılımcıların bahsedilen soruya vermiş oldukları cevaplar esas alınarak 6 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 26’da verilmiştir.

Tablo 26

Elde Edilen Cevap Desenleri (Kaynama Noktası, HI, HCl, NaI ve NaCl Bileşikleri)

Küme	Cevap Deseni	�ğrenciler	n	%
A	HI < HCl < NaI < NaCl	S1, S7, S11, S21, S23	5	16.66
B	HCl < HI < NaI < NaCl (Doğru Cevap)	S9, S12, S20, S25, S26, S28, S29	7	23.33
C	HCl < HI < NaCl < NaI	S2, S17, S19	3	10.00
D	NaCl < NaI < HCl < HI	S6, S15, S27	3	10.00
E	NaI < NaCl < HI < HCl	S4, S14, S16	3	10.00
F	HCl < NaCl < HI < NaI	S3, S5, S8, S10, S13, S8, S22, S24, S30	9	30.00

Bir sıvının buhar basıncının dış basın a (atmosfer basıncı) eşit olması durumunda buharlaşma sıvının her yerinde olmaya başlar. Bu olaya kaynama denir. Sıvının kaynamaya başladığı sıcaklığa da kaynama noktası denir. Kaynama noktası moleküller arası kuvvetlerle ilgilidir. Moleküller arası kuvvetler büyüdükçe uçuculuk ve buhar basıncı azalır. Dolayısıyla kaynama noktası yükselir. İyonik bağlı bileşiklerdeki tanecikler arası etkileşimler kovalent bağlı bileşiklerdeki etkileşimlerden çok çok

büyüktür. Bu nedenle de iyonik bileşiklerin kaynama noktaları kovalent bağlı bileşiklere oranla çok çok yüksektir. Soruda verilen NaI ve NaCl iyonik bileşiklerdir. Bunların kaynama noktaları kovalent bileşikler olan HI ve HCl'den çok yüksektir. İyonik bileşiklerin kaynama noktalarını kendi aralarında kıyaslamak için bileşiği oluşturan iyonların yüklerinin ve yarıçaplarının değerlendirilmesi gerekmektedir. İyon yükü büyüdükçe tanecikler arası etkileşim artar. İyon yarıçapı büyüdükçe ise tanecikler arası etkileşim zayıflar. Fiziksel özelliklerin bağlı değerleri arasındaki farklılıklarda iyon yükü farklılıklarının etkisi iyon yarıçapları farklılıklarının etkisinden daha fazladır. NaI ve NaCl bileşiklerinin her ikisinde de iyonların yük değerleri 1'dir. Yük değerlerinin katkıları aynıdır. Dolayısıyla bu iki bileşik için tanecikler arası etkileşimlerin kıyaslanmasını sağlayan faktör yarıçaplardır. Bu iki bileşiğin de katyon kısmı aynıdır. Bu nedenden dolayı da anyon kısımlarının yarıçaplarındaki farklılık NaI ve NaCl bileşiklerindeki etkileşimlerin farklı olmasını sağlamaktadır. İyot, klordan oldukça büyüktür. Yarıçapı daha fazla olan iyotu ihtiva eden NaI bileşiğindeki etkileşimler NaCl bileşiğindeki etkileşimlerden daha az olacaktır. Netice itibarı ile daha kuvvetli etkileşime sahip olan NaCl'nin kaynama noktası NaI'dan daha fazladır. Kovalent bağlı bileşikler olan HI ve HCl'de tanecikler arası etkileşimler dipol-dipol etkileşimleri ve london kuvvetleridir (indüklenmiş dipol – indüklenmiş dipol etkileşimleri). Dipol - dipol etkileşimlerinin büyüklüğü bileşiklerin dipol moment değerlerinin büyüklüğü ile alakalıdır. Bir bileşiğin dipol momenti ise o bileşiği oluşturan atomlar arasındaki elektronegatiflik farkı ve o bileşiğin geometrisi ile ilgilidir. Dipol moment değeri yüksek olan bileşiklerin dipol-dipol etkileşimleri de yüksek olur. Aynı geometriye sahip olan HI ve HCl molekülleri için düşünüldüğünde; Cl atomunun elektronegatifliği I atomunun elektronegatifliğinden daha büyüktür. Dolayısıyla hidrojen ve klor atomları arasındaki elektronegatiflik farkı hidrojen ve iyot atomları arasındaki elektronegatiflik farkından daha büyüktür. Bu durum da HCl'nin dipol momentinin HI'nın dipol momentinden büyük olmasını sağlamaktadır. Dipol momenti daha büyük olan HCl molekülündeki dipol-dipol etkileşimleri HI molekülündeki dipol-dipol etkileşimlerinden büyüktür. HI ve HCl bileşiklerinde etkili olan bir diğer tanecikler arası etkileşim de london kuvvetleridir. London kuvvetleri bileşikteki toplam elektron sayısı ile ilgilidir. Daha çok elektron ihtiva eden bileşiklerdeki london kuvvetleri daha fazladır. HI ve HCl molekülleri için düşünüldüğünde; toplam elektron sayısı HCl'den çok çok fazla olan HI

molekülünde london kuvvetleri daha fazladır. Bu iki bileşik için düşünüldüğünde, london kuvvetlerinin tanecikler arası etkileşime katkısı dipol-dipol etkileşimlerinin katkısından çok çok daha fazladır. Bir başka ifade ile bu iki molekülün kaynama noktalarının kıyaslanmasında london kuvvetlerinin etkisi daha baskındır. Netice itibarı ile de daha büyük london kuvvetlerine sahip olan HI'nın kaynama noktası HCl'den daha yüksektir.

Bahsedilen tüm bu açıklamalardan dolayı sorunun doğru cevabı $\text{HCl} < \text{HI} < \text{NaI} < \text{NaCl}$ şeklindedir. Katılımcıların yukarda ayrıntılı bir şekilde açıklanan bir akıl yürütme ile soruyu çözmeleri beklenmektedir. Bununla birlikte, bahsedilen soruya doğru cevap veren öğrenci oranının %23.23 olduğu tespit edilmiştir. Öğrencilerin çoğunun soruyu çözerken bilişsel çaba harcamak yerine farklı stratejiler kullanmış olmaları sorulara doğru cevap veren öğrenci oranının az olmasının sebebi olabilir. Bu araştırmada öğrencilerin mülakatlar sürecinde bahsedilen soru ile ilgili olarak yapmış oldukları açıklamalar ve kendilerine sorulan sorulara vermiş oldukları cevaplar hōristik kullanımı bakımından incelenmiştir. Bu amaçla, ilk olarak katılımcıların cevapları içerisinde yer alan spesifik ifadeler, Talanquer'in önermiş olduğu 10 hōristikle ilişkilendirilerek kodlamalar yapılmıştır. Kodlamaların yapılmasına dayanak teşkil eden öğrenci ifadelerinin özetleri Tablo 27' de verilmiştir. Burada önemli bir hususu belirtmek gerekmektedir. Tablo 27'de yer alan Periyodik Eğilim hōristiği Talanquer tarafından önerilen on hōristik içerisinde yer almamaktadır. Bununla birlikte yapılan bu çalışmada katılımcıların bu hōristiği de kullanmış olduklarının tespit edilmesi nedeniyle bu hōristik de değerlendirmeye alınmış ve tabloya eklenmiştir.

Tablo 27

Höristikler ile İlişkilendirilen Öğrenci İfadeleri (Kaynama Noktası, HI, HCl, NaI ve NaCl Bileşikleri)

Höristik kod	Öğrenci ifadelerinin özeti
<i>Çağrışımsal Aktivasyon</i> Boşlukları doldurmak için hafızada mevcut bulunan zihinsel yapıların kullanılması	• “Bileşiğin molekül ağırlığı ne kadar büyük ise kaynama noktası o kadar yüksektir” yaklaşımının benimsendiği ifadeler. • Periyodik tabloda soldan sağa ve yukardan aşağı doğru gidildikçe Kaynama noktası değişir. • Metal ihtiva eden bileşiklerin kaynama noktaları daha yüksektir. • Kuvvetli asitlerin kaynama noktaları tuzlardan daha yüksektir. • “Ne kadar çok elektronegatif, o kadar yüksek kaynama noktası” yaklaşımının benimsendiği ifadeler.
<i>Nitelik yer değiştirmesi</i> Orijinal sorunun daha basit bir soru ile yer değiştirmesi.	Orijinal sorunun şu sorularla yer değiştirmesi: • Bileşiklerin molekül ağırlıklarına göre sıralanması nasıldır? • Na, Cl, H, ve I atomlarının periyodik tabloda birbirlerine göre konumları nasıldır? • Hangi bileşikler asit, hangileri tuzdur ? • Hangi atomlar daha elektronegatif ?
<i>Tek Nedenli Karar Verme</i> Tek bir ipucu veya faktörün kullanımı ile akıl yürütmenin basitleştirilmesi	• Sadece bileşiklerin molekül ağırlıklarını değerlendirerek karar verme.
<i>Yüzeysel Benzerlik</i> Yapısal gösterim olarak birbirlerine benzeyen kimyasal bileşiklerin benzer özelliklere ve davranışlara sahip olduklarının varsayılması	• NaI, NaCl’ye benziyor. • NaI, HI’ya benziyor.
<i>Tanıma</i> Tanınan nesnelere daha çok değer verme/tanınmayanlara daha az değer verme	• NaCl’yi tanıyorum/biliyorum • HCl’yi tanıyorum/biliyorum
<i>Genelleştirme</i> Öğrenilmiş model veya kuralların fazladan genelleştirilmesi.	• Periyodik tabloda yukardan aşağı doğru gidildikçe genellikle tüm özellikler artar/azalır, bu nedenle kaynama noktası da yukardan aşağı artar/azalır. • Periyodik tabloda soldan sağa doğru gidildikçe genellikle tüm özellikler artar/azalır, bu nedenle kaynama noktası da yukardan aşağı artar/azalır. • Elektronegatifliği yüksek atomların genellikle tüm özellikleri yüksek olur. • Kuvvetli asitlerin tüm özellikleri genellikle yüksektir.
<i>Katılık</i> Esnek ve yaratıcı şekilde akıl yürütmeme	• “Bileşiğin molekül ağırlığı ne kadar büyük ise kaynama noktası o kadar yüksektir” prensibi ile karar vereceğim.
<i>Aşırı özgüven</i> karar verme süreçlerindeki özgüvenin gerçek doğruluğu aşması	• Soruyu kesinlikle doğru çözdüm/çözeceğim • Güven seviyem 8-10’dur.
<i>Duygulanım</i> Olumlu veya olumsuz duygular	• Kaynama noktası konusunu seviyorum/sevmiyorum, olumlu/olumsuz duygu
<i>Periyodik Eğilim*</i>	• Periyodik tabloda soldan sağa doğru kaynama noktası artar/azalır. • Periyodik tabloda yukardan aşağı doğru Kaynama noktası artar/azalır.

*Periyodik Eğilim h ristiği Talanquer tarafından önerilen on h ristik içerisinde yer almamaktadır. Bununla birlikte yapılan bu çalışmada katılımcıların bu h ristiği de kullanmış olduklarının tespit edilmesi nedeniyle bu h ristik de listeye eklenmiştir.

Bu araştırmaya 30  ğrenci katılmıştır. Araştırmaya katılan 30 öğrencinin soruları nasıl çözdükleri ile ilgili açıklamaları esas alınarak yapılan kodlama işlemi Tablo 28’de özetlenmiştir.

Tablo 28

Katılımcıların Kullanmış Oldukları H ristikler (Kaynama Noktası, HI, HCl, NaI ve NaCl Bileşikleri)

H�ristik	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15
Çağrışımsal Aktivasyon	•	•	•	•	•	•	•	•		•	•		•	•	•
Akıcılık															
Nitelik Yer Değiştirmesi	•	•	•	•	•	•	•	•		•	•		•	•	•
TNKV	•		•		•			•		•			•		
Y�zeysel benzerlik						•					•				
Tanıma											•			•	
Genelleştirme		•		•			•				•				
Katılık															•
Aşırı �zg�ven									•						
Duygulanım	•							•	•						
Periyodik Eğilim		•					•								
	S16	S17	S18	S19	S20	S21	S22	S23	S24	S25	S26	S27	S28	S29	S30
�ağrışımsal Aktivasyon	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•		•	•
Akıcılık															
Nitelik Yer Değiştirmesi	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•		•	•
TNKV			•				•		•						
Yüzeysel benzerlik						•									•
Tanıma					•	•				•	•			•	•
Genelleştirme	•	•				•		•							•
Katılık				•			•								
Aşırı �zg�ven				•								•		•	
Duygulanım								•							
Periyodik Eğilim		•								•					

Karşılaştırmaları ve yorumlamaları kolaylaştırmak amacıyla bahsedilen soruyu çözme süreçlerinde ilgili höristikleri en az bir defa kullanan katılımcı sayıları ve yüzdeleri, bu höristikleri kullanan katılımcıların kod isimleri ile birlikte Tablo 29’da verilmiştir. Tablo 29’da verilen yüzdeler ilgili h ristiği en az bir defa kullanan katılımcıların sayısının toplam katılımcı sayısına oranını yüzde olarak ifade etmektedir (N=30, toplam katılımcı sayısı).

Tablo 29

İlgili Höristikleri En Az Bir Defa Kullanan Katılımcı Sayıları ve Yüzdeleri (Kaynama Noktası, HI, HCl, NaI ve NaCl Bileşikleri)

Höristikler	n	% (N=30)	Öğrenciler
Çağrışımsal Aktivasyon	27	90.00	S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8, S10, S11, S13, S14, S15, S16, S17, S18, S19, S20, S21, S22, S23, S24, S25, S26, S27, S29, S30
Akıcılık	-	-	-
Nitelik yer değiştirmesi	27	90.00	S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8, S10, S11, S13, S14, S15, S16, S17, S18, S19, S20, S21, S22, S23, S24, S25, S26, S27, S29, S30
Tek Nedenli Karar Verme	9	30.00	S1, S3, S5, S8, S10, S13, S18, S22, S24,
Yüzeysel Benzerlik	4	13.33	S6, S11, S21, S30
Tanıma	8	26.66	S11, S14, S20, S21, S25, S26, S29, S30
Genelleştirme	9	30.00	S2, S4, S7, S11, S16, S17, S21, S23, S30
Katılık	3	10.00	S15, S19, S22
Aşırı özgüven	4	13.33	S9, S19, S27, S29
Duygulanım	4	13.33	S1, S8, S9, S23
Periyodik Eğilim	4	13.33	S2, S7, S17, S25

Bir soru çözülürken soruda ne istendiğinin doğru olarak belirlenmesi oldukça önemlidir. HI, HCl, NaI ve NaCl bileşiklerini artan kaynama noktalarına göre sıralamalarının istendiği bu sorunun bilimsel akıl yürütmeler ile çözümü için; iyonik bileşikler olan NaI ve NaCl bileşiklerinde atomların yüklerinin ve yarıçaplarının, kovalent bileşikler olan HI ve HCl bileşiklerinde ise elektron sayılarının değerlendirmesi bu değerlendirmeler sonucuna göre de bahsedilen bileşiklerin artan kaynama noktalarına göre sıralanması gerekmektedir. Bu kastedilen hedef niteliktir. Fakat yapılan bu araştırmada, katılımcıların sorunun çözümü ile ilgili akıl yürütmeleri incelendiğinde, 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 artan kaynama noktalarına göre sıralamaları ile ilgili olan bu çalışmada, nitelik yer değiştirmesinin etkisinden

dolayı katılımcılardan 27 tanesinin (%90.00) 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 atomların periyodik tablodaki yerleri, bileşikleri oluşturan atomların elektronegatiflikleri, bileşiklerin asit veya tuz olmaları. Farklı nitelikleri değerlendiren bu öğrenciler orijinal soru yerine aslında şu sorulardan birinin veya daha fazlasının cevabı üzerine odaklanmışlardır; “Bileşiklerin molekül ağırlıklarına göre sıralanması nasıldır?”, “Na, Cl, H ve I atomlarının periyodik tabloda birbirlerine göre konumları nasıldır?”, “Hangi bileşikler asit, hangileri tuzdur?”, “Hangi atomlar daha elektronegatif?”

Bireylerin karar verme süreçlerinde çağrışımsal aktivasyon, nitelik yer değiştirmesi ve akıcılık hõristiđi genellikle birbirini tetiklemekte ve desteklemektedir. HI, HCl, NaI ve NaCl bileşiklerinin artan kaynama noktalarına göre sıralamasının istendiği bu sorunun çözümü sürecinde akıcılık hõristiđinin herhangi bir etkisine rastlanılmamıştır. Akıcılık hõristiđi moleküllerin formüllerinde veya gösterimlerinde özellikle dikkat çeken kısımlar bulunması durumunda yani aşikâr ipucu bulunması durumunda oldukça sık bir şekilde etkisini göstermektedir. HI, HCl, NaI ve NaCl bileşikleri yapısal gösterim olarak düşünüldüğünde, bu bileşikler üzerinde öğrenciler tarafından kolay elde edilebilir bir ipucu olarak kullanılabilecek herhangi bir kısım yoktur. Bu nedenden dolayı da akıcılık hõristiđi katılımcıların bu soru ile ilgili akıl yürütmelerinde etkili olmamıştır. Bununla birlikte, hafızada mevcut bulunan zihinsel yapıların kullanılmasıyla açığa çıkan çağrışımsal aktivasyon hõristiđi katılımcıların %90’ının akıl yürütme sürecinde etkisini göstermiştir. Bileşiklerin kaynama noktaları ile ilgili bu çalışmada, katılımcıların hõristik akıl yürütme süreçlerinde çağrışımsal aktivasyon ve nitelik yer değiştirmesi hõristiklerinin aynı anda etkili olduğu Tablo 28’in dikkatli bir şekilde incelenmesinden anlaşılmaktadır. S10 kodlu öğrencinin soruyu çözme sürecindeki akıl yürütmesi çağrışımsal aktivasyon ve nitelik yer değiştirmesi hõristiklerinin aynı anda etkili olduğu örnek bir akıl yürütme süreci olarak verilebilir;

S10: *Bana göre doğru sıralama şu şekildedir: HCl < NaCl < HI*

<NaI

Mülakatçı: Soruyu cevaplamak için kullandığın stratejiyi açıklar mısın?

S10: Kaynama noktaları bileşiklerin molekül ağırlıkları ile ilgilidir. Molekül ağırlıkları büyük olan bileşiklerin kaynama noktaları yüksektir. Dolayısıyla artan molekül ağırlıklarına göre yaptığım bu sıralama aynı zamanda kaynama noktaları için de geçerlidir.

S10 kodlu öğrencinin ifadelerinden öğrencinin soruyu çözme sürecinde çağrışımsal aktivasyon ve nitelik yer değiştirmesi hōristiklerinin birbirlerini tetikledikleri ve destekledikleri anlaşılmaktadır. S10 kodlu öğrenci “ Molekül ağırlığı ne kadar büyükse, kaynama noktası o kadar yüksektir” şeklindeki düz orantı yaklaşımını sorunun çözümü için kullanmıştır. “Ne kadar çok A - o kadar çok B” şeklinde özetlenebilecek bu yaklaşım çağrışımsal aktivasyon hōristiğinin etkisinin bir sonucudur. Öğrenci bu tür bir akıl yürütme ile birçok parametreyi değerlendirmeyi ihmal etmiştir. Bu tür akıl yürütme ile soruyu çözen öğrenci hedef nitelik yerine başka bir niteliği (bileşiklerin molekül ağırlıklarını) değerlendirmiş ve böylelikle de farkında olmadan orijinal soruyu daha basit bir soru olan “hangi bileşik daha ağırdır?” şeklindeki bir soru ile yer değiştirmiştir. Bu durum ise nitelik yer değiştirmesi hōristiğinin etkisinin bir sonucudur. Çağrışımsal aktivasyon hōristiğinin etkisiyle katılımcıların genellikle hafızalarında mevcut bulunan şu zihinsel yapıları sıklıkla kullandıkları tespit edilmiştir; “Bileşiğin molekül ağırlığı ne kadar büyük ise kaynama noktası o kadar yüksektir”, “Ne kadar çok elektronegatif, o kadar yüksek kaynama noktası”, “Periyodik tabloda soldan sağa ve yukardan aşağı doğru gidildikçe kaynama noktası değişir”, “Metal ihtiva eden bileşiklerin kaynama noktaları daha yüksektir”, “Kuvvetli asitlerin kaynama noktaları tuzlardan daha 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 kullanılırlar. S10 kodlu öğrenci sadece tek bir nedene dayanarak karar vermiştir. S10 kodlu öğrenci soru ile ilgili karar verme sürecinde sadece bileşiklerin molekül ağırlığını değerlendirmiştir. Bu nedenden dolayı da S10 kodlu öğrencinin karar verme sürecinde tek nedenli karar verme hōristiği de etkili olmuştur.

Taninan 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 ve HCl öğrencilerin adını sıklıkla duydukları kimyasal bileşiklerdir. NaCl günlük hayatta sıklıkla kullanılan sofratuzudur. Öğrenciler bu bileşiğin katı olduğunu bilmektedirler. HCl bileşiğinin adından derslerde sıklıkla bahsedilmektedir. Laboratuvarlarda da birçok deneyde bu bileşik sıklıkla kullanılmaktadır. Öğrencilerin daha önceden bildikleri NaCl ve HCl'ye daha fazla değer vermeleri tanıma hristiğinin etkisinin bir sonucudur. Tanıma hristiğinin etkisi ile bazı öğrenciler NaCl'nin verilen bileşikler içerisinde kaynama noktası en yüksek bileşik olduğunu belirtmişlerdir. Benzer şekilde, HCl'nin kuvvetli asit olduğunu bilen öğrencilerin bir kısmı da HCl'yi kaynama noktası en yüksek bileşik olarak değerlendirmişlerdir. S30 kodlu katılımcının akıl yürütme sürecinde tanıma hristiğinin bu tür etkisi gözlemlenmiştir.

S30: *Bana göre doğru sıralama şu şekildedir: $HI < HCl < NaI < NaCl$*

Mülakatçı: *Soruyu cevaplamak için kullandığın stratejiyi açıklarmısın?*

S30: *NaCl'yi tanıyorum. Sofra tuzudur. Katı olduğunu biliyorum. Bu nedenle kaynama noktası en yüksek olan olarak onu seçtim. NaI, NaCl'ye benziyor. Bu yüzden NaI de büyük ihtimalle katıdır. HCl'yi de biliyorum. Derslerde adından sıklıkla bahsedilir. Kimya laboratuvarlarında da sıklıkla kullanılır. Laboratuvarda birçok defa kullandığımız için sıvı olduğunu ve kuvvetli bir asit olduğunu biliyorum. Kuvvetli asitlerin genellikle tüm özellikleri yüksek olur. Bu nedenle kaynama noktası da yüksektir. HI hakkında hiçbir bilgim yok. Kuvvetli asit olsa adını duyardım. Büyük ihtimalle HCl'den daha zayıf bir asittir. Dolayısıyla kaynama noktası HCl'den daha düşüktür.*

S30 kodlu öğrencinin daha önceden tanıdığı için NaCl bileşiğini soruda yer alan bileşikler içerisinde kaynama noktası en yüksek bileşik olarak değerlendirmesi tanıma hristiğinin etkisinin bir sonucudur. S30 kodlu öğrencinin akıl yürütme sürecinde tanıma hristiği ile birlikte yüzeysel benzerlik, genelleştirme ve nitelik yer değiştirmesi

höristikleri 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 h ristiğinin etkisinin bir sonucudur. S30 kodlu  ğrenci NaCl bileşiğine benzediği için NaI bileşiğinin de kaynama noktasının yüksek olduğunu düşünmektedir. Bu durum yüzeysel benzerlik h ristiğinin etkisinin bir sonucudur. Bireylerin tüm değişkenleri göz önünde bulundurmadan, önceden tecrübe ettikleri birkaç olaydan elde ettikleri bilgileri kullanarak öğrenmiş oldukları kalıpları veya kuralları fazladan genelleştirmeleri genelleştirme h ristiğinin bir etkisi olarak kabul edilir. S30 kodlu  ğrencinin “*Kuvvetli asitlerin genellikle tüm özellikleri yüksek olur*” şeklindeki yaklaşımı, bahsedilen öğrencinin akıl yürütme sürecinde genelleştirme h ristiğinin de etkili olduğunu göstermektedir. Katılımcıların karar verme süreçlerinde genelleştirme h ristiğinin diğer bazı h ristikler ile birlikte etkili olduğu Tablo 28’den anlaşılmaktadır. Genelleştirme h ristiği ile aynı anda en çok kullanılan h ristiklerin nitelik yer değiştirmesi ve çağrışımsal aktivasyon höristikleri olduğu da Tablo 28’in detaylı bir şekilde incelenmesinden anlaşılmaktadır. Bu  alışma ile tespit edilen ve genelleştirme h ristiğinin etkili olduğunu açığa çıkaran katılımcı ifadeleri şunlardır: “Kuvvetli asitlerin tüm özellikleri genellikle yüksektir”, “Periyodik tabloda yukardan aşağı doğru gidildikçe genellikle tüm özellikler artar/azalır, bu nedenle kaynama noktası da yukardan aşağı artar/azalır”, “Periyodik tabloda soldan sağa doğru gidildikçe genellikle tüm özellikler artar/azalır, bu nedenle kaynama noktası da yukardan aşağı artar/azalır”, “Elektronegatifliği yüksek atomların genellikle tüm özellikleri yüksek olur”.

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 kaynama noktalarına 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 duygulanım h ristiği kodlanmıştır. Katılımcılardan bir tanesi (S9) kaynama noktası konusunu sevdiğini ve bu konuya özel ilgisinin olduğunu belirtmiştir. S9 kodlu

öğrencinin bu ifadesi esas alınarak bu öğrenci için de duygulanım hōristiği kodlanmıştır.

Bu çalışmada, katılık hōristiğinin etkilerini araştırmak için şu şekilde bir yol izlenmiştir: Bileşiklerin kaynama noktalarına göre sıralanması konusu ile ilgili soru katılımcılara sorulmadan önce katılımcılara şu soru yöneltilmiştir: “Bileşiklerin kaynama noktalarına göre sıralanması ile ilgili kesin bir yargı/önyargıya sahip misin? Mesela “Bileşiklerin kaynama noktalarına 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 S15, S19, ve S22 kodlu öğrencilerin soruyu çözme süreçlerinde katılık hōristiğinin etkilerinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bahsedilen öğrenciler Bileşiklerin kaynama noktalarına 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. Öğrencilerin güvenmiş olduğu yaklaşım şudur: “Bileşiğin molekül ağırlığı ne kadar büyük ise kaynama noktası o kadar yüksektir” prensibi ile karar vereceğim”.

Bu çalışmada katılımcılarda aşırı özgüvenin etkilerini araştırmak için şu şekilde bir yol izlendi. Bileşiklerin kaynama noktalarına göre sıralanması konusu ile ilgili soru katılımcılara sorulmadan/gösterilmeden önce katılımcılara şu soru yöneltilmiştir: “Bileşiklerin kaynama noktalarına 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 kaynama noktalarına 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 verirsın”. 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 ila 10 arasında bir değer vermek istersen (en düşükten en yükseğe doğru ifade etmek maksadıyla) kaç verirsın”. Bu üç soruya da cevap olarak 8,9 veya 10 verildiği durumlarda aşırı özgüven hōristiği 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 S9, S19, S27 ve S29 kodlu katılımcıların soruyu çözme süreçlerinde aşırı özgüven hōristiğinin etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Periyodik Eğilim hōristiği Talanquer tarafından önerilen on hōristik içerisinde yer almamaktadır. Bununla birlikte yapılan bu çalışmada katılımcıların bu hōristiği de kullanmış olduklarının tespit edilmesi nedeniyle bu hōristik de değerlendirmeye alınmıştır. Periyodik Eğilim hōristiği bazı araştırmacılar tarafından gelişigüzellik (arbitrary) hōristiği 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 hōristiğinin etkisinin bir sonucudur. S2, S7, S17 ve S25 kodlu öğrencilerin akıl yürütme süreçlerinde bu hōristiğin etkili olduğu tespit edilmiştir. Periyodik eğilim hōristiğinin etkisini gösterdiği akıl yürütmelerin birçoğunda çağrışımsal tutarlılık genelleştirme ve nitelik yer değiştirmesi hōristikleri de aktif bir rol oynamıştır. Bu hōristikler birbirini tetiklemiş ve desteklemiştir

4.5. Katılımcıların Bileşiklerin Erime Noktalarına Göre Sıralanması Konusu İle İlgili Hōristik Akıl Yürütmeleri (HCl, HBr, NaI ve NaBr Bileşikleri)

Tez çalışmasının bu kısmında bazı kimyasal bileşiklerin artan erime noktalarına göre sıralanmasının istendiği bir görevin yerine getirilmesi sürecinde öğrencilerin hōristik akıl yürütmeleri incelenmiştir. Gerçekleştirilen mülakatlarda katılımcılardan HCl, HBr, NaI ve NaBr bileşiklerini artan erime noktalarına göre sıralamaları ve yapmış oldukları sıralamanın sebeplerini açıklamaları istenmiştir. Katılımcıların bahsedilen soruya vermiş oldukları cevaplar esas alınarak 6 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 30’da verilmiştir.

Tablo 30

Elde Edilen Cevap Desenleri (Erime Noktası, HCl, HBr, NaI ve NaBr Bileşikleri)

Küme	Cevap Deseni	Öğrenciler	n	%
A	HCl < HBr < NaI < NaBr (Doğru Cevap)	S6, S9, S12, S20, S25, S26, S28, S29	8	26.66
B	HCl < HBr < NaBr < NaI	S1, S2, S3, S5, S8, S10, S13, S17, S18, S19, S22, S24	12	40.00
C	NaBr < NaI < HCl < HBr	S15, S27	2	6.66
D	HBr < HCl < NaI < NaBr	S7, S11, S21, S23, S30	5	16.66
E	NaBr < NaI < HBr < HCl	S14	1	3.33
F	NaI < NaBr < HBr < HCl	S4, S16	2	6.66

Bir katının ısı alarak sıvı hale geçmesi olayına erime denir. Bu olayın meydana gelmeye başladığı sıcaklığa ise erime sıcaklığı veya erime noktası denir. Erime noktası moleküller arası çekim kuvvetleri ile ilgilidir. Moleküller arası çekim kuvvetleri (tanecikler arası etkileşimler) büyüdükçe erime noktası artar. İyonik bağlı bileşiklerde moleküller arası çekim kuvvetleri kovalent bağlı bileşiklere göre çok büyük olduğundan, iyonik bileşiklerin erime noktaları kovalent bileşiklerden çok çok büyüktür. Soruda verilen NaI ve NaBr iyonik bileşiklerdir. Bunların erime noktaları kovalent bileşikler olan HCl ve HBr’den çok yüksektir. İyonik bileşiklerin erime noktalarını kendi aralarında kıyaslamak için bileşiği oluşturan iyonların yüklerinin ve yarıçaplarının değerlendirilmesi gerekmektedir. İyon yükü büyüdükçe etkileşim artar. İyon yarıçapı büyüdükçe ise etkileşim zayıflar. Fiziksel özelliklerin bağlı değerleri arasındaki farklılıklarda iyon yükü farklılıklarının etkisi iyon yarıçapları farklılıklarının

etkisinden daha fazladır. NaI ve NaBr bileşiklerinin her ikisinde de iyonların yük değerleri 1'dir. Yük değerlerinin katkıları aynıdır. Bu iki bileşiğin katyon kısmı aynıdır. Dolayısıyla anyon kısımlarının yarıçaplarındaki farklılık NaI ve NaBr bileşiklerindeki etkileşimlerin farklı olmasını sağlamaktadır. İyot, bromdan oldukça büyüktür. Yarıçapı daha fazla olan iyotu ihtiva eden NaI bileşiğindeki etkileşimler NaBr bileşiğindeki etkileşimlerden daha az olacaktır. Netice itibarı ile daha kuvvetli etkileşime sahip olan NaBr'ün erime noktası NaI'den daha fazladır.

Kovalent bağlı bileşikler olan HCl ve HBr'de tanecikler arası etkileşimler dipol-dipol etkileşimleri ve london kuvvetleridir (indüklenmiş dipol – indüklenmiş dipol etkileşimleri). Dipol - dipol etkileşimlerinin büyüklüğü bileşiklerin dipol moment değerlerinin büyüklüğü ile alakalıdır. Bir bileşiğin dipol momenti ise o bileşiği oluşturan atomlar arasındaki elektronegatiflik farkı ve o bileşiğin geometrisi ile ilgilidir. Dipol moment değeri yüksek olan bileşiklerin dipol-dipol etkileşimleri de yüksek olur. Aynı geometriye sahip olan HCl ve HBr molekülleri için düşünüldüğünde; Cl atomunun elektronegatifliği Br atomunun elektronegatifliğinden daha büyüktür. Dolayısıyla hidrojen ve klor atomları arasındaki elektronegatiflik farkı hidrojen ve brom atomları arasındaki elektronegatiflik farkından daha büyüktür. Bu durum da HCl'nin dipol momentinin HBr'nin dipol momentinden büyük olmasını sağlamaktadır. Dipol momenti daha büyük olan HCl molekülündeki dipol-dipol etkileşimleri HBr molekülündeki dipol-dipol etkileşimlerinden büyüktür. HCl ve HBr bileşiklerinde etkili olan bir diğer tanecikler arası etkileşim de london kuvvetleridir. London kuvvetleri bileşikteki toplam elektron sayısı ile ilgilidir. Daha çok elektron ihtiva eden bileşiklerdeki london kuvvetleri daha fazladır. HCl ve HBr molekülleri için düşünüldüğünde; toplam elektron sayısı HCl'den çok çok fazla olan HBr molekülünde london kuvvetleri daha fazladır. Bu iki bileşik için düşünüldüğünde, london kuvvetlerinin tanecikler arası etkileşime katkısı dipol-dipol etkileşimlerinin katkısından çok çok daha fazladır. Bir başka ifade ile bu iki molekülün erime noktalarının kıyaslanmasında london kuvvetlerinin etkisi daha baskındır. Netice itibarı ile de daha büyük london kuvvetlerine sahip olan HBr'nin erime noktası HCl'den daha yüksektir.

Bahsedilen tüm bu açıklamalardan dolayı sorunun doğru cevabı $HCl < HBr < NaI < NaBr$ şeklindedir. Katılımcıların yukarda ayrıntılı bir şekilde açıklanan bir akıl yürütme ile soruyu çözmeleri beklenmektedir. Bununla birlikte, yapılan bu araştırmada

bahsedilen soruya doğru cevap veren öğrenci oranının %26.66 olduğu tespit edilmiştir. Bu çok küçük bir orandır. Öğrencilerin çoğunun soruyu çözerken bilişsel çaba harcamak yerine farklı stratejiler kullanmış olmaları sorulara doğru cevap veren öğrenci oranının az olmasının sebebi olabilir. Analitik akıl yürütme öğrenciler için büyük bir bilişsel çaba gerektirdiğinden dolayı öğrencilerin büyük bir kısmı daha az bilişsel çaba gerektiren ve farklı h ristiklerin kullanımını esas alan stratejilere yönelmiş olabilirler. Bu araştırmanın amacı öğrencilerin farklı kimya konularında h ristik kullanımlarını incelemek olduğu için öğrencilerin mülakatlar sürecinde bahsedilen soru ile ilgili olarak yapmış oldukları açıklamalar ve kendilerine sorulan sorulara vermiş oldukları cevaplar h ristik 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  zetleri Tablo 31' de verilmiştir. Burada önemli bir hususu belirtmek gerekmektedir. Tablo 31 'de yer alan Periyodik Eğilim h ristiği Talanquer tarafından önerilen on h ristik içerisinde yer almamaktadır. Bununla birlikte yapılan bu çalışmada katılımcıların bu h ristiği de kullanmış olduklarının tespit edilmesi nedeniyle bu h ristik de değerlendirmeye alınmış ve tabloya eklenmiştir.

Tablo 31

Höristikler ile İlişkilendirilen Öğrenci İfadeleri (Erime Noktası, HCl, HBr, NaI ve NaBr Bileşikleri)

Höristik kod	Öğrenci ifadelerinin özeti
<i>Çağrışımsal Aktivasyon</i> Boşlukları doldurmak için hafızada mevcut bulunan zihinsel yapıların kullanılması	• “Bileşiğin molekül ağırlığı ne kadar büyük ise erime noktası o kadar yüksektir” yaklaşımının benimsendiği ifadeler. • Periyodik tabloda soldan sağa ve yukardan aşağı doğru gidildikçe erime noktası değişir. • Metal ihtiva eden bileşiklerin erime noktaları daha yüksektir. • Kuvvetli asitlerin erime noktaları tuzlardan daha yüksektir. • “Ne kadar çok elektronegatif, o kadar yüksek erime noktası” yaklaşımının benimsendiği ifadeler.
<i>Nitelik yer değiştirme</i> Orijinal sorunun daha basit bir soru ile yer değiştirme.	Orijinal sorunun şu sorularla yer değiştirmesi: • Bileşiklerin molekül ağırlıklarına göre sıralanması nasıldır? • Na, Cl, H, Br ve I atomlarının periyodik tabloda birbirlerine göre konumları nasıldır? • Hangi bileşikler asit, hangileri tuzdur ? • Hangi atomlar daha elektronegatif ?
<i>Tek Nedenli Karar Verme</i> Tek bir ipucu veya faktörün kullanımı ile akıl yürütmenin basitleştirilmesi	• Sadece bileşiklerin molekül ağırlıklarını değerlendirerek karar verme.
<i>Yüzeysel Benzerlik</i> Yapısal gösterim olarak birbirlerine benzeyen kimyasal bileşiklerin benzer özelliklere ve davranışlara sahip olduklarının varsayılması	• NaI ve NaBr, NaCl’ye benziyor. • HBr, NaBr’ye benziyor.
<i>Tanıma</i> Tanınan nesnelere daha çok değer verme/tanınmayanlara daha az değer verme	• NaCl’yi tanıyorum/biliyorum • HCl’yi tanıyorum/biliyorum
<i>Genelleştirme</i> Öğrenilmiş model veya kuralların fazladan genelleştirilmesi.	• Periyodik tabloda yukardan aşağı doğru gidildikçe genellikle tüm özellikler artar/azalır, bu nedenle erime noktası da yukardan aşağı artar/azalır. • Periyodik tabloda soldan sağa doğru gidildikçe genellikle tüm özellikler artar/azalır, bu nedenle erime noktası da yukardan aşağı artar/azalır. • Elektronegatifliği yüksek atomların genellikle tüm özellikleri yüksek olur. • Kuvvetli asitlerin tüm özellikleri genellikle yüksektir.
<i>Katılık</i> Esnek ve yaratıcı şekilde akıl yürütmeme	• “Bileşiğin molekül ağırlığı ne kadar büyük ise erime noktası o kadar yüksektir” prensibi ile karar vereceğim.
<i>Aşırı özgüven</i> karar verme süreçlerindeki özgüvenin gerçek doğruluğu aşması	• Soruyu kesinlikle doğru çözdüm/çözeceğim • Güven seviyem 8-10’dur.
<i>Duygulanım</i> Olumlu veya olumsuz duygular	• Erime noktası konusunu seviyorum/sevmiyorum, olumlu/olumsuz duygu
<i>Periyodik Eğilim*</i>	• Periyodik tabloda soldan sağa doğru erime noktası artar/azalır. • Periyodik tabloda yukardan aşağı doğru erime noktası artar/azalır.

*Periyodik Eğilim höristiği Talanquer tarafından önerilen ön höristik içerisinde yer almamaktadır. Bununla birlikte yapılan bu çalışmada katılımcıların bu höristiği de kullanmış olduklarının tespit edilmesi nedeniyle bu höristik de listeye eklenmiştir.

Bu araştırmaya 30 öğrenci katılmıştır. Araştırmaya katılan 30 öğrencinin soruları nasıl çözdükleri ile ilgili açıklamaları esas alınarak yapılan kodlama işlemi Tablo 32’de özetlenmiştir.

Tablo 32

Katılımcıların Kullanmış Oldukları Høristikler (Erime Noktası, HCl, HBr, NaI ve NaBr Bileşikleri)

Høristik	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15
Çağırışsal Aktivasyon	•	•	•	•	•	•	•	•		•	•		•	•	•
Akıcılık															
Nitelik Yer Değıştirmesi	•	•	•	•	•	•	•	•		•	•		•	•	•
TNKV	•		•		•			•		•			•		
Yüzeyse benzerlik						•					•			•	
Tanıma											•			•	
Genelleştirme		•		•			•				•				
Katılık															•
Aşırı Özgüven									•						
Duygulanım	•							•	•						
Periyodik Eğilim		•					•								
	S16	S17	S18	S19	S20	S21	S22	S23	S24	S25	S26	S27	S28	S29	S30
Çağırışsal Aktivasyon	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•		•	•
Akıcılık															
Nitelik Yer Değıştirmesi	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•		•	•
TNKV			•				•		•						
Yüzeyse benzerlik					•	•				•	•			•	•
Tanıma					•	•				•	•			•	•
Genelleştirme	•	•			•	•		•		•	•			•	•
Katılık				•			•								
Aşırı Özgüven				•								•		•	
Duygulanım								•							
Periyodik Eğilim		•								•					

Karşılaştırmaları ve yorumlamaları kolaylaştırmak amacıyla bahsedilen soruyu çözüme süreçlerinde ilgili høristikleri en az bir defa kullanan katılımcı sayıları ve yüzdeleri, bu høristikleri kullanan katılımcıların kod isimleri ile birlikte Tablo 33’de verilmiştir. Tablo 33’de verilen yüzdeler ilgili høristiği en az bir defa kullanan katılımcıların sayısının toplam katılımcı sayısına oranını yüzde olarak ifade etmektedir (N=30, toplam katılımcı sayısı).

Tablo 33

İlgili Höristikleri En Az Bir Defa Kullanan Katılımcı Sayıları ve Yüzdeleri (Erime Noktası, HCl, HBr, NaI ve NaBr Bileşikleri)

Höristikler	n	%	Öğrenciler
	(N=30)		
<i>Çağrışımsal Aktivasyon</i>	27	90.00	S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8, S10, S11, S13, S14, S15, S16, S17, S18, S19, S20, S21, S22, S23, S24, S25, S26, S27, S29, S30
<i>Akıcılık</i>	-	-	-
<i>Nitelik yer değiştirmesi</i>	27	90.00	S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8, S10, S11, S13, S14, S15, S16, S17, S18, S19, S20, S21, S22, S23, S24, S25, S26, S27, S29, S30
<i>Tek Nedenli Karar Verme</i>	9	30.00	S1, S3, S5, S8, S10, S13, S18, S22, S24,
<i>Yüzeysel Benzerlik</i>	9	30.00	S6, S11, S14, S20, S21, S25, S26, S29, S30
<i>Tanıma</i>	8	26.66	S11, S14, S20, S21, S25, S26, S29, S30
<i>Genelleştirme</i>	13	43.33	S2, S4, S7, S11, S16, S17, S20, S21, S23, S25, S26, S29, S30
<i>Katılık</i>	3	10.00	S15, S19, S22
<i>Aşırı özgüven</i>	4	13.33	S9, S19, S27, S29
<i>Duygulanım</i>	4	13.33	S1, S8, S9, S23
<i>Periyodik Eğilim</i>	4	13.33	S2, S7, S17, S25

Bir soru çözülürken soruda ne istendiğinin doğru olarak belirlenmesi oldukça önemlidir. HCl, HBr, NaI ve NaBr bileşiklerinin artan erime noktalarına göre sıralanmasının istendiği bu sorunun bilimsel akıl yürütmeler ile çözümü için; iyonik bileşikler olan NaI ve NaBr bileşiklerinde atomların yüklerinin ve yarıçaplarının, kovalent bileşikler olan HCl ve HBr bileşiklerinde ise elektron sayılarının değerlendirmesi bu değerlendirmeler sonucuna göre de bahsedilen bileşiklerin artan erime noktalarına göre sıralanması gerekmektedir. Bu kastedilen hedef niteliktir. Fakat yapılan bu araştırmada, katılımcıların sorunun çözümü ile ilgili akıl yürütmeleri incelendiğinde, 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 artan erime noktalarına göre sıralamaları ile ilgili olan bu çalışmada, nitelik yer değiştirmesinin etkisinden dolayı katılımcılardan 27 tanesinin (%90.00) 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 atomların periyodik tablodaki yerleri, bileşikleri oluşturan atomların elektronegatiflikleri, bileşiklerin asit veya tuz olmaları. Farklı nitelikleri değerlendiren bu öğrenciler orijinal soru yerine aslında şu sorulardan birinin veya daha fazlasının cevabı üzerine odaklanmışlardır; “Bileşiklerin molekül ağırlıklarına göre sıralanması nasıldır?”, “Na, Cl, H, Br ve I atomlarının periyodik tabloda birbirlerine göre konumları nasıldır?”, “Hangi bileşikler asit, hangileri tuzdur?”, “Hangi atomlar daha elektronegatif?”

Bireylerin karar verme süreçlerinde çağrışımsal aktivasyon, nitelik yer değiştirmesi ve akıcılık hõristiđi genellikle birbirini tetiklemekte ve desteklemektedir. HCl, HBr, NaI ve NaBr bileşiklerinin artan erime noktalarına göre sıralamasının istendiği bu sorunun çözümü sürecinde akıcılık hõristiđinin herhangi bir etkisine rastlanılmamıştır. Akıcılık hõristiđi moleküllerin formüllerinde veya gösterimlerinde özellikle dikkat çeken kısımlar bulunması durumunda yani aşikâr ipucu bulunması durumunda oldukça sık bir şekilde etkisini göstermektedir. HCl, HBr, NaI ve NaBr bileşikleri yapısal gösterim olarak düşünöldüğünde, bu bileşikler üzerinde öğrenciler tarafından kolay elde edilebilir bir ipucu olarak kullanılabilecek herhangi bir kısım yoktur. Bu nedenden dolayı da akıcılık hõristiđi katılımcıların bu soru ile ilgili akıl yürötmelerinde etkili olmamıştır. Bununla birlikte, hafızada mevcut bulunan zihinsel yapıların kullanılmasıyla açığa çıkan çağrışımsal aktivasyon hõristiđi katılımcıların %90'ının akıl yürötmeye sürecinde etkisini göstermiştir. Bileşiklerin erime noktaları ile ilgili bu çalışmada, katılımcıların neredeyse tamamının akıl yürötmeye süreçlerinde çağrışımsal aktivasyon ve nitelik yer değiştirmesi hõristiklerinin aynı anda etkili olduğu Tablo 32'nin dikkatli bir şekilde incelenmesinden anlaşılmaktadır. S16 kodlu öğrencinin soruyu çözme sürecindeki akıl yürötmeye çağrışımsal aktivasyon ve nitelik yer değiştirmesi hõristiklerinin aynı anda etkili olduğu örnek bir akıl yürötmeye süreci olarak verilebilir;

S16: Bana göre doğru sıralama şu şekildedir: $NaI < NaBr < HBr < HCl$

Mülakatçı: Soruyu cevaplamak için kullandığın stratejiyi açıklar mısın?

S16: Kuvvetli asitlerin erime noktaları tuzların erime noktalarından yüksektir. Bu nedenle kuvvetli asit olan HCl ve HBr'nin erime noktaları NaI ve NaBr'nin erime noktalarından yüksektir. NaI ve NaBr bileşiklerinin birbirinden farklı olan kısımları anyonlarıdır. Bu bileşiklerden bir tanesinde iyot var, diğerinde ise brom. İyot ve bromun elektronegatiflikleri birbirinden farklıdır. Elektronegatifliği yüksek atom ihtiva eden bileşiklerin tüm özellikleri genellikle yüksek oluyor. Bu nedenle, “elektronegatifliği yüksek atom ihtiva eden bileşiklerin erime noktaları yüksektir” şeklinde düşündüm. Brom iyottan daha fazla elektronegatifdir. Dolayısıyla NaBr'nin erime noktası NaI'nin erime noktasından daha büyüktür. HCl ve HBr bileşikleri için de benzer şekilde akıl yürüttüm.

S16 kodlu öğrencinin ifadelerinden öğrencinin soruyu çözme sürecinde çağrışımsal aktivasyon ve nitelik yer değiştirmesi hüristiklerinin birbirlerini tetikledikleri ve destekledikleri anlaşılmaktadır. S16 kodlu öğrencinin “kuvvetli asitlerin erime noktaları tuzların erime noktalarından yüksektir” şeklindeki yaklaşımı çağrışımsal aktivasyon hüristiğinin bu süreçte rol aldığını göstermektedir. S16 kodlu öğrenci bu süreçte ayrıca “elektronegatifliği yüksek atom ihtiva eden bileşiklerin erime noktaları yüksektir” şeklindeki düz orantı yaklaşımını da sorunun çözümü için kullanmıştır. “Ne kadar çok A - o kadar çok B” şeklinde özetlenebilecek bu yaklaşım çağrışımsal aktivasyon hüristiğinin etkisinin bir sonucudur. Öğrenci bu tür bir akıl yürütme ile birçok parametreyi değerlendirmeyi ihmal etmiştir. Bu tür akıl yürütme ile soruyu çözen öğrenci hedef nitelik yerine başka nitelikleri (bileşiklerin asitliği ve bileşiklerdeki atomların elektronegatifliği) değerlendirmiş ve böylelikle de farkında olmadan orijinal soruyu daha basit sorular olan “hangi bileşikler kuvvetli asittir” ve “hangi atom daha elektronegatifdir?” şeklindeki sorular ile yer değiştirmiştir. Bu durum ise nitelik yer değiştirmesi hüristiğinin etkisinin bir sonucudur. Çağrışımsal aktivasyon hüristiğinin etkisiyle katılımcıların genellikle hafızalarında mevcut bulunan şu zihinsel yapıları sıklıkla kullandıkları tespit edilmiştir; “Bileşiğin molekül ağırlığı ne kadar büyük ise kaynama noktası o kadar yüksektir”, “Ne kadar çok elektronegatif, o kadar

yüksek kaynama noktası”, “Periyodik tabloda soldan sağa ve yukardan aşağı doğru gidildikçe kaynama noktası değişir”, “Metal ihtiva eden bileşiklerin kaynama noktaları daha yüksektir”, “Kuvvetli asitlerin kaynama noktaları tuzlardan daha yüksektir”.

Bireylerin tüm değişkenleri göz önünde bulundurmadan, önceden tecrübe ettikleri birkaç olaydan elde ettikleri bilgileri kullanarak öğrenmiş oldukları kalıpları veya kuralları fazladan genelleştirmeleri genelleştirme hōristiğinin bir etkisi olarak kabul edilir. S16 kodlu öğrencinin “*Elektronegatifliği yüksek atom ihtiva eden bileşiklerin tüm özellikleri genellikle yüksek olur*” şeklindeki yaklaşımı, bahsedilen öğrencinin akıl yürütme sürecinde genelleştirme hōristiğinin de etkili olduğunu göstermektedir. Katılımcıların karar verme süreçlerinde genelleştirme hōristiğinin diğer bazı hōristikler ile birlikte etkili olduğu Tablo 32’den anlaşılmaktadır. Genelleştirme hōristiği ile aynı anda en çok kullanılan hōristiklerin nitelik yer değiştirmesi ve çağrışımsal aktivasyon hōristikleri olduğu da Tablo 32’nin detaylı bir şekilde incelenmesinden anlaşılmaktadır. Bu çalışma ile tespit edilen ve genelleştirme hōristiğinin etkili olduğunu açığa çıkaran katılımcı ifadeleri şunlardır: “Kuvvetli asitlerin tüm özellikleri genellikle yüksektir”, “Periyodik tabloda yukardan aşağı doğru gidildikçe genellikle tüm özellikler artar/azalır, bu nedenle erime noktası da yukardan aşağı artar/azalır”, “Periyodik tabloda soldan sağa doğru gidildikçe genellikle tüm özellikler artar/azalır, bu nedenle erime noktası da yukardan aşağı artar/azalır”, “Elektronegatifliği yüksek atomların genellikle tüm özellikleri yüksek olur”.

Bireyler genel olarak mantıklı bir cevap vermek için tek bir ipucu veya faktörü kullanarak akıl yürütmeyi kolaylaştırırlar. Bunu yaparken de akıllarına gelen ilk özelliği kullanılırlar. Örneğin, S1 kodlu öğrenci soruyu çözme sürecinde “molekül ağırlığı fazla olan bileşiklerin erime noktaları yüksek olur” şeklinde bir yaklaşımı kullanmıştır. S1 kodlu öğrenci sadece tek bir parametreyi (bileşiklerin molekül ağırlığı) değerlendirerek karar vermiştir. Bu nedenden dolayı da S1 kodlu öğrencinin karar verme sürecinde tek nedenli karar verme hōristiği etkili olmuştur.

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. Bu durum tanıma hōristiğinin etkisinin bir sonucudur. Örneğin, S21 kodlu öğrencinin akıl yürütme sürecinde diğer hōristikler ile birlikte tanıma hōristiği de etkili olmuştur.

S21: *Bana göre doğru sıralama şu şekildedir: $HBr < HCl < NaI < NaBr$*

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

S21: *NaI ve NaBr iyonik bileşiklerdir. Bunların erime noktaları diğerlerinden yüksektir. NaI ve NaBr, NaCl'ye benziyor. NaCl'yi biliyorum. Sofra tuzudur ve katı haldedir. Erime noktası yüksektir. NaCl'ye benzedikleri için NaI ve NaBr bileşiklerinin de erime noktaları yüksektir. Bu iki bileşikten birinde iyot, diğerinde ise brom vardır. Periyodik tabloda brom, kloro daha yakındır. Bu nedenle bu iki bileşik kıyaslandığında NaBr'nin NaCl'ye benzerliği daha fazladır. Dolayısıyla NaBr'nin erime noktası NaI'nın erime noktasından daha yüksektir.*

Mülakatçı: *"HCl'nin erime noktası HBr'den yüksektir" dedin. Neden?*

S21: *HCl'yi biliyorum kuvvetli asittir. Derslerde adını sıkça duydum. Kuvvetli asitlerin genellikle tüm özellikleri yüksek olur. Bu nedenle HCl'nin erime noktası HBr'nin erime noktasından daha yüksektir.*

Erime noktası ile ilgili soruda NaCl bileşiği yer almamaktadır. Bununla birlikte, soruda bulunan NaBr ve NaI bileşiklerini görünce S21 kodlu katılımcının aklına NaCl bileşiği gelmiştir. Bu katılımcı NaCl'yi daha önceden tanıdığını ve erime noktasının yüksek olduğunu bildiğini ifade etmiştir. Bahsedilen katılımcı ayrıca NaBr ve NaI bileşiklerinin NaCl' benzemeleri nedeniyle erime noktalarının yüksek olduğunu ifade etmiştir. S21 kodlu katılımcı direkt olmasa bile daha önce tanıdığı NaCl bileşiğinden dolayı NaBr ve NaI bileşiklerine fazla değer vermiştir. Dolayısıyla katılımcının akıl yürütme sürecinde tanıma hõristiğinin etkili olduğu söylenebilir. S21 kodlu katılımcının akıl yürütme sürecinde tanıma hõristiği ile birlikte yüzeysel benzerlik hõristiği de baskın bir şekilde 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 hõristiğinin etkisinin bir sonucudur. S21 kodlu öğrenci NaCl bileşiğine benzedikleri için NaBr ve NaI bileşiklerinin de erime noktalarının yüksek olduğunu düşünmektedir. Bu durum yüzeysel benzerlik hõristiğinin etkisinin bir sonucudur.

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 erime noktalarına göre bağıl 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 duygulanım hōristiği kodlanmıştır. Katılımcılardan bir tanesi (S9) erime noktası konusunu sevdiğini ve bu konuya özel ilgisinin olduğunu belirtmiştir. S9 kodlu öğrencinin bu ifadesi esas alınarak bu öğrenci için de duygulanım hōristiği kodlanmıştır.

Bu çalışmada, katılık hōristiğinin etkilerini araştırmak için şu şekilde bir yol izlenmiştir: Bileşiklerin erime noktalarına göre sıralanması konusu ile ilgili soru katılımcılara sorulmadan önce katılımcılara şu soru yöneltilmiştir: “Bileşiklerin erime noktalarına göre sıralanması ile ilgili kesin bir yargı/önyargıya sahip misin? Mesela “Bileşiklerin erime noktalarına 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 S15, S19, ve S22 kodlu öğrencilerin soruyu çözme süreçlerinde katılık hōristiğinin etkilerinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bahsedilen öğrenciler bileşiklerin erime noktalarına 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 güvenmiş olduğu yaklaşım şudur: “Bileşiğin molekül ağırlığı ne kadar büyük ise erime noktası o kadar yüksektir” prensibi ile karar vereceğim”.

Bu çalışmada katılımcılarda aşırı özgüvenin etkilerini araştırmak için şu şekilde bir yol izlendi. Bileşiklerin kaynama noktalarına göre sıralanması konusu ile ilgili soru katılımcılara sorulmadan/gösterilmeden önce katılımcılara şu soru yöneltilmiştir: “Bileşiklerin erime noktalarına göre sıralanması konusu ile ilgili bir soru ile karşılaşırısan soruyu doğru bir şekilde cevaplayabileceğine ilişkin kendine olan güvenin hangi seviyededir. Güven seviyene 1 ile 10 arasında bir değer vermek istersen (en düşükten en yükseğe doğru ifade etmek maksadıyla) kaç verirsin”. Bileşiklerin erime noktalarına 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 ile 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 güvenin hangi seviyededir. Güven seviyene 1 ile 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 hristiği 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 S9, S19, S27 ve S29 kodlu katılımcıların soruyu çözme süreçlerinde aşırı özgüven hristiğinin etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Periyodik Eğilim hristiği Talanquer tarafından önerilen on hristik içerisinde yer almamaktadır. Bununla birlikte yapılan bu çalışmada katılımcıların bu hristiği de kullanmış olduklarının tespit edilmesi nedeniyle bu hristik de değerlendirmeye alınmıştır. Periyodik Eğilim hristiği bazı araştırmacılar tarafından gelişigüzellik (arbitrary) hristiği 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 hristiğinin etkisinin bir sonucudur. S2, S7, S17 ve S25 kodlu öğrencilerin akıl yürütme süreçlerinde bu hristiğin etkili olduğu tespit edilmiştir. Periyodik eğilim hristiğinin etkisini gösterdiği akıl yürütmelerin birçoğunda çağrışımsal tutarlılık genelleştirme ve nitelik yer

değiştirmesi höristikleri de aktif bir rol oynamıştır. Bu h ristikler birbirini tetiklemiş ve desteklemiştir.

4.6. Katılımcıların Bileşiklerin Kaynama Noktalarına Göre sıralanması Konusu İle İlgili H ristik Akıl Yürütmeleri (H₂Se, H₂S ve PH₃ Bileşikleri)

Tez çalışmasının bu kısmında bazı kimyasal bileşiklerin artan kaynama noktalarına göre sıralanmasının istendiği bir görevin yerine getirilmesi sürecinde öğrencilerin h ristik akıl yürütmeleri incelenmiştir. Gerçekleştirilen mülakatlarda katılımcılardan H₂Se, H₂S ve PH₃ bileşiklerini artan kaynama noktalarına göre sıralamaları ve yapmış oldukları sıralamanın sebeplerini açıklamaları istenmiştir. Katılımcıların bahsedilen soruya vermiş oldukları cevaplar esas alınarak 6 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 34’de verilmiştir.

Tablo 34

Elde Edilen Cevap Desenleri (Kaynama Noktası, H₂Se, H₂S ve PH₃ Bileşikleri)

Küme	Cevap Deseni	�ğrenciler	n	%
A	PH ₃ < H ₂ S < H ₂ Se (Doğru Cevap)	S1, S3, S5, S6, S8, S9, S10, S12, S13, S15, S18, S19, S22, S24, S26, S27, S28, S29	18	60.00
B	H ₂ Se < PH ₃ < H ₂ S	S7	1	3.33
C	PH ₃ < H ₂ Se < H ₂ S	S4, S16, S23	3	10.00
D	H ₂ S < H ₂ Se < PH ₃	S20, S21, S30	3	10.00
E	H ₂ S < PH ₃ < H ₂ Se	S2, S17, S25	3	10.00
F	H ₂ Se < H ₂ S < PH ₃	S11, S14	2	6.66

Bir sıvının buhar basıncının dış basın a (atmosfer basıncı) eşit olması durumunda buharlaşma sıvının her yerinde olmaya başlar. Bu olaya kaynama denir. Sıvının kaynamaya başladığı sıcaklığa da kaynama noktası denir. Kaynama noktası moleküller arası kuvvetlerle ilgilidir. Moleküller arası kuvvetler büyüdükçe uçuculuk ve buhar basıncı azalır. Dolayısıyla Kaynama noktası yükselir. Kovalent bağlı bileşikler olan H₂Se, H₂S ve PH₃’de tanecikler arası etkileşimler dipol-dipol etkileşimleri ve ayrıca

london kuvvetleridir. Dipol-Dipol etkileşimlerinde molekülün polarlığı önemlidir. Molekül ne kadar polar ise dipol-dipol etkileşimleri o kadar yüksek olur. Molekülün polarlığı ise molekülü oluşturan atomların elektronegatiflikleri arasındaki fark ile ilgilidir. P, Se ve S atomlarının elektronegatiflikleri ile hidrojen atomunun elektronegatifliği arasındaki fark çok azdır. Dolayısıyla da bu moleküllerde dipol-dipol etkileşimleri ile birlikte london kuvvetlerinin etkisi de ön plana çıkmaktadır. London kuvvetleri bakımından düşünüldüğünde, H_2Se molekülündeki london kuvvetleri diğer iki moleküldeki london kuvvetlerinden çok çok büyüktür. London kuvvetleri molekülde bulunan toplam elektron sayısı ile ilgilidir. H_2Se molekülündeki toplam elektron sayısı diğer iki moleküle göre çok fazla olduğu için H_2Se molekülündeki london kuvvetleri diğer iki moleküle göre çok fazladır. London kuvvetlerinin diğer iki moleküle göre çok büyük olmasından dolayı H_2Se molekülünün kaynama noktası H_2S ve PH_3 moleküllerinden fazladır. Aynı sayıda elektrona sahip olduklarından dolayı H_2S ve PH_3 moleküllerinde bulunan london kuvvetleri arasında önemli bir fark yoktur. Dolayısıyla bu iki bileşik için dipol-dipol kuvvetlerinin etkisi ön plana çıkmaktadır. Bir başka ifade ile bu iki molekülün polarlıklarının kıyaslanması gerekmektedir. Hidrojen ile fosforun elektronegatiflik değerleri neredeyse aynıdır. Bu iki atomun elektronegatiflikleri arasındaki fark yok denecek kadar azdır. Bununla birlikte S atomunun elektronegatifliği hidrojenin elektronegatifliğinden büyüktür. Dolayısıyla hidrojen ve kükürt atomları arasındaki elektronegatiflik farkı değeri, hidrojen ile fosfor arasındaki elektronegatiflik farkı değerinden daha büyük olduğundan dolayı, H_2S molekülü PH_3 molekülünden daha polardır. Netice itibarı ile, H_2S molekülündeki dipol-dipol etkileşimleri PH_3 molekülündeki dipol-dipol etkileşimlerinden daha büyük olduğu için H_2S 'in kaynama noktası PH_3 ün kaynama noktasından daha büyüktür.

Bahsedilen tüm bu açıklamalardan dolayı sorunun doğru cevabı $PH_3 < H_2S < H_2Se$ şeklindedir. Katılımcıların yukarıda ayrıntılı bir şekilde açıklanan bir akıl yürütme ile soruyu çözmeleri beklenmektedir. Yapılan bu çalışmada bahsedilen soruya doğru cevap veren öğrenci oranının %60.00 olduğu tespit edilmiştir. Bu oran yüksek olarak düşünülebilir. Bununla birlikte, öğrencilerin soruyu çözme süreçleri dikkatli bir şekilde incelendiğinde, öğrencilerin büyük çoğunluğunun etkili analitik akıl yürütmeleri kullanmadıkları, daha az bilişsel çaba gerektiren ve farklı hıristiklerin kullanımını esas alan stratejilere yönelmiş oldukları tespit edilmiştir. Bu araştırmanın amacı öğrencilerin

farklı kimya konularında h ristik kullanımlarını incelemek olduğu için öğrencilerin mülakatlar sürecinde bahsedilen soru ile ilgili olarak yapmış oldukları açıklamalar ve kendilerine sorulan sorulara vermiş oldukları cevaplar h ristik 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  ğrenci ifadelerinin  zetleri Tablo 35'de verilmiştir. Burada önemli bir hususu belirtmek gerekmektedir. Tablo 35'de yer alan Periyodik Eğilim h ristiği Talanquer tarafından önerilen on h ristik içerisinde yer almamaktadır. Bununla birlikte yapılan bu çalışmada katılımcıların bu h ristiği de kullanmış olduklarının tespit edilmesi nedeniyle bu h ristik de değerlendirmeye alınmış ve tabloya eklenmiştir.

Tablo 35

H ristikler ile İlişkilendirilen  ğrenci İfadeleri (Kaynama Noktası, H₂Se, H₂S ve PH₃ Bileşikleri)

H�ristik kod	�ğrenci ifadelerinin �zeti
<i>�ağrışımsal Aktivasyon</i> Boşlukları doldurmak için hafızada mevcut bulunan zihinsel yapıların kullanılması	• “Bileşiğin molekül ağırlığı ne kadar büyük ise kaynama noktası o kadar yüksektir” yaklaşımının benimsendiği ifadeler. • Periyodik tabloda soldan sağa ve yukardan aşağı doğru gidildikçe Kaynama noktası değişir. • Asitlik kuvveti arttıkk�e kaynama noktası artar. • Moleküldeki toplam atom sayısı arttıkk�e kaynama noktası artar. • “Ne kadar çok elektronegatif, o kadar yüksek kaynama noktası” yaklaşımının benimsendiği ifadeler.
<i>Akıcılık</i> Kolay elde edilebilir ipuçlarının kullanılması	• Bileşiklerin formüllerinde bulunan sayıların kolay elde edilebilir bir ipucu olarak kullanılması • Bileşiklerdeki hidrojen sayılarının kullanılması
<i>Nitelik yer değiştirmesi</i> Orijinal sorunun daha basit bir soru ile yer değiştirmesi.	Orijinal sorunun şu sorularla yer değiştirmesi: • Bileşiklerin molekül ağırlıklarına göre sıralanması nasıldır? • S, Se ve P atomlarının periyodik tabloda birbirlerine göre konumları nasıldır? • Hangi bileşik daha asittir. • Hangi moleküldeki toplam atom sayısı daha fazladır? • Hangi atomlar daha elektronegatif ?
<i>Tek Nedenli Karar Verme</i> Tek bir ipucu veya faktörün kullanımı ile akıl yürütmenin basitleştirilmesi	• Sadece bileşiklerin molekül ağırlıklarını değerlendirerek karar verme. • Sadece atomların elektronegatifliklerine göre karar verme • Sadece moleküllerin asitliğine göre karar verme
<i>Yüzeysel Benzerlik</i> Yapısal gösterim olarak birbirlerine benzeyen kimyasal	• H₂S, H₂Se'ye benziyor.

Höristik kod	Öğrenci ifadelerinin özeti
bileşiklerin benzer özelliklere ve davranışlara sahip olduklarının varsayılması	
<i>Tanıma</i> Tanınan nesnelere daha çok değer verme/tanınmayanlara daha az değer verme	-
<i>Genelleştirme</i> Öğrenilmiş model veya kuralların fazladan genelleştirilmesi.	• Periyodik tabloda yukardan aşağı doğru gidildikçe genellikle tüm özellikler artar/azalır, bu nedenle kaynama noktası da yukardan aşağı artar/azalır. • Periyodik tabloda soldan sağa doğru gidildikçe genellikle tüm özellikler artar/azalır, bu nedenle kaynama noktası da yukardan aşağı artar/azalır. • Elektronegatifliği yüksek atomların genellikle tüm özellikleri yüksek olur. • Kuvvetli asitlerin tüm özellikleri genellikle yüksektir.
<i>Katılık</i> Esnek ve yaratıcı şekilde akıl yürütmeme	• “Bileşiğin molekül ağırlığı ne kadar büyük ise kaynama noktası o kadar yüksektir” prensibi ile karar vereceğim.
<i>Aşırı özgüven</i> karar verme süreçlerindeki özgüvenin gerçek doğruluğu aşması	• Soruyu kesinlikle doğru çözdüm/çözeceğim • Güven seviyem 8-10’dur.
<i>Duygulanım</i> Olumlu veya olumsuz duygular	• Kaynama noktası konusunu seviyorum/sevmiyorum, olumlu/olumsuz duygu
<i>Periyodik Eğilim*</i>	• Periyodik tabloda soldan sağa doğru kaynama noktası artar/azalır. • Periyodik tabloda yukardan aşağı doğru Kaynama noktası artar/azalır.

*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 listeye eklenmiştir

Bu araştırmaya 30 öğrenci katılmıştır. Araştırmaya katılan 30 öğrencinin soruları nasıl çözdükleri ile ilgili açıklamaları esas alınarak yapılan kodlama işlemi Tablo 36’da özetlenmiştir.

Tablo 36

Katılımcıların Kullanmış Oldukları Høristikler (Kaynama Noktası, H₂Se, H₂S ve PH₃ Bileşikleri)

Høristik	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15
Çağrışmsal Aktivasyon	•	•	•	•	•	•	•	•		•	•		•	•	•
Akıcılık		•									•			•	
Nitelik Yer Değıştirmesi	•	•	•	•	•	•	•	•		•	•		•	•	•
TNKV			•	•	•	•	•						•		
Yüzeysel benzerlik	•							•		•					•
Tanıma															
Genelleştirme		•		•			•				•			•	
Katılık															•
Aşırı Özgüven									•						
Duygulanım	•							•	•						
Periyodik Eğilim		•					•								
	S16	S17	S18	S19	S20	S21	S22	S23	S24	S25	S26	S27	S28	S29	S30
Çağrışmsal Aktivasyon	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•		•	•
Akıcılık		•				•				•					•
Nitelik Yer Değıştirmesi	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•		•	•
TNKV	•		•		•		•	•				•		•	
Yüzeysel benzerlik				•					•		•				
Tanıma															
Genelleştirme	•	•				•		•		•					•
Katılık				•			•								
Aşırı Özgüven				•								•		•	
Duygulanım								•							
Periyodik Eğilim		•								•					

Karşılaştırmaları ve yorumlamaları kolaylaştırmak amacıyla bahsedilen soruyu çözme süreçlerinde ilgili høristikleri en az bir defa kullanan katılımcı sayıları ve yüzdeleri, bu høristikleri kullanan katılımcıların kod isimleri ile birlikte Tablo 37’de verilmiştir. Tablo 37’de verilen yüzdeler ilgili høristiği en az bir defa kullanan katılımcıların sayısının toplam katılımcı sayısına oranını yüzde olarak ifade etmektedir (N=30, toplam katılımcı sayısı).

Tablo 37

İlgili Höristikleri En Az Bir Defa Kullanan Katılımcı Sayıları ve Yüzdeleri (Kaynama Noktası, H_2Se , H_2S ve PH_3 Bileşikleri)

Höristikler	n	%	Öğrenciler
	(N=30)		
Çağrışimsal Aktivasyon	27	90.00	S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8, S10, S11, S13, S14, S15, S16, S17, S18, S19, S20, S21, S22, S23, S24, S25, S26, S27, S29, S30
Akıcılık	7	23.33	S2, S11, S14, S17, S21, S25, S30
Nitelik yer değiştirmesi	27	90.00	S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8, S10, S11, S13, S14, S15, S16, S17, S18, S19, S20, S21, S22, S23, S24, S25, S26, S27, S29, S30
Tek Nedenli Karar Verme	13	43.33	S3, S4, S5, S6, S7, S13, S16, S18, S20, S22, S23, S27, S29
Yüzeysel Benzerlik Tanıma	7	23.33	S1, S8, S10, S15, S19, S24, S26
	-	-	-
Genelleştirme	11	36.66	S2, S4, S7, S11, S14, S16, S17, S21, S23, S25, S30
Katılık	3	10.00	S15, S19, S22
Aşırı özgüven	4	13.33	S9, S19, S27, S29
Duygulanım	4	13.33	S1, S8, S9, S23
Periyodik Eğilim	4	13.33	S2, S7, S17, S25

Bir soru çözülürken soruda ne istendiğinin doğru olarak belirlenmesi oldukça önemlidir. H_2Se , H_2S ve PH_3 bileşiklerini artan kaynama noktalarına göre sıralamalarının istendiği bu sorunun bilimsel akıl yürütmeler ile çözümü için; H_2Se , H_2S ve PH_3 bileşiklerinde etkili olan tanecikler arası etkileşimlerden dipol-dipol etkileşimlerinin ve london kuvvetlerinin dikkate alınması gerekmektedir. Dipol-dipol etkileşimleri ve london kuvvetleri ile ilgili bir yargıya ulaşmak ve böylelikle de bahsedilen bileşiklerin artan kaynama noktalarına göre sıralamak için ise bu moleküllerin polarlıklarının ve moleküllerin sahip olduğu toplam elektron sayılarının değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu kastedilen hedef niteliklidir. Fakat yapılan bu araştırmada, katılımcıların sorunun çözümü ile ilgili akıl yürütmeleri incelendiğinde, 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 artan kaynama noktalarına göre

sıralamaları ile ilgili olan bu çalışmada, nitelik yer değiştirmesinin etkisinden dolayı katılımcılardan 27 tanesinin (%90.00) 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 atomların periyodik tablodaki yerleri, bileşiklerin asitliği, moleküllerdeki toplam atom sayıları 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 sıralanması nasıldır?”, “S, Se ve P atomlarının periyodik tabloda birbirlerine göre konumları nasıldır?”, “Hangi bileşik daha asittir.”, “Hangi moleküldeki toplam atom sayısı daha fazladır?” “Hangi atomlar daha elektronegatif?”

Bireylerin karar verme süreçlerinde çağrışımsal aktivasyon, nitelik yer değiştirmesi ve akıcılık hōristikleri genellikle birbirini tetiklemekte ve desteklemektedir. H_2Se , H_2S ve PH_3 bileşiklerinin artan kaynama noktalarına göre sıralamasının istendiği bu sorunun çözümü sürecinde katılımcılardan 7 tanesinin (%23.33) akıl yürütme sürecinde akıcılık hōristięinin etkili olduğu tespit edilmiştir. Akıcılık hōristięi moleküllerin formüllerinde veya gösterimlerinde özellikle dikkat çeken kısımlar bulunması durumunda yani aşıkâr ipucu bulunması durumunda göstermektedir. H_2Se , H_2S ve PH_3 bileşikleri yapısal gösterim olarak düşünöldüğünde, bu bileşikler üzerinde öğrenciler tarafından kolay elde edilebilir bir ipucu olarak kullanılabilecek bir kısım vardır; PH_3 molekülünde hidrojen atomunun alt kısmında yer alan sayı 3 iken, H_2Se ve H_2S bileşiklerinde bu sayı 2’dir. Akıcılık hōristięinin etkisi ile bazı katılımcılar bu rakamlardaki farklılığı bir ipucu olarak kullanmışlardır. Bu katılımcıların yaklaşımları şu iki şekilde olmuştur: 1) “ PH_3 molekülünde 3 tane hidrojen vardır. Dolayısıyla PH_3 bu üç bileşik içinde en kuvvetli asit olanıdır. Asitlik kuvveti arttıkça kaynama noktası artar. Bu nedenle kaynama noktası en yüksek olan PH_3 ’tür”. 2) “ PH_3 ’de 3 hidrojen atomu vardır. Diğerlerinde ise 2 tane. PH_3 ’de toplam atom sayısı daha fazladır. Toplam atom sayısı fazla olan bileşiklerin kaynama noktaları daha yüksektir. Bu nedenle kaynama noktası en yüksek olan PH_3 ’tür. Hafızada mevcut bulunan zihinsel yapıların kullanılmasıyla açığa çıkan çağrışımsal aktivasyon hōristięi katılımcıların %90’ının akıl yürütme sürecinde etkisini göstermiştir. Bileşiklerin kaynama noktaları ile ilgili bu

çalışmada, katılımcıların h ristik akıl yürütme s rec lerinin tamamında  a r ş msal aktivasyon ve nitelik yer değiştirmesi h ristiklerinin aynı anda etkili olduğu Tablo 36'nın dikkatli bir şekilde incelenmesinden anlaşılmaktadır.

S11 kodlu öğrencinin soruyu çözme sürecindeki akıl yürütmesi  a r ş msal aktivasyon, nitelik yer değiştirmesi ve akıcılık h ristiklerinin aynı anda etkili olduğu örnek bir akıl yürütme süreci olarak verilebilir;

S11: Bana göre doğru sıralama Şu Şekildedir: $H_2Se < H_2S < PH_3$

Mülakatçı: Soruyu cevaplamak için kulland  n stratejiyi açıklar mısın?

S11: Moleküllerin asitliği arttıkça kaynama noktaları da artar. Diğer ikisinde 2 tane hidrojen varken PH_3 'te 3 tane hidrojen vardır. Daha çok hidrojene sahip olduğu için PH_3 bu üç bileşik içinde asitliği en yüksek olanıdır. Dolayısıyla kaynama noktası en yüksek olan PH_3 'tür. H_2Se ve H_2S 'in hidrojen sayıları aynı olduğu için bu iki bileşiğin asitlikleri birbirine yakındır. Bu nedenle başka bir parametreyi de erlendirmem lazım diye d    nd m. Bu iki bileşiğin kaynama noktalarını belirlemek için bileşiklerde bulunan S ve Se atomlarının elektronegatifliklerinin de erlendirdim. Elektrone atifli i yüksek olan atomların genellikle tüm özellikleri de yüksek oluyor. S atomu Se atomundan daha elektronegatifdir. Bu nedenle S atomunu içeren H_2S 'in kaynama noktası, Se atomunu içeren H_2Se 'nin kaynama noktasından daha yüksektir.

S11 kodlu öğrencinin ifadelerinden öğrencinin soruyu çözme sürecinde  a r ş msal aktivasyon, nitelik yer değiştirmesi ve akıcılık h ristiklerinin birbirlerini tetikledikleri ve destekledikleri anlaşılmaktadır. S11 kodlu   renci “ Molek l n asitliği ne kadar fazla ise, kaynama noktası o kadar yüksektir” Şeklindeki düz orantı yaklaşımını sorunun çözümü için kullanmıştır. “Ne kadar çok A - o kadar çok B” Şeklinde özetlenebilecek bu yaklaşım  a r ş msal aktivasyon h risti inin etkisinin bir sonucudur. Benzer Şekilde “ Molekülde bulunan ve hidrojene bağlı olan atomun elektrone atifli i ne kadar fazla ise, kaynama noktası o kadar yüksektir” Şeklindeki yaklaşım da  a r ş msal aktivasyon h risti i ile ilgilidir. Bu tür akıl yürütme ile soruyu çözen   renci hedef nitelik yerine başka nitelikleri (bileşiklerin asitliklerini ve atomların

elektronegatifliklerini) değerlendirmiş ve böylelikle de farkında olmadan orijinal soruyu daha basit sorular olan “hangi bileşik daha asittir?” ve “ hangi molekülde bulunan atomlar daha elektronegatifdir” şeklindeki başka sorular ile yer değiştirmiştir. Bu durum ise nitelik yer değiştirmesi h ristiğinin etkisinin bir sonucudur. Çağrışımsal aktivasyon h ristiğinin etkisiyle katılımcıların genellikle hafızalarında mevcut bulunan şu zihinsel yapıları sıklıkla kullandıkları tespit edilmiştir; “Bileşiğin molekül ağırlığı ne kadar büyük ise kaynama noktası o kadar yüksektir”, “Ne kadar çok elektronegatif, o kadar yüksek kaynama noktası”, “Periyodik tabloda soldan sağa ve yukardan aşağı doğru gidildikçe kaynama noktası değişir”, “Asitlik kuvveti arttıkça kaynama noktası artar”, “Moleküldeki toplam atom sayısı arttıkça kaynama noktası artar”. Kolay elde edilen ipuçlarının kullanılması akıcılık h ristiği ile ilgilidir. S11 kodlu  ğrenci moleküllerin alt kısımlarında bulunan rakamları kolay elde edilebilir bir ipucu olarak kullanmıştır. Dolayısıyla S11 kodlu öğrencinin akıl yürütme sürecinde akıcılık h ristiği de etkili olmuştur.

Bireyler genel olarak mantıklı bir cevap vermek için tek bir ipucu veya faktörü kullanarak akıl yürütmeyi kolaylaştırırlar. Bunu yaparken de akıllarına gelen ilk özelliği kullanılırlar. Bu durum tek nedenli karar verme h ristiği ile ilişkilidir. S13 kodlu katılımcının soruyu çözme sürecindeki akıl yürütmesi tek nedenli karar verme h ristiğinin etkili olduğu örnek bir akıl yürütme süreci olarak verilebilir:

S13: Bana göre doğru sıralama şu şekildedir: $PH_3 < H_2S < H_2Se$

Mülakatçı: Soruyu cevaplamak için kullandığın stratejiyi açıklar mısın?

S13: Molekül ağırlığı fazla olan bileşiklerin kaynama noktası daha yüksek olur. Bileşiklerin artan molekül ağırlıklarına göre sıralanması $PH_3 < H_2S < H_2Se$ şeklindedir. Bahsettiğim sebepten dolayı aynı sıralama kaynama noktaları için de geçerlidir.

S13 kodlu katılımcı tek bir nedene (bileşiklerin molekül ağırlığı) dayanarak soruyu çözmüştür. Bu nedenle S13 kodlu katılımcının akıl yürütme sürecinde tek nedenli karar verme h ristiği etkili olmuştur. S13 kodlu katılımcı bu süreçte farkında olmadan orijinal soruyu “ hangi bileşik daha ağırdır” şeklinde başka basit bir soru ile yer değiştirmiştir. Dolayısıyla S13 kodlu öğrencinin akıl yürütme sürecinde nitelik yer değişirmesi h ristiği de etkili olmuştur. S13 kodlu katılımcı bu süreçte “Ne kadar

yüksek molekül ağırlığı, o kadar yüksek kaynama noktası” (ne kadar çok A- o kadar çok B) şeklinde bir yaklaşımı 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 moleküllerin asitliğine göre karar verdikleri tespit edilmiştir.

Taninan 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 H_2Se , H_2S ve PH_3 öğrencilerin adını sıklıkla duydukları kimyasal bileşikler değildir. Bu nedenle H_2Se , H_2S ve PH_3 bileşiklerinin artan kaynama noktalarına göre sıralanmasının istendiği sorunun çözümü sürecinde tanıma hōristiğinin etkisine rastlanılmamıştır.

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. S19 kodlu katılımcının soruyu çözme sürecindeki akıl yürütmesi yüzeysel benzerlik hōristiğinin etkili olduğu örnek bir akıl yürütme süreci olarak verilebilir:

S26: *Bana göre doğru sıralama şu şekildedir: $PH_3 < H_2S < H_2Se$*

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

S26: *Molekül ağırlığı fazla olan bileşiklerin kaynama noktası daha yüksek olur. H_2Se 'nin molekül ağırlığı PH_3 ve H_2S 'nin molekül ağırlıklarından çok fazladır. Bu nedenle Kaynama noktası en yüksek olan H_2Se 'dir. PH_3 ve H_2S 'nin molekül ağırlıkları ise neredeyse birbirine eşit sayılacak kadar yakın değerlidir. Bu nedenle bu iki bileşik için başka bir parametreyi değerlendirmem lazım diye düşündüm. Bu iki moleküle baktığım zaman H_2S , H_2Se 'ye çok benziyor. Moleküler yapı olarak H_2Se 'ye benzediği için H_2S 'in de molekül ağırlığı PH_3 'ten yüksektir diye düşündüm.*

S26 kodlu öğrencinin H_2Se 'ye benzediği için H_2S molekülünün kaynama noktasının yüksek olacağı şeklindeki yaklaşımı bahsedilen öğrencinin akıl yürütme sürecinde yüzeysel benzerlik hōristiğinin etkili olduğunu göstermektedir.

Bireylerin tüm değişkenleri göz önünde bulundurmadan, önceden tecrübe ettikleri birkaç olaydan elde ettikleri bilgileri kullanarak öğrenmiş oldukları kalıpları veya kuralları fazladan genelleştirmeleri genelleştirme hristiğinin bir etkisi olarak kabul edilir. S11 kodlu öğrencinin *“Kuvvetli asitlerin genellikle tüm özellikleri yüksek olur”* şeklindeki yaklaşımı, bahsedilen öğrencinin akıl yürütme sürecinde genelleştirme hristiğinin de etkili olduğunu göstermektedir. Benzer şekilde, S2 kodlu öğrencinin *“periyodik tabloda yukardan aşağı doğru gidildikçe tüm özellikler genellikle artar. Bu nedenle kaynama noktası en yüksek olan bileşik H_2Se ’dir”* şeklindeki yaklaşımı da S2 kodlu öğrencinin akıl yürütme sürecinde genelleştirme hristiğinin de etkili olduğunu göstermektedir. Katılımcıların karar verme süreçlerinde genelleştirme hristiğinin diğer bazı hristikler ile birlikte etkili olduğu Tablo 36’den anlaşılmaktadır. Genelleştirme hristiği ile aynı anda en çok kullanılan hristiklerin nitelik yer değiştirmesi, çağrışımsal aktivasyon ve tek nedenli karar verme hristikleri olduğu da Tablo 36’nın detaylı bir şekilde incelenmesinden anlaşılmaktadır. Bu çalışma ile tespit edilen ve genelleştirme hristiğinin etkili olduğunu açığa çıkaran katılımcı ifadeleri şunlardır: *“Kuvvetli asitlerin tüm özellikleri genellikle yüksektir”, “Periyodik tabloda yukardan aşağı doğru gidildikçe genellikle tüm özellikler artar/azalır, bu nedenle kaynama noktası da yukardan aşağı artar/azalır”, “Periyodik tabloda soldan sağa doğru gidildikçe genellikle tüm özellikler artar/azalır, bu nedenle kaynama noktası da yukardan aşağı artar/azalır”, “Elektronegatifliği yüksek atomların genellikle tüm özellikleri yüksek olur”*.

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 kaynama noktalarına göre bağıl 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 duygulanım hristiği kodlanmıştır. Katılımcılardan bir tanesi (S9) kaynama noktası konusunu sevdiğini ve bu konuya özel ilgisinin olduğunu belirtmiştir. S9 kodlu öğrencinin bu ifadesi esas alınarak bu öğrenci için de duygulanım hristiği kodlanmıştır.

Bu çalışmada, katılık h ristiğinin etkilerini araştırmak için şu şekilde bir yol izlenmiştir: Bileşiklerin kaynama noktalarına göre sıralanması konusu ile ilgili soru katılımcılara sorulmadan önce katılımcılara şu soru yöneltilmiştir: “Bileşiklerin kaynama noktalarına göre sıralanması ile ilgili kesin bir yargı/önyargıya sahip misin? Mesela “Bileşiklerin kaynama noktalarına 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 S15, S19 ve S22 kodlu öğrencilerin soruyu çözme süreçlerinde katılık h ristiğinin etkilerinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bahsedilen  ğrenciler Bileşiklerin kaynama noktalarına 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  ğrencilerin güvenmiş olduğu yaklaşım şudur: “Bileşiğin molekül ağırlığı ne kadar büyük ise kaynama noktası o kadar yüksektir” prensibi ile karar vereceğim”.

Bu çalışmada katılımcılarda aşırı özgüvenin etkilerini araştırmak için şu şekilde bir yol izlendi. Bileşiklerin kaynama noktalarına göre sıralanması konusu ile ilgili soru katılımcılara sorulmadan/gösterilmeden önce katılımcılara şu soru yöneltilmiştir: “Bileşiklerin kaynama noktalarına 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 kaynama noktalarına göre sıralanması konusu ile ilgili soru katılımcılara sorulduktan/gösterildikten hemen sonra,  ğrenci 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 güvenin hangi seviyededir. Güven seviyene 1 ile 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 hōristiği kodlanmıştır. Bu türden cevap veren öğrenciler genellikle şu tür ifadelerde de bulunmuştur: "kendime güveniyorum, soruyu kesinlikle doğru çözdüm/çözeceğim". Yukarıda ayrıntılı bir şekilde anlatılan prosedür izlenerek yapılan işlemler sonucu S9, S19, S27 ve S29 kodlu katılımcıların soruyu çözme süreçlerinde aşırı özgüven hōristiğinin etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Periyodik Eğilim hōristiği Talanquer tarafından önerilen on hōristik içerisinde yer almamaktadır. Bununla birlikte yapılan bu çalışmada katılımcıların bu hōristiği de kullanmış olduklarının tespit edilmesi nedeniyle bu hōristik de değerlendirmeye alınmıştır. Periyodik Eğilim hōristiği bazı araştırmacılar tarafından gelişigüzel (arbitrary) hōristiği olarak da adlandırılmaktadır. Periyodik tabloda soldan sağa ve yukarıdan aşağı doğru değişen özelliklerin niçin değiştiğini bilmeden sadece özellik artar veya özellik azalır şeklinde değerlendirilmesi Periyodik eğilim hōristiğinin etkisinin bir sonucudur. S2, S7, S17 ve S25 kodlu öğrencilerin akıl yürütme süreçlerinde bu hōristiğin etkili olduğu tespit edilmiştir.

4.7. Katılımcıların Bileşiklerin Suda Artan Çözünürlüklerine Göre Sıralanması Konusu İle İlgili Hōristik Akıl Yürütmeleri (NaCl, NaBr, BaO ve MgO Bileşikleri)

Tez çalışmasının bu kısmında bazı kimyasal bileşiklerin suda artan çözünürlüklerine göre sıralanmasının istendiği bir görevin yerine getirilmesi sürecinde öğrencilerin hōristik 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 38'de verilmiştir.

Tablo 38*Elde Edilen Cevap Desenleri (Çözünürlük, NaCl, NaBr, BaO ve MgO Bileşikleri)*

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⁺, Cl⁻ ve Br⁻ iyonlarının yük değeri 1'dir. Mg²⁺, Ba²⁺ ve O²⁻ 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: $MgO < BaO < NaCl < NaBr$.

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 h ristiklerin kullanımını esas alan stratejilere yönelmiş oldukları tespit edilmiştir. Bu araştırmanın amacı öğrencilerin farklı kimya konularında h ristik kullanımlarını incelemek olduğu için öğrencilerin mülakatlar sürecinde bahsedilen soru ile ilgili olarak yapmış oldukları açıklamalar ve kendilerine sorulan sorulara vermiş oldukları cevaplar h ristik 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  ğrenci ifadelerinin  zetleri Tablo 39'da verilmiştir. Burada önemli bir hususu belirtmek gerekmektedir. Tablo 39'da yer alan Periyodik Eğilim h ristiği Talanquer tarafından önerilen on h ristik içerisinde yer almamaktadır. Bununla birlikte yapılan bu çalışmada katılımcıların bu h ristiği de kullanmış olduklarının tespit edilmesi nedeniyle bu h ristik de değerlendirmeye alınmış ve tabloya eklenmiştir.

Tablo 39

Höristikler ile İlişkilendirilen Öğrenci İfadeleri (Çözünürlük, NaCl, NaBr, BaO ve MgO Bileşikleri)

Höristik kod	Öğrenci ifadelerinin özeti
<i>Çağrışimsal Aktivasyon</i> Boşlukları doldurmak için hafızada mevcut bulunan zihinsel yapıların kullanılması	- 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
<i>Akıcılık</i> Kolay elde edilebilen ipuçlarının kullanılması	
<i>Nitelik yer değiştirme</i> Orijinal sorunun daha basit bir soru ile yer değiştirmesi.	Orijinal sorunun şu sorularla yer değiştirmesi: - 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 ? - Hangi bileşikler metal oksittir ?
<i>Tek Nedenli Karar Verme</i> Tek bir ipucu veya faktörün kullanımı ile akıl yürütmenin basitleştirilmesi	- Sadece bileşiklerin molekül ağırlıklarını değerlendirerek karar verme. - Sadece atomların elektronegatifliklerine göre karar verme - Sadece atomların yarıçaplarına göre karar verme
<i>Yüzeysel Benzerlik</i> Yapısal gösterim olarak birbirlerine benzeyen kimyasal bileşiklerin benzer özelliklere ve davranışlara sahip olduklarının varsayılması	NaBr, NaCl'ye benziyor.
<i>Tanıma</i> Tanınan nesnelere daha çok değer verme/tanınmayanlara daha az değer verme	NaCl'yi biliyorum/tanıyorum.
<i>Genelleştirme</i> Öğrenilmiş model veya kuralların fazladan genelleştirilmesi.	- 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.
<i>Katılık</i> Esnek ve yaratıcı şekilde akıl yürütmeme	“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. “Yarıçapı büyük atomlardan oluşan bileşiklerin çözünürlüğü daha fazladır” prensibi ile karar vereceğim.
<i>Aşırı özgüven</i> karar verme süreçlerindeki özgüvenin gerçek doğruluğu aşması	- Soruyu kesinlikle doğru çözdüm/çözeceğim - Güven seviyem 8-10'dur.
<i>Duygulanım</i> Olumlu veya olumsuz duygular	çözünürlük konusunu seviyorum/sevmiyorum, olumlu/olumsuz duygu
<i>Periyodik Eğilim*</i>	- Periyodik tabloda yukardan aşağı doğru çözünürlük artar. - Periyodik tabloda yukardan aşağı doğru çözünürlük azalır.

*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 listeye eklenmiştir.

Bu araştırmaya 30 öğrenci katılmıştır. Araştırmaya katılan 30 öğrencinin soruları nasıl çözdükleri ile ilgili açıklamaları esas alınarak yapılan kodlama işlemi Tablo 40’da özetlenmiştir.

Tablo 40

Katılımcıların Kullanmış Oldukları Höristikler (Çözünürlük, NaCl, NaBr, BaO ve MgO Bileşikleri)

Höristik	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15
Çağrışmsal Aktivasyon	•	•	•	•	•		•	•		•			•		
Akıcılık															
Nitelik Yer Değıştirmesi	•	•	•	•	•		•	•		•			•		
TNKV	•		•	•	•			•		•			•		
Yüzeysel benzerlik						•			•		•	•		•	•
Tanıma						•			•		•	•		•	•
Genelleştirme		•		•			•								
Katılık			•		•								•		
Aşırı Özgüven				•									•		
Duygulanım	•							•							
Periyodik Eğilim		•					•								
	S16	S17	S18	S19	S20	S21	S22	S23	S24	S25	S26	S27	S28	S29	S30
Çağrışmsal Aktivasyon	•	•	•				•	•	•			•	•	•	•
Akıcılık															
Nitelik Yer Değıştirmesi	•	•	•				•	•	•			•	•	•	•
TNKV	•		•						•					•	•
Yüzeysel benzerlik				•	•	•				•	•				
Tanıma				•	•	•				•	•				
Genelleştirme	•	•					•	•				•	•		
Katılık			•											•	
Aşırı Özgüven															•
Duygulanım	•							•	•						
Periyodik Eğilim		•					•	•				•	•		

Karşılaştırmaları ve yorumlamaları kolaylaştırmak amacıyla bahsedilen soruyu çözme süreçlerinde ilgili höristikleri en az bir defa kullanan katılımcı sayıları ve yüzdeleri, bu höristikleri kullanan katılımcıların kod isimleri ile birlikte Tablo 41’de verilmiştir. Tablo 41’de verilen yüzdeler ilgili hőristiğı en az bir defa kullanan katılımcıların sayısının toplam katılımcı sayısına oranını yüzde olarak ifade etmektedir (N=30, toplam katılımcı sayısı).

Tablo 41

İlgili Höristikleri En Az Bir Defa Kullanan Katılımcı Sayıları ve Yüzdeleri (Çözünürlük, NaCl, NaBr, BaO ve MgO Bileşikleri)

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

Bir soru çözülürken 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, 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 hōristikleri genellikle birbirini tetiklemekte ve desteklemektedir. NaCl, NaBr, MgO ve BaO bileşiklerinin suda artan çözünürlüklerine göre sıralanmasının istendiği bu soruda katılımcıların akıl yürütme süreçlerinde akıcılık hōristiğinin etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Akıcılık hōristiği 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 hōristiğinin bir etkisinin bulunmadığı düşünülmektedir. Bununla birlikte hafızada mevcut bulunan zihinsel yapıların kullanılmasıyla açığa çıkan çağrışımsal aktivasyon hōristiği katılımcıların %63.33’ünün akıl yürütme sürecinde etkisini göstermiştir. Bileşiklerin suda çözünürlüğü ile ilgili bu çalışmada, katılımcıların hōristik akıl yürütme süreçlerinin tamamında çağrışımsal aktivasyon ve nitelik yer değiştirmesi hōristiklerinin aynı anda etkili olduğu Tablo 40’ın dikkatli bir şekilde incelenmesinden anlaşılmaktadır. S27 kodlu öğrencinin soruyu çözme sürecindeki akıl yürütmesi çağrışımsal aktivasyon ve nitelik yer değiştirmesi hōristiklerinin 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 bilğim 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 klorudur. 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 hristiklerinin birbirlerini tetikledikleri ve destekledikleri anlaşılmaktadır. S27 kodlu öğrenci soruyu 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 çağrışımsal aktivasyon hristiğinin etkisinin bir sonucudur. S27 kodlu öğrencinin “periyodik tabloda yukardan aşağı doğru gidildikçe özelliklerin değiştiğinden bahsetmesinde de çağrışımsal aktivasyon hristiğinin etki vardır. Bu türden akıl yürütmeler ile soruyu çözen öğrenci hedef nitelik yerine başka nitelikleri (bileşikler 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 hristiğinin etkisinin bir sonucudur. Çağrışımsal aktivasyon hristiğinin 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 kullanılırlar. Bu durum tek nedenli karar verme hristiği ile ilişkilidir. S24 kodlu katılımcının soruyu çözme sürecindeki akıl yürütmesi tek nedenli karar verme hristiğinin 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 hōristiğı 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 değıştirmiştir. Dolayısıyla S24 kodlu öğrencinin akıl yürütme sürecinde nitelik yer değıştirmesi hōristiğı 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 değıerlendirerek, sadece atomların elektronegatifliklerine göre veya sadece atomların yarıçapına göre karar verdikleri tespit edilmiştir.

Taninan nesneler veya olaylar, insanların aldıkları kararlar üzerinde güçlü bir etkiye sahiptir. Birden fazla nesneden biri tanınır ve diğēerleri tanınmazsa, tanınan nesneye daha yüksek değıer verilir. Soruda yer alan NaCl, NaBr, MgO ve BaO bileşiklerinden NaCl bileşiğı 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 doğıru sıralama şu şekildedir: $MgO < BaO < NaBr < NaCl$

Mülakatçı: Soruyu cevaplamak için kullandığın stratejiyi açıklar mısın?

S11: NaCl’ü biliyorum sofra 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 bilgim yok. Fakat NaBr, NaCl'ye benziyor. Bu nedenle büyük bir ihtimalle NaCl'den sonra çözünürlüğü yüksek olan bileşik NaBr'dir 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 itibarı ile tanıma ve yüzeysel benzerlik hōristikleri 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 hōristiğinin bir etkisi olarak kabul edilir. Yukarda örnek olarak verilen S27 kodlu öğrencinin akıl yürütme sürecinde genelleştirme hōristiği 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 hōristiğinin 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 hōristiğinin etkisi vardır. Katılımcıların karar verme süreçlerinde genelleştirme hōristiğinin diğer bazı hōristikler ile birlikte etkili olduğu Tablo 40'dan anlaşılmaktadır. Genelleştirme hōristiği ile aynı anda en çok kullanılan hōristiklerin nitelik yer değiştirmesi, çağrışımsal aktivasyon ve periyodik eğilim hōristikleri olduğu da Tablo 40'ın detaylı bir şekilde incelenmesinden anlaşılmaktadır. Bu çalışma ile tespit edilen ve genelleştirme hōristiğinin 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 kaynama noktalarına göre bağıl 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 duygulanım hōristiği kodlanmıştır. Katılımcılardan iki tanesi (S16 ve S24) bileşiklerin bağıl çözünürlüğü konusunun çok karmaşık ve zor olduğunu, bu konuyu sevmediklerini hatta nefret ettiklerini belirtmişlerdir. S16 ve S24 kodlu öğrencilerin bu ifadeleri esas alınarak bu öğrenciler için de duygulanım hōristiği kodlanmıştır.

Bu çalışmada, katılık hōristiğinin 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 hōristiğinin 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

tanısından biridir: “Bileşğin molekül ağırlığı ne kadar küçük ise çözünürlüğü o kadar yüksektir”/ “Bileşğin 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 karşılaşarsan soruyu doğru bir şekilde cevaplayabileceğine ilişkin kendine olan güvenin hangi seviyededir. Güven seviyene 1 ile 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 ile 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 güvenin hangi seviyededir. Güven seviyene 1 ile 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 hōristiği 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 çözmeye süreçlerinde aşırı özgüven hōristiğinin etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Periyodik Eğilim hōristiği Talanquer tarafından önerilen on hōristik içerisinde yer almamaktadır. Bununla birlikte yapılan bu çalışmada katılımcıların bu hōristiği de kullanmış olduklarının tespit edilmesi nedeniyle bu hōristik de değerlendirmeye alınmıştır. Periyodik Eğilim hōristiği bazı araştırmacılar tarafından gelişigüzellik (arbitrary) hōristiği 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 hōristiğinin etkisinin bir

sonucudur. S2, S7, S17, S22, S23, S27 ve S28 kodlu öğrencilerin akıl yürütme süreçlerinde bu höristiğin etkili olduğu tespit edilmiştir.

BEŞİNCİ BÖLÜM

V. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1.Tartışma

Bu tez çalışması sonucunda, tez çalışması kapsamında incelen konular için doğru cevap desenini oluşturan öğrenci yüzdelерinin ortalamasının %26.66 olduğu görülmektedir. Katılımcıların höristikleri sıklıkla kullanmış olmaları sorulara doğru cevap veren öğrenci oranlarının genelde 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, Hopf ve Schreiner, 2011; 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).

Daha önce yapılmış olan ve literatürde yer alan hidrojen bağı ile ilgili araştırmaların sonucunda da bu araştırma ile elde edilen sonuca benzer şekilde hidrojen bağı konusunu doğru anlayan öğrenci oranının az olduğu bulunmuştur (Villafane, Bailey, Loertscher, Minderhout, ve Lewis, 2011; Taagepera, Arasasingham, Potter, Soroudi, ve Lam, 2002). Örneğin, Villafane ve çalışma arkadaşları hidrojen bağı ile ilgili yapmış oldukları bir çalışmada hidrojen bağı konusunu doğru anlayan öğrenci oranının az olduğunu ve öğrencilerde konu ile ilgili çeşitli kavram yanılgıları bulunduğu belirtmişlerdir (Villafane, Bailey, Loertscher, Minderhout, ve Lewis, 2011). Ayrıca Miller ve Kim (2017) de yapmış oldukları çalışmada hidrojen bağı konusunu doğru anlayan öğrenci oranının az olduğunu tespit etmişlerdir. Hidrojen bağı ile alakalı olarak

yapılan ve literatürde yer alan araştırmalarda öğrencilerde en çok karşılaşılan kavram yanlışlarının şunlar olduğu belirtilmektedir: “Tüm hidrojenler hidrojen bağı yapabilir”, “hidrojen bağı kovalent bir bağıdır”, “hidrojen bağı moleküller arası olmaktan ziyade molekül içerisinde daha çok olur”, “faz değişikliği esnasında kovalent bağlar kırılır”, “hidrojen bağı hidrojen içeren herhangi bir bağıdır” ve “tüm polar moleküller hidrojen bağı oluşturabilir” (Villafane, Bailey, Loertscher, Minderhout, ve Lewis, 2011; Henderleiter, Smart, Anderson, ve Elian, 2001; Tan ve Treagust, 1999; Duis, 2011). Temel amacı öğrencilerin hıristik kullanımlarını incelemek olan bu tez çalışması öğrencilerde bulunan bazı kavram yanlışları hakkında direkt gözlem yapılmasına da olanak sağlamıştır. Örneğin, daha önce yapılan çalışmalarda da tespit edilmiş olan “tüm hidrojenler hidrojen bağı yapabilir” şeklindeki kavram yanlışlığı bu çalışma sonucu ortaya çıkan C kümesi (1,2,4,8 no’lu atomlar) ile ilgilidir. Vermiş oldukları cevaplar ile bu şekilde bir desen oluşturulan katılımcılar, molekülde bulunan diğer atomları değil hidrojen atomlarının tamamını seçmişlerdir. Diğer cevap desenlerinin oranlarıyla kıyaslandığında bu cevap desenini oluşturan öğrenci oranının yüksek olduğu (%13.13) anlaşılmaktadır. Sadece hidrojen atomlarının seçildiği diğer cevap desenleri (Küme G ve J) de bu hesaba dâhil edilseydi bu oran %26.66’ya yükselirdi. Öğrencilerin hidrojen bağı ile ilgili olarak çoklu seçim formatında hazırlanmış olan soruya vermiş oldukları yanıtların daha ayrıntılı bir şekilde incelenmesi, öğrencilerin hidrojen bağı ile ilgili akıl yürütmelerinde hangi süreçlerin etkili olduğuna dair ipuçları sağlamaktadır. Örneğin, doğru cevap olan Küme A’ dan (%16.66) sonra en çok seçilen kümeler Küme B (%13.33) ve Küme C’dir (%13.33). Küme B, yapıda bulunan iki karbon hariç tüm atomları hesaba katmaktadır. Küme C, sadece yapıda bulunan tüm hidrojenleri hesaba katmaktadır. Küme D (%10.00) sadece oksijen atomlarının seçildiği kümedir. Küme E (%6.66), çift bağı sahip olan atomlar (karbon ve oksijen) hariç diğer tüm atomları hesaba katmaktadır. Küme G (%6.66), oksijene bağlı olan hidrojen hariç tüm hidrojenleri hesaba katmaktadır.

Asit-baz kimyası; asit-baz teorileri, suyun otoiyonizasyonu, asit-baz kuvvetleri, asit-baz dengeleri, tuzların hidrolizi, tampon çözeltiler, asit baz reaksiyonları ve asit baz titrasyonları konularını içermektedir. Asit-baz kimyası konusunu öğrencilerin anlamakta zorlandığı ve öğrencilerde bu konu ile ilgili olarak çeşitli kavram yanlışlarının sıklıkla görüldüğü literatürde bildirilmektedir (Artdej vd., 2010; Demircioglu vd., 2005; Mutlu

ve Sesen, 2016). Asit-baz kimyası içerisinde yer alan asit-baz kuvvetleri konusu ile alakalı olarak literatürde yer alan farklı çalışmalar sonucunda yaygın bir şekilde tespit edilen kavram yanlışları şunlardır: “Bir bileşiğin asitliği bileşikte bulunan hidrojen sayısının artması ile artar (Muntholib, vd., 2018; Demircioglu, vd., 2005)”, “Bir bileşiğin bazlığı bileşikte bulunan hidroksil sayısının artması ile artar (Pan ve Henriques, 2015; Cetingul, ve Geban, 2011)”, “pH asit gücünün bir ölçüsüdür (Demircioglu, vd., 2005)”, “Çözeltinin pH değeri asidin kuvveti ile ters orantılıdır. Çözeltinin pH değeri ne kadar düşük olursa, çözeltinin asidik gücü o kadar yüksek olur (Mutlu ve Şeşen, 2016)”, HX şeklinde gösterilen hidrojen halojenürler için, halojen atomunun (X) elektronegatifliği arttıkça asitlik artar (Mutlu ve Şeşen, 2016)”, “Konsantrasyon asit-baz kuvvetini gösterir (Ross, 1989; Ross ve Munby, 1991). “Kb değeri, bazik çözeltinin konsantrasyonunu yansıtır (Artdej vd., 2010)”, “Diprotik (iki hidrojen ihtiva eden) asit, monoprotik (tek hidrojen ihtiva eden) asitten daha güçlüdür (Hoe ve Subramaniam, 2016), tüm asitler kuvvetli asittir (Ross, 1989; Ross ve Munby, 1991). Temel amacı öğrencilerin hristik kullanımlarını incelemek olan bu tez çalışmasında, bileşiklerin asitlik ve bazlık kuvvetleri ile ilgili olarak katılımcılarla derinlemesine mülakatlar yapılması öğrencilerde bulunan bazı bazı kavram yanlışlarının da gözlemlenmesine olanak sağlanmıştır. Bu tez çalışması ile asitlik ve bazlık kuvvetleri ile ilgili olarak tespit edilen kavram yanlışları şunlardır: “Bileşiklerde bulunan hidrojen sayısı arttıkça bileşiklerin asitlik kuvveti artar”, “Bileşiklerde bulunan hidrojen sayısı arttıkça bileşiklerin asitlik kuvveti azalır”, “Bileşiklerde bulunan hidroksil sayısı arttıkça bileşiklerin bazlık kuvveti artar”, HX şeklinde gösterilen hidrojen halojenürler için periyodik tabloda yukardan aşağı doğru inildikçe asitlik kuvveti azalır”, “HX şeklinde gösterilen hidrojen halojenürler için halojen atomunun (X) elektronegatifliği arttıkça asitlik kuvveti artar”, “Bileşiklerin molekül ağırlıkları arttıkça asitlik kuvvetleri artar”, “Bileşiklerin molekül ağırlıkları arttıkça bazlık kuvvetleri artar”, “hidroksil grubunun bağlı olduğu atomun elektronegatifliği arttıkça bazlık kuvveti artar”. Bu tez çalışmasında asitlik ve bazlık kuvvetleri konusunda tespit edilen kavram yanlışları ile literatürde yer alan çalışmalar ile tespit edilen kavram yanlışları genel olarak benzerlik göstermektedir. Bununla birlikte literatürde tespit edilen kavram yanlışlarından farklı olarak bu tez çalışmasında öğrencilerin asitlik veya

bazlık kuvvetlerini bileşiklerin molekül ağırlıkları ile ilişkilendirdikleri de tespit edilmiştir.

Erime ve kaynama olayları kimya müfredatında önemli bir yere sahiptir. Öğrencilerin erime ve kaynama olaylarını anlamalarını değişik boyutlarıyla irdeleyen çok sayıda çalışmaya literatürde rastlanılmaktadır. Bu tez çalışmasında erime ve kaynama olaylarının erime ve kaynama noktaları boyutu üzerinde araştırma yapıldığı için, erime ve kaynama noktaları ile ilgili olarak daha önceden yapılmış çalışmalardan bahsetmekte fayda vardır. Bileşiklerin erime ve kaynama noktaları tanecikler arası etkileşimlerle ilgilidir. Bileşiklerin erime ve kaynama noktaları ile ilgili tahminde bulunmak ve bileşikleri erime veya kaynama noktalarına göre sıralamak için tanecikler arası etkileşimlerin ve molekül yapısı-özellik ilişkilerinin sağlam bir şekilde bilinmesi gerekmektedir. Öğrencilerin tanecikler arası etkileşimler, yapı-özellik ilişkileri ve tanecikler arası etkileşimlerin erime ve kaynama noktaları üzerine etkilerini anlamaları üzerine yapılmış çok sayıda çalışma literatürde mevcuttur. Bu çalışmalar sonucunda; öğrencilerin tanecikler arası etkileşimleri ve yapı-özellik ilişkilerini anlamada genellikle zorluklar çektikleri, bu zorluklardan dolayı bileşiklerin erime ve kaynama noktaları hakkında doğru tahmin veya sıralamalarda bulunamadıkları, öğrencilerin bilimsel akıl yürütmeler yerine genellikle kısa yollu stratejilere güvendikleri ve bu konularla ilgili olarak öğrencilerde çeşitli kavram yanılgıları bulunduğu ortaya çıkarılmıştır (Cooper, Williams ve Underwood, 2015; Cooper, Corley, ve Underwood, 2013; Cooper, Underwood, Hilley, ve Klymkowsky 2012; Barker, Millar, 2000; Schmidt, Kaufmann, ve Treagust, 2009; Maeyer ve Talanquer, 2010). Erime ve kaynama noktaları ile ilgili olarak literatürde yer alan çalışmalarda sıklıkla tespit edilen kavram yanılgıları şunlardır; “Bileşiklerin molekül ağırlığı arttıkça erime ve kaynama noktaları artar”, “molekülde dallanma arttıkça erime ve kaynama noktaları artar”, “moleküldeki bağ sayısı arttıkça erime ve kaynama noktaları artar”, “oksijen ihtiva eden moleküllerin erime ve kaynama noktaları daha yüksektir” (Schmidt, Kaufmann, ve Treagust, 2009; Cooper, Corley, ve Underwood, 2013). Bu tez çalışmasında da literatürde belirtilenlere benzer şekilde, öğrencilerin yapı-özellik ilişkilerini anlamada genellikle zorluklar çektikleri, bu zorluklardan dolayı bileşiklerin erime ve kaynama noktaları hakkında doğru tahmin veya sıralamalarda bulunamadıkları, bilimsel akıl yürütmeler yerine genellikle kısa yollu stratejilere güvendikleri tespit edilmiştir. Bu tez çalışmasında erime ve kaynama noktası ile ilgili

olarak öğrencilerde bazı kavram yanlışları da tespit edilmiştir. Literatürde bildirilen “Bileşiklerin molekül ağırlığı arttıkça erime ve kaynama noktaları artar” şeklindeki kavram yanlışlığı bu tez çalışmasında da tespit edilmiştir. Bu tez çalışmasında “Bileşiklerin molekül ağırlığı arttıkça erime ve kaynama noktaları artar” şeklindeki kavram yanlışlığına ek olarak şu iki kavram yanlışlığı da tespit edilmiştir; “elektronegatifliği yüksek atom ihtiva eden bileşiklerin erime ve kaynama noktaları daha yüksektir”, “Kuvvetli asitlerin erime ve kaynama noktaları tuzlardan daha yüksektir”.

Çözünürlük konusu da 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 kütlelenin korunumu, doymuş, aşırı doymuş ve doymamış çözeltiler, gazların suda çözünürlüğü ve bileşiklerin çözünürlüklerinin kıyaslanması (Coştu, Ayas, Açıkkar ve Calık; 2007; Calık, Ayas ve Ebenezer, 2004; Maeyer ve Talanquer, 2010). Çözünürlükle ilgili yukarıda bahsedilen konuları kavramada öğrencilerin zorluk çektikleri ve bu konularda öğrencilerde çok sayıda kavram yanlışlığının bulunduğu da literatürde yer alan çalışmalarda belirtilmektedir (Akgün ve Aydın 2009; Coştu, Ayas, Açıkkar ve Calık; 2007; Valanides, 2000; Blanco ve Prieto, 1997; Goodwin, 2002; Alawiyah, Susilaningsih ve Sulistyaningsih, 2018). Bileşiklerin çözünürlüklerine göre sıralanması üzerine yapılan araştırmalar sonucunda öğrencilerin sıralama yaparken şu özelliklerden biri veya daha fazlası (çoğunlukla bir tanesi) ile çözünürlüğü ilişkilendirdikleri ve karar verdikleri belirtilmektedir (Cooper, Corley, ve Underwood, 2013; Maeyer ve Talanquer, 2010); bileşiklerin molekül 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 yukarıda bahsedilen özelliklerden birini veya daha fazlasını çözünürlükle ilişkilendirerek karar verdikleri sonucuna ulaşılmıştır.

Çeşitli bilişsel kısıtlamaların insanların öğrenme ve akıl yürütmelerini yönlendirdiği literatürde belirtilmektedir (Hatano ve Inagaki, 2000; Keil, 1990; Wellman ve Gelman, 1998, Talanquer, 2014). Bu çalışma ile elde edilen sonuçlar,

literatürde belirtilen bu durumu desteklemektedir. Bu çalışma ile literatürde yer alan çalışmaların sonuçlarına benzer şekilde, bir bilişsel kısıtlama türü olan h ristiklerin tez kapsamında incelenen kimya konularında öğrencilerin akıl yürütmelerini yönlendirdiği sonucuna ulaşılmıştır. Özellikle de zamanın ve bilginin sınırlı olduğu durumlarda bireylerin kısa yollu stratejilere sıklıkla güvendikleri literatürde belirtilmektedir (Ugras, 2018; Maeyer ve Talanquer, 2010). Bu araştırmanın sonucunda da, literatürde yer alan bu sonuçlara benzer şekilde, zamanın ve bilginin sınırlı olduğu şartlarda öğrencilerin makul bir cevap verebilmek için genellikle kısa yollu stratejilere (h ristikler) güvendikleri tespit edilmiştir. Tez  alışması kapsamında yapılan mülakatlar esnasında kimya ile ilgili olarak sorulan her bir sorunun çözümü ile ilgili akıl yürütme süreçlerinde katılımcılar tarafından kullanılmış olduğu tespit edilen h ristiklerin katılımcılar tarafından kullanım yüzdeleri ve ortalaması Tablo 42’de verilmiştir. Akıl yürütme sürecinde kullanılmayan h ristikler ( rneğin 4,5 ve 7. sorular için akıcılık h ristiği) ortalama hesabında değerlendirmeye alınmamıştır. Tablo 42’de “Soru No” başlığı altında yer alan rakamlar mülakatlar sürecinde katılımcılara sorulan kimya ile ilgili soruları ifade etmekte olup, bu sorular numaralandırılmış haliyle aşağıdaki gibidir:

- 1 Asetik asit molekülündeki hangi atomlar su ile hidrojen bağı yapabilir?
- 2 HCl, H₂S ve HI bileşiklerini artan asitlik kuvvetlerine göre sıralayınız
- 3 KOH, Mg(OH)₂ ve Ca(OH)₂ bileşiklerini artan bazlık kuvvetlerine göre sıralayınız.
- 4 HI, HCl, NaI ve NaCl bileşiklerini artan kaynama noktalarına göre sıralayınız.
- 5 HCl, HBr, NaI, NaBr bileşiklerini artan erime noktalarına göre sıralayınız
- 6 H₂Se, H₂S, PH₃ bileşiklerini artan kaynama noktalarına göre sıralayınız.
- 7 BaO, MgO, NaBr, NaCl bileşiklerini suda artan çözünürlüklerine göre sıralayınız.

Tablo 42

Soruların Çözümü Sürecinde İlgili Höristikleri En Az Bir Defa Kullanan Katılımcı Yüzdeleri

Höristikler	1	2	3	4	5	6	7	Ort.
<i>Çağrışımsal Aktivasyon</i>	% 46.66	% 66.66	% 83.33	% 90.00	% 90.00	% 90.00	% 63.33	% 75.71
<i>Akıcılık</i>	% 66.66	% 26.66	% 36.66	-	-	% 23.33	-	% 38.32
<i>Nitelik yer değiştirmesi</i>	% 36.66	% 66.66	% 83.33	% 90.00	% 90.00	% 90.00	% 63.33	% 74,28
<i>Tek Nedenli Karar Verme</i>	% 36.66	% 30.00	% 50.00	% 30.00	% 30.00	% 43.33	% 40.00	% 37.14
<i>Yüzeysel Benzerlik</i>	% 30.00	% 30.00	% 10.00	% 13.33	% 30.00	% 23.33	% 36.66	% 24.76
<i>Tanıma</i>	% 40.00	% 66.66	% 36.66	% 26.66	% 26.66	-	% 36.66	% 38.88
<i>Genelleştirme</i>	% 26.66	% 33.33	% 46.66	% 30.00	% 43.33	% 36.66	% 30.00	% 35.23
<i>Katılık</i>	% 23.33	% 16.66	% 16.66	% 10.00	% 10.00	% 10.00	% 16.66	% 14.75
<i>Aşırı özgüven</i>	% 33.33	% 13.33	% 20.00	% 13.33	% 13.33	% 13.33	% 10.00	% 16.66
<i>Duygulanım</i>	% 13.33	% 16.66	% 16.66	% 13.33	% 13.33	% 13.33	% 16.66	% 14.75
<i>Periyodik Eğilim•</i>	-	% 26.66	% 40.00	% 13.33	% 13.33	% 13.33	% 23.33	% 21.66

Bireylerin yargılama ve karar verme süreçleri üzerine yapılan birçok çalışmada çağrışımsal aktivasyon, akıcılık ve nitelik yer değiştirmesi höristiklerinin önemli derecede rol oynadıkları ve bu üç höristiğin aynı anda birbirlerini tetikledikleri ve destekledikleri belirtilmektedir (Ugras, 2018, Graulich, 2014). Bu tez çalışmasında da literatürde ifade edilen bu sonuçlara benzer bulgular elde edilmiştir. Özellikle de 2-7 no'lu sorularda çağrışımsal aktivasyon ve nitelik yer değiştirmesi höristiklerinin katılımcılarının büyük çoğunluğunun akıl yürütme süreçlerinde etkin bir rol oynadıkları görülmektedir. Bununla birlikte, katılımcıların 4, 5 ve 7 no'lu soruların çözümü ile ilgili akıl yürütme süreçlerinde akıcılık höristiğinin bir etkisine rastlanılmamıştır. Akıcılık höristiği moleküllerin formüllerinde veya gösterimlerinde özellikle dikkat çeken kısımlar bulunması durumunda yani aşikâr ipucu bulunması durumunda etkisini

göstermektedir. 4, 5 ve 7 no'lu sorularda yer alan bileşiklerde aşikâr ipucu olarak değerlendirilebilecek türden bir ipucu bulunmamasından dolayı katılımcıların bu sorularla ilgili akıl yürütmelerinde akıcılık hâristiğinin bir etkisinin bulunmadığı düşünülmektedir. Çağrışimsal aktivasyon hâristiği boşlukları doldurmak için hafızada mevcut bulunan zihinsel yapıların kullanılması olarak literatürde tarif edilmektedir (Talanquer, 2014). Konuyla ilgili yeterli bilgiye sahip olmayan bireyler, farklı türden yaklaşımlar ile konuyla alakası olmadığı halde zihinlerinde mevcut bulunan bazı yapıları sorunun çözümü için kullanmaktadırlar. Çağrışimsal aktivasyonun etkisi ile gerçekleşen bu tür durumlarda en çok karşılaşılan yaklaşımlardan birinin “Ne kadar çok A- o kadar çok B”, veya “Ne kadar çok A – o kadar az B” şeklinde tarif edilen düz veya ters orantı yaklaşımı olduğu literatürde belirtilmektedir (Talanquer, 2014). Bu tür bir yaklaşımı temel alan sezgisel düşüncelerin genellikle öğrencilerin yanlış cevaplar üretmesine ve öğrencilerde çeşitli kavram yanılgıları oluşturmalarına neden olduğu da literatürde belirtilmektedir (Stavy ve Tirosh, 2000). Bu tez çalışmasında, literatürde belirtilen bu duruma benzer şekilde katılımcıların birçoğunun çağrışimsal aktivasyon hâristiğinin etkisiyle “Ne kadar çok A- o kadar çok B”, veya “ne kadar çok A – o kadar az B” şeklinde tarif edilen düz veya ters orantı yaklaşımını ihtiva eden sezgisel yargılamalar ile karar verdikleri tespit edilmiştir. Katılımcıların sıklıkla kullanmış olduğu “bileşiğin molekül ağırlığı arttıkça erime ve kaynama noktası artar” şeklindeki yaklaşım “Ne kadar çok A- o kadar çok B” olarak ifade edilen ve çağrışimsal aktivasyon hâristiğini etkisini gösteren bir yaklaşımdır. Kendilerine verilen bir sorunun çözümü sürecinde bireylerin çoğunun farkında olmadan hedef nitelik yerine başka nitelikleri değerlendirdikleri ve böylelikle de orijinal soruyu başka basit bir soru ile yer değiştirdikleri ve bu durumun da nitelik yer değiştirmesi hâristiğinin etkisiyle gerçekleştiği değişik çalışmalar ile ortaya çıkarılmıştır (Ugras, 2018; Graulich, 2014). Bu tez çalışmasında da literatürde belirtilen bu duruma benzer şekilde katılımcıların çoğunun (örneğin 4,5 ve 6. sorularda %90'ının) nitelik yer değiştirmesi hâristiğinin etkisi ile orijinal soruları farkında olmadan başka basit sorular ile yer değiştirdikleri tespit edilmiştir. Öğrencilerin kimyasal gösterimleri yorumlama ve kimyasal gösterimleri verilen bileşiklerle ilgili karar verme süreçlerinde yüzeysel özelliklere sıklıkla güvendikleri de literatürde bildirilmektedir (Gilbert ve Treagust, 2009). Yapılan bu çalışmada da literatürde belirtilen sonuçlara benzer şekilde öğrencilerin karar verme

süreçlerinde yüzeysel özelliklere sıklıkla güvendikleri tespit edilmiştir. Yüzeysel özelliklere güvenen öğrenciler akıcılık hōristiğinin etkisiyle molekül formüllerinde bulunan bazı kısımları kolay elde edilebilir ipucu olarak sıklıkla kullanmışlardır. Örneğin H_2S molekülünde bulunan 2 rakamını bazı katılımcılar kolay elde edilebilir bir ipucu olarak değerlendirmişler ve yorumlarını bu 2 rakamını esas alarak yapmışlardır.

Tek nedenli karar verme hōristiğinin genellikle bireylerin aramayı ne zaman durduracağı ve son kararı nasıl alacağını belirlemeye yardımcı olan basit durdurma kuralları ile birlikte kullanıldığı literatürde belirtilmektedir (Todd ve Gigerenzer, 2000). Literatürde belirtilen bu duruma benzer şekilde, bu çalışmada tek nedenli karar verme hōristiğini kullanan katılımcıların çoğunun, önceki bilgi, deneyim veya sezgilerine dayanarak ilgili özelliklerle (asitlik kuvveti, kaynama noktası, çözünürlük vd.) makul bir şekilde ilişkilendirebilecekleri bir ipucu belirlediklerinde aramayı durdurdukları ve hızlı bir şekilde karar verdikleri belirlenmiştir. Örneğin bazı katılımcılar asitlik kuvveti ile ilgili sorunun çözümü sürecinde sadece tek bir faktörü -elektronegatiflikleri- değerlendirmişler ve hızlı bir şekilde karar vermişlerdir. Hâlbuki bu katılımcıların başka bir faktörü de (yarıçapları) değerlendirmesi gerekmekte idi.

Kimya konuları ile ilgili olarak kendilerine sorulan soruların çözümü sürecinde, konu hakkında yeterli derecede bilgi sahibi olmayan öğrencilerin bir çözüm yolu olarak bileşik veya moleküllerin birbirlerine benzerliklerini de değerlendirerek karar verme eğiliminde oldukları ve bu durumun yüzeysel benzerlik hōristiğinin etkisiyle gerçekleştiği literatürde belirtilmektedir (Talanquer; 2014; Miller ve Kim, 2017; Graulich, 2014). Bu tez çalışması sonucunda da literatürde belirtilen bu bulgulara benzer şekilde yüzeysel benzerlik hōristiğinin katılımcıların akıl yürütme süreçlerinde önemli derecede etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu hōristiğin kullanım ortalaması % 24.76'dır. Hidrojen bağı ile ilgili olan 1. soruda yüzeysel benzerlik hōristiğinin etkisi ile karar veren öğrenciler genellikle asetik asitin suya benzeyen kısımlarını “suda hidrojen bağı vardır. O halde asetik asit molekülü de suya benzeyen kısımları vasıtasıyla hidrojen bağı yapabilir” şeklindeki yaklaşımı benimseyerek hidrojen bağı yapabilecek kısımlar olarak değerlendirmişlerdir. Diğer soruların çözümü sürecinde yüzeysel benzerlik hōristiğinin etkisi ile karar veren öğrenciler ise genellikle moleküllerin yapısal gösterim olarak birbirlerine benzerliklerini esas almışlardır. Örneğin H_2S , H_2O ya benziyor veya HI , HCl 'ye benziyor şeklinde yaklaşımları kullanmışlardır.

Tanıma h ristiği, bir bireyin daha önceden bildiği veya tanıdığı nesne veya daha önceden tecrübe ettiği olaylarla tekrar karşılaşması durumunda etkisini göstermektedir. Bu nedenden dolayı literatürde yer alan araştırmalar tanıma h ristiğinin kullanım sıklığının bireye verilen görevin özellikleri ile ilişkili olduğunu belirtmektedir (Newell ve Shanks, 2004). Bu tez çalışmasının sonuçları literatürde yer alan bu bulgu ile benzerlik göstermektedir. Örneğin, 6 no’lu soruda yer alan bileşiklerin tamamı katılımcıların adını daha önce sıklıkla duydukları veya sıklıkla karşılaştıkları bileşikler değildirler. 6 no’lu sorunun  z m  sürecinde tanıma h ristiğinin bir etkisinin olmamasının nedeni bu durumdur. Bununla birlikte HCl ve NaCl bileşikleri, katılımcıların daha önceden tanıdıkları, adını sıkça duydukları, kimya laboratuvarlarında sıklıkla kullandıkları ve günlük yaşamda da sıklıkla karşılaştıkları bileşiklerdir. HCl bileşiği günlük hayatta temizlik malzemesi olarak kullanılmakta iken NaCl bileşiği ise yine günlük hayatta sıklıkla kullanılan sofrta tuzudur. Dolayısıyla tanınırlığı yüksek olan bu bileşiklerin yer aldığı sorularda katılımcılar tanıma h ristiğinin etkisiyle bu bileşiklere fazla değer vermişlerdir ( rneğin HCl’yi verilen soruda en kuvvetli asit, NaCl’yi verilen soruda  z n rl ğ  en yüksek bileşik olarak değerlendirme gibi). Netice itibarı ile literatürde belirtilen durumlara (Maeyer ve Talanquer, 2010) benzer şekilde tanınan bileşiklerin soruda yer alıyor olması tanıma h ristiğinin öğrenciler tarafından kullanım sıklığının yüksek olmasına neden olmuştur.

Öğrencilerin kimya konuları üzerine yapılan çalışmalarda sıklıkla belirtilen hususlardan bir tanesi de öğrencilerin sıklıkla ve bilinçsiz bir şekilde genelleştirme eğiliminde olduklarıdır (Talanquer, 2014). Bu türden davranışta bulunan öğrencilerin daha önce öğrendikleri kalıp veya kuralları fazladan genelleştirdikleri belirtilmektedir. Özellikle de konuyla ilgili bilgisi az olan öğrenciler daha önceden öğrenmiş oldukları kalıp veya kuralların ortaya çıkmasına neden olan belirli koşulları tam olarak bilmedikleri için yukarda bahsettiğimiz türden aşırı genelleştirme yapmaktadırlar. Kimya konularında yapılan çalışmalar sonucu öğrencilerin aşırı genelleme yaptıklarını gösteren örnek bazı düşünceleri şunlardır; “Kimyasal bileşiklerin tamamı moleküler yapıdadır (Stains ve Talanquer, 2007)”, “kimyasal bileşiklerin tüm özellikleri periyodik tablo boyunca aynı eğilimi gösterir (Maeyer ve Talanquer, 2010; Maeyer ve Talanquer, 2013)”, “asidik ortamda gerçekleşen tüm kimyasal reaksiyonlar birer asit baz reaksiyonudur (Stains ve Talanquer, 2007)”, “oktet kuralı tüm kimyasal bileşiklere aynı

şartlarda uygulanır (Taber, 1998)” ve “tüm reaksiyon mekanizmalarında nükleofiller daima elektrofillere saldırır (Kraft vd., 2010)”. Bu tez çalışmasının sonuçları literatürde yer alan bu bulgular ile benzerlik göstermektedir. Örneğin literatürde genelleştirme hōristiğinin etkisiyle olduğu belirtilen “kimyasal bileşiklerin tüm özellikleri periyodik tablo boyunca aynı eğilimi gösterir” şeklindeki yaklaşıma bu tez çalışmasında da sıklıkla rastlanılmıştır. Bu tez çalışmasında yer alan soruların çözümü sürecinde öğrenciler sıklıkla kullanmış oldukları bir diğer yaklaşım da elektronegatiflik veya yarıçaplarla ilgili olarak bazı aşırı genellemeler yapmaktır. Örneğin bazı katılımcılar “elektronegatifliği yüksek atom ihtiva eden bileşiklerin genellikle tüm özellikleri yüksek oluyor” şeklindeki genellemeleri soruların çözümü sürecinde sıklıkla kullanmışlardır.

Bazı kimya öğrencilerinin problem çözme yaklaşımlarında oldukça katı oldukları, öğrenilmiş algoritmaları oldukça esnek olmayan yollarla uyguladıkları ve daha üretken stratejileri tanıyamadıkları literatürde belirtilmektedir (Gabel ve Bunce, 1994; Bhattacharyya ve Bodner, 2005; Frió vd., 2000; Cooper vd., 2010; Talanquer; 2014). Bu durum katılık hōristiğinin etkisinden kaynaklanmaktadır. Bu tez çalışmasında, literatürde belirtilen bu duruma benzer şekilde katılık hōristiğinin katılımcıların kendilerine sorulan kimya soruları ile ilgili akıl yürütme süreçlerini önemli derecede etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Katılık hōristiği, katılımcıların ortalama olarak %14.75’inin akıl yürütme sürecinde etkili olmuştur.

Kimya konuları olan stokiyometri ve organik asitler ve bazlar konularında yapılan çalışmalarda, düşük performans gösteren öğrencilerin bilgilerine aşırı güvenme eğiliminde olduklarını ve bu tür yanılgıların ortadan kaldırılmasının oldukça zor olduğu bildirilmektedir (Mathabathe ve Potgieterb, 2014; McClary ve Bretz, 2012; Talanquer; 2014). Bu durum aşırı özgüven hōristiğinin etkisinden kaynaklanmaktadır. Bu tez çalışmasında, öğrencilerin bilgilerine aşırı güvenmeleriyle ilgili olarak literatürde belirtilen bu duruma benzer şekilde aşırı özgüven hōristiğinin katılımcıların kendilerine sorulan kimya soruları ile ilgili akıl yürütme süreçlerini önemli derecede etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Aşırı özgüven hōristiği, katılımcıların ortalama olarak %16.66’sının akıl yürütme sürecinde etkili olmuştur.

Bireylerin tutum ve inançlarının onların kimyayı öğrenmeleri üzerine etkili olduğu literatürde yer alan ve değişik eğitim düzeylerinde yapılan birçok çalışma ile

ortaya çıkarılmıştır (Emenike ve Bretz, 2012; Nicoll, 1999; Talanquer, 2014). Bireylerin tutum ve inançlarının onların öğrenmelerini etkilemesi duygulanım h ristiği ile ilgilidir. Bu tez çalışmasında, tutum ve inançlar ile ilgili olarak literatürde belirtilen bu duruma benzer şekilde duygulanım h ristiğinin katılımcıların kendilerine sorulan kimya soruları ile ilgili akıl yürütme süreçlerini önemli derecede etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Duygulanım h ristiği, katılımcıların ortalama olarak %14.75’inin akıl yürütme sürecinde etkili olmuştur.

Öğrencilerin bileşiklerin bazı özelliklerini açıklamalarını incelemek üzere yapılan çalışmalarda öğrencilerin bazı özellik, olay veya durumları açıklama stratejisi olarak; “ilgili özellik periyodik tabloda soldan sağa artar/azalır” veya “ilgili özellik periyodik tabloda yukarıdan aşığı doğru artar/azalır” şeklinde bir yaklaşımları benimsedikleri literatürde belirtilmektedir (Maeyer ve Talanquer, 2010). Periyodik tabloda soldan sağa veya yukarıdan aşığı doğru gidildikçe ilgili özelliğin hangi faktörlere bağlı olarak ve hangi mekanizma ile değiştini a ıklayamadan sadece özellik artar veya azalır şeklinde karar verme durumu periyodik eğilim h ristiğinin etkisi olarak belirtilmektedir (Maeyer ve Talanquer, 2010). Bazı kaynaklarda “periyodik eğilim h ristiği” kavramı yerine “gelişigüzellik h ristiği (arbitrary heuristic)” kavramı da kullanılmaktadır. Bu tez çalışması sonucunda da literatürde belirtilen bu duruma benzer şekilde bazı katılımcıların ilgili özelliği kastederek periyodik tabloda soldan sağa artar/azalır veya periyodik tabloda yukarıdan aşığı doğru gidildikçe artar/azalır şeklinde bir akıl yürütme ile karar verdikleri ve bu katılımcıların özelliğin neden değiştini konusunda açıklama yapamadıkları belirlenmiştir. Periyodik eğilim h ristiğinin yukarıda açıkladığımız şekilde bu tez çalışması kapsamında yer alan konularda kullanım ortalaması % 21.66 olarak tespit edilmiştir. 1 no’lu sorunun doğası gereği soruda yer alan konunun periyodik tabloyla bir ilişkisi yoktur. Bu nedenden dolayı da doğal olarak katılımcıların bu soruyu çözme süreçlerinde periyodik eğilim h ristiğinin etkisine rastlanılmamıştır.

Yapılan detaylı literatür incelemeleri sonucunda öğrencilerin hidrojen bağı ile ilgili bir soruyu cevaplama süreçlerinde etkili olan höristikleri araştırmayı hedefleyen bir tek çalışmaya rastlanılmıştır. Miller ve Kim (2017) yapmış oldukları araştırmada öğrencilerin hidrojen bağı konusundaki h ristik kullanımlarını incelemek amacıyla asetik asitin yapısal gösterimini içeren ve bu tez de kullanılan soruyu ihtiva eden bir

form kullanmışlardır. Miller ve Kim katılımcılara bu formu dağıtmışlar, katılımcıların soruyu yazılı olarak cevaplamalarını ve cevaplarının nedenlerini yine yazılı olarak açıklamalarını istemişlerdir. 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 hōristikten altısını belirleyebilmek için uygun olduğunu, bununla birlikte akıcılık, katılık, aşırı özgüven ve duygulanım hōristiklerini belirleyebilmek için uygun olmadığını belirtmişlerdir (Miller ve Kim, 2017). Öğrencilerin hōristik kullanımlarının tespit edilmesi için en uygun yöntemin mülakat tekniği olmasından dolayı, bu araştırma çalışmasında Talanquer tarafından önerilen ve tanımlanan 10 hōristiğin tamamının belirlenebilmesi amacıyla katılımcılar ile mülakatlar gerçekleştirilmiştir. Bu neden dolayı da Talanquer tarafından önerilen ve tanımlanan 10 hōristiğin tamamının öğrencilerin hidrojen bağı konusundaki akıl yürütme süreçlerine etkisi ayrıntılı bir şekilde tespit edilmiştir. Hidrojen bağı konusunda hōristiklerin çalışma mekanizmaları ile ilgili olarak bu tez araştırması sonucunda belirtilen tespitler ve açıklamalar ile Miller ve Kim (2017) tarafından yapılan çalışmada belirtilen tespitler ve açıklamalar genel anlamda benzerlik göstermektedir.

Bu tez çalışmasında kullanılan 2-7 no'lu sorular daha önceden Maeyer ve Talanquer (2010) tarafından yapılan başka bir çalışmada kullanılan sorulardır. Maeyer ve Talanquer (2010) tarafından yapılan çalışmada katılımcıların bu tezde 2-7 no'lu sorular olarak ifade edilen soruları çözme süreçlerinde etkili olan hōristikler irdelenmiştir. Bahsedilen bu çalışma sonucu 2-7 no'lu sorulara doğru cevap veren öğrenci yüzdelerinin sırasıyla şu şekilde olduğu bildirilmektedir: %20.6, %20.6, %5.9, %8.8, %20.6 ve %11.8. Bu tez çalışmasında ise 2-7 no'lu sorulara doğru cevap veren öğrenci yüzdelerinin sırasıyla şu şekilde olduğu tespit edilmiştir; %20.00, %30.00, %23.33, %26.66, %60.00 ve %10.00. Bu tez çalışması sonucunda da literatürde yer alan ve yukarıda bahsedilen araştırmanın sonuçlarına benzer şekilde soruları doğru cevaplayan öğrenci oranlarının genel olarak düşük çıktığı sonucuna ulaşılmıştır. Maeyer ve Talanquer (2010) tarafından yapılan çalışmada öğrencilerin akıl yürütme süreçleri “tanıma”, “tek nedenli karar verme”, “arbitrary trend/ periyodik eğilim” ve “temsiliyet (temsil edilebilirlik, temsil edici)” hōristikleri esas alınarak incelenmiş ve yorumlanmıştır. Bu dört hōristikten “tanıma”, “tek nedenli karar verme” ve

“gelişigüzelik eğilimi (arbitrary trend/ periyodik eğilim)” höristikleri bu tez çalışması kapsamında da incelenmiştir. Dolayısıyla bu iki çalışmanın sonuçlarını karşılaştırmada fayda vardır. Karşılaştırmaları kolaylaştırmak amacıyla 2-7 no’lu sorular için bu üç h ristiğinin gerek bu tez çalışması ile belirlenen kullanım yüzdeleri gerekse Maeyer ve Talanquer (2010) tarafından tespit edilen kullanım yüzdeleri Tablo 43’de verilmiştir. Tablo 43’de A başlığı altında verilen rakamlar mevcut tez çalışması sonucu tespit edilen kullanım yüzdelerini, B başlığı altında verilen rakamlar ise Maeyer ve Talanquer (2010) tarafından tespit edilen kullanım yüzdelerini ifade etmektedir.

Tablo 43

Tez Kapsamında Tespit Edilen H ristik Kullanım Yüzdelerinin Maeyer ve Talanquer Tarafından Tespit Edilen Kullanım Yüzdeleri İle Karşılaştırılması

Soru No	Tanıma		TNKV		Per. Eğilim	
	A	B	A	B	A	B
2	% 66.66	% 79.4	% 30.00	%50.0	% 26.66	%11.8
3	% 36.66	%35.3	% 50.00	%67.6	% 40.00	%41.2
4	% 26.66	%52.9	% 30.00	%70.6	% 13.33	%14.7
5	% 26.66	%26.5	% 30.00	%82.4	% 13.33	%11.8
6	-	%14.7	% 43.33	%73.5	% 13.33	%44.1
7	% 36.66	%73.5	% 40.00	%52.9	% 23.33	%29.4

Tek nedenli karar verme, tanıma ve arbitrary trend /periyodik eğilim höristikleri için Maeyer ve Talanquer (2010) tarafından yapılan çalışmada tespit edilen kullanım yüzdeleri ile bu araştırma sonucunda tespit edilen kullanım yüzdeleri farklı olmasına rağmen; bu üç h ristiğinin çalışma mekanizmaları ile ilgili olarak bu araştırma sonucunda belirtilen tespitler ve açıklamalar ile bahsedilen literatür çalışmasında belirtilen tespitler ve açıklamalar benzerlik göstermektedir. Örneğın, katılımcıların daha önceden tanıdıkları ve adını sıklıkla duydukları NaCl bileşiğini verilen bileşikler içerisinde kaynama noktası en yüksek bileşik olarak değerlendirmeleri hem bu tez çalışmasında hem de bahsedilen literatür çalışmasında tanıma h ristiğinin etkili olduğu şeklinde değerlendirilmiştir. Benzer şekilde, katılımcıların molekül ağırlığı fazla olan bileşiklerin erime ve kaynama noktalarının yüksek olacağı şeklindeki akıl yürütmeleri de hem bu

tez çalışmasında hem de bahsedilen literatür çalışmasında çağrışımsal aktivasyon h ristiğinin etkili olduğu şeklinde değerlendirilmiştir.

5.2. Sonuç

Yapılan bu araştırmanın sonuçları, katılımcıların çoğunun görevin tamamlanmasını kolaylaştıran h ristik yöntemlere güvendiğini, kullanmış oldukları bu h ristik yöntemlerin de onları genellikle yanlış yönlendirdiğini göstermektedir. Bu tez araştırması sonucunda öğrenciler tarafından kullanılan akıl yürütme stratejilerinin genellikle aşağıdaki çaba azaltma yöntemlerinden birini veya birkaçını içerdiği belirlenmiştir: daha az ipucunu incelemek, ipucu değerlerinin hatırlanması ile alakalı zorluğu azaltmak, ipuçlarının ağırlık/katkı ilkelerini basitleştirmek, daha az bilgiyi birleştirmek ve daha az alternatifi incelemek. Öğrencilerin tez kapsamında incelenen soruları nasıl  zd klerinin detaylı bir şekilde incelenmesi ile öğrencilerin düşünme ve akıl yürütmelerini etkileyen ve böylelikle de büyük oranda yanlış cevaplar vermelerine neden olan h ristikler tespit edilmiştir.

Bilişsel bilim teorileri bireylerin günlük yaşamla ilgili yargılama ve karar verme süreçlerini ve bu süreçlerdeki akıl yürütmelerini inceleyen araştırmalarda yıllardır kullanılmaktadır. Bununla birlikte çift süreç teorisinde adından sıklıkla bahsedilen h ristiklerin kimya/fen bilimleri ile ilgili konularda öğrencilerin akıl yürütmeleri üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmalara ise çok yakın bir zamandan beri rastlanılmaktadır. Dahası,  ğrencilerin kimya ile ilgili konulardaki yargılama ve karar verme süreçlerinde h ristiklerin önyargılara nasıl sebep verdiğinin Talanquer tarafından önerilen on höristiğin esas alınarak ve mülakat verilerinden yararlanılarak araştırıldığı bir çalışma ise literatürde mevcut değildir.  nemli bazı kimya konularının bir bilişsel psikoloji kuramı bağlamında değerlendirildiği ve incelendiği bu tez çalışması literatürdeki bu açığı kapatmak adına önemli bir katkı sağlayacaktır.

Öğrencilerin, asetik asit molekülü üzerinde bulunan atomlardan hangileri su ile hidrojen bağı yapabilir şeklindeki bir soruyu cevaplama süreçlerinde kullanmış olduğu h ristiklerin on h ristik modeli esas alınarak mülakatlar ile belirlenmesi ilk defa bu çalışma ile gerçekleştirilmiştir. Benzer şekilde öğrencilerin kimyasal bileşikleri bazı özelliklerine göre sıralanması sürecinde kullanmış olduğu h ristiklerin on h ristik

modeli esas alınarak mülakatlar ile belirlenmesi de ilk defa bu çalışma ile gerçekleştirilmiştir. Öğrencilerin soruları cevaplama süreçlerinde hōristikleri sıklıkla kullanmış olduklarının tespit edilmiş olması öğrencilerin çoğunun bilimsel/kimyasal akıl yürütmeler yerine kısa yolları ve özellikle de yüzeysel özellikleri kullandıklarını göstermektedir. Yapısal gösterim kullanılarak öğrencilerden spesifik görevlerin istenmiş olması ve ayrıca soruların bazılarında öğrencilerin adını günlük hayatta da sıklıkla duymuş oldukları veya tanıdıkları bazı bileşiklerin bulunuyor olması hōristik akıl yürütme stratejilerini tetiklemiştir. Hōristiklerin kullanıldığı stratejiler ile soruyu cevaplayan katılımcılar soruları genellikle yanlış olarak cevaplamıştır. Bununla birlikte hōristikleri kullanarak soruyu doğru olarak cevaplayan öğrenciler de mevcuttur. Hōristik stratejilerin sıklıkla kullanılmış olmasının tek sorumlusu sadece öğrenciler değildir. Öğrencilere öğrenim hayatları boyunca öğretilmiş olan kısa yollu problem çözme stratejileri öğrencilerdeki bilişsel yolu veya bilimsel akıl yürütme becerilerini kullanma eğilimlerini azaltmış olabilir. Böylelikle de öğrenciler problemleri kısa yollu stratejiler kullanarak çözme alışkanlığı edinmiş olabilirler. Sezgisel yargılama en çok rastlanılan akıl yürütme türlerinden bir tanesidir. Eğitimcilerin görevi sezgisel yargılamayı engellemek değildir. Eğitimcilerin bu konuda yapması gereken şey 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 sorular öğrencilerin daha önce pek alışık olmadığı türden bir sorulardır. Alışık olmadıkları 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. Özellikle de yapısal gösterim gibi yüzeysel özelliklerin yer aldığı kimya sorularında öğrencileri

kimyasal akıl yürütmeye teşvik edici soru biçimlerinin geliştirilmesi gerekmektedir. Ayrıca, Tip 1 proseslerinin değişik kimya konularında neden olduğu önyargıları düzeltmek amacıyla Tip 2 proseslerinin nasıl daha aktif hale getirilebileceği konusunda da daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır.

5.3. Öneriler

Bu araştırma ile öğrencilerin bazı kimya konuları ile ilgili akıl yürütme süreçlerinde farklı hristiklerin nasıl etkili olduğu açığa çıkarılmıştır. Bu araştırmanın sonuçları eğitimcilere öğrencilerin hatalı akıl yürütme yaklaşımlarını engellemek amacıyla geliştirecekleri stratejileri belirlemeleri hususunda oldukça faydalı olacaktır. Hristiklerin kimya konularıyla ilgili akıl yürütme süreçlerindeki rolleri üzerine gerek ülkemizde gerekse diğer ülkelerde yapılan çalışma sayısının oldukça sınırlı olduğu göz önünde tutulmalıdır. Bu nedenle bu tez kapsamında yapılan çalışmaların benzerlerinin gerek ülkemizin farklı kurumlarında gerekse değişik ülkelerde yapılmasını ve bu konuda yapılan araştırmaların sayısının artmasını önermekteyiz. Bu çalışma hristiklerin kullanımının azaltılması veya hristiklerin etkilerinin engellenmesi maksadıyla yapılmış bir araştırma değildir. Bu nedenle, kimya konuları ile ilgili akıl yürütme ve karar verme süreçlerinde önemli bir yere sahip olan sezgisel yargılamalar esnasında etkisini gösteren hristiklerin olumsuz etkilerini azaltmaya yönelik olarak tasarlanmış değişik öğretim stratejilerinin de araştırılmasını önermekteyiz. Örneğin, farklı disiplinlerde üzerinde uzun yıllardır çalışmalar yapılmış olan karar verme stratejilerinin öğrencilere öğretilmesi ve bu stratejileri öğrenmiş öğrencilerin fen konularıyla ilgili akıl yürütme süreçlerinde etkili olan hristiklerin incelenmesini (karar verme stratejileri üzerine eğitim almış bireylerde hristiklerin negatif etkilerinin az olacağını düşündüğümüzden dolayı) önermekteyiz.

KAYNAKLAR

- Adawı, W. Tom. ve Ingerman, Åke. (2006). *Phenomenography for Physicists*.
<http://www.ituniv.se/program/ckk/mc-book-2006/mc-chapter-25.pdf>,
- 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., Susilarningsih, 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.
- Artdej, R., Ratanaroutaia, T., Collb, R.K. ve Thongpanchange, T. 2010. Thai Grade 11 students' alternative conceptions for acid—base chemistry. *Research in Science ve Technological Education*, 28 (2): 167-183.
- Aydın, H. (2008). İngiltere’de Öğrenim Gören Öğrencilerin ve Öğretmenlerin Matematiksel Modelleme Kullanımına Yönelik Fenomenografik Bir Çalışma. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 96s, Ankara.
- Aydın, N. (2018). Nitel araştırma yöntemleri: etnoloji. *Uluslararası Beşeri ve Sosyal Bilimler İnceleme Dergisi*, 2 (2). 1-12.
- Aytaçlı, B. (2012). Durum çalışmasına ayrıntılı bir bakış. *Adnan Menderes Üniversitesi Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, (3)1, 1-9.
- Bağırkan, İ. (1983). Karar verme. İstanbul: Der.
- Balcı, A. (2006). Sosyal Bilimlerde Araştırma Yöntem, Teknik ve İlkeler. Ankara: Pegem Yayıncılık.
- Baran E., Bilici S.C. (2015). Pedagojik Alan Bilgisi (TPAB) Üzerine Alan yazın İncelemesi: Türkiye Örneği. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi (H. U. Journal of Education)* 30 (1): 15-32.
- Baran, A. (2020). Banner Reklam Araştırmalarında Geleneksel Araştırma Yöntemleri Ve Nöropazarlama Tekniklerinin Kullanımı Üzerine Bir İnceleme. Üsküdar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Barker, V., ve Millar, R. (2000). Students’ reasoning about basic chemical thermodynamics and chemical bonding: what changes occur during a context-

- based post-16 chemistry course? International Journal of Science Education, 22 (11), 1171– 1200.
- 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.
- Bhattacharyya, G.; Bodner, G. M. (2005). It Gets Me to the Product”: How Students Propose Organic Mechanisms. J. Chem. Educ., 82, 1402–1407.
- Blanco, A. ve 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.
- Boz, B. (2019, 9 Ağustos). Araştırma yöntemleri nedir ve türleri nelerdir? Erişim tarihi: 04 Temmuz 2020, <https://networkokulu.net/arastirma-yontemleri-nedir-ve-turleri-nelerdir>
- Byrd, J.J., Moore, L.T. (1982). Decision models for management. New York, USA: McGraw-Hill Book Company.
- Calık, M. Ayas, A., ve Ebenezer, J. V. (2004). A review of solution chemistry studies: Insights into students’ conceptions. Journal of Science Education and Technology, 14 (1), 29-50.
- Çekmez, E., Yıldız, C. ve Bütüner, Ö. S. (2012). Fenomenografik Araştırma Yöntemi. Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi (EFMED) 6 (2), 77-102.
- Çepni, S. (2007). Araştırma ve Proje Çalışmalarına Giriş. Trabzon: Celepler Matbaacılık. No: 3, 310.
- Çetin, B. Y. (2016). *Fen Bilgisi Öğretmenliği I. Sınıf Öğrencilerinin Kimyasal Denklemler ve Hesaplamalar Konusunu Öğrenmeleri Üzerine Fenomenografik Bir Çalışma*. Yüksek lisans Tezi. Fırat Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Cetingul, I., ve Geban, O. (2011). Using conceptual change texts with analogies for misconceptions in acids and bases. Hacettepe University Journal of Education, 41, 112–123.

- Çil, E. ve Uğraş, M. (2015). The Concept of Hybridization from The Perspective of Science Teaching Undergraduate Students: A Phenomenographic Study. *Journal of Baltic Science Education*, 14 (2).
- Çimşir, S. (2019). *Marmara Üç Aşamalı Bölgesel Karar Verme Becerilerini Geliştirme Modeli'nin Akademik Başarısı Düşük Dördüncü Sınıf Öğrencilerinin Karar Verme, Problem Çözme Becerisi ve Akademik Başarısına Etkisi*. Doktora Tezi. Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Cohen, L. ve Manion, L. (1994). *Research Methods in Education* (4[" ed.). London: Routledge.
- Çokluk, Ö., Yılmaz, K. ve Oğuz, E. (2011). Nitel bir görüşme yöntemi: odak grup görüşmesi. *Kurumsal Eğitim*, 4 (1), 95-107.
- Connor P. E., ve 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., ve 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., ve 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.
- Cooper, M. M., Williams, L. C., ve Underwood, S. M. (2015). Student understanding of intermolecular forces: a multimodal study. *Journal of Chemical Education*, 92 (8), 1288–1298.
- Cooper, M. M.; Grove, N.; Underwood, S. M.; Klymkowsky, M. W. (2010). Lost in Lewis Structures: An Investigation of Student Difficulties in Developing Representational Competence. *J. Chem. Educ.*, 87, 869–874.
- Cooper, M. M.; Underwood, S. M.; Hilley, C. Z.; Klymkowsky, M. W. (2012). Development and Assessment of a Molecular Structure and Properties Learning Progression. *J. Chem. Educ.*, 89, 1351–1357.
- Coştu, B., Ayas, A., Açıkkar, E., Çalık, M. (2007). Çözünürlük Konusu İle İlgili Kavramlar Ne Düzeyde Anlaşıyor? *Boğaziçi Üniversitesi Eğitim Dergisi*, 24 (2), 13-28.
- Daft, R.L. (2003). *Management (Sixth Edition)*. Ohio-USA: South-Western.

- Dahlin, B. (1999). Ways of Coming to Understand: Metacognitive Awareness Among First Year University Students. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 43 (2), 191-208.
- Demircioğlu, G., Ayas, A. ve Demircioğlu, H. (2005). Conceptual Change Achieved Through a New Teaching Program on Acids And Bases. *Chemistry Education Research and Practice*, (Online), 6 (1): 36-51.
- Demirkaya, H., Tokcan H., (2007). Öğretmen Adaylarının İklim Kavramı Algılamaları: Fenomenografik Çalışma. *TSA / Yıl: 11, S: 2*.
- Deniz, M. E. (2002). Üniversite öğrencilerinin karar verme stratejileri ve sosyal beceri düzeylerinin ta-baskın ben durumları ve bazı özlük niteliklerine göre karşılaştırmalı olarak incelenmesi. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Anabilimdalı, Konya.
- Downe-Wamboldt, B. (1992). Content analysis: method, applications and issues. *Health Care for Women International*, 13 (3), 313–321. doi:10.1080/07399339209516006
- Duis, J. M. (2011). Organic chemistry educators' perspectives on fundamental concepts and misconceptions: An exploratory study. *Journal of Chemical Education*, 88 (3), 346–350.
- Emenike, M. E.; Bretz, S. L. (2012). Hannah's Prior Knowledge about Chemicals: A Case Study of One 4th Grade Child. *Sch. Sci. Math.*, 112, 99–108.
- Entwistle, N. (1997). Introduction: Phenomenography in Higher Education. *Higher Education Research and Development*, 16: 127- 134.
- Evans, J. S. B. T. (2008). Dual-processing accounts of reasoning, judgment, and social cognition. *Annual Review of Psychology*, 59, 255–278.
- Evans, J. S. B. T., ve Stanovich, K. E. (2013). Dual-process theories of higher cognition: advancing the debate. *Perspectives on Psychological Science*, 8, 223–241.
- Ferrari, J. R., ve Dovidio J. F. (2000). Examining behavioral processes in decision: decisional procrastination and decision-making style. *Journal of Research in Personality*, 34, 127–137.
- Fischbein, E. (1999), Intuitions and Schemata in Mathematical Reasoning, *Educational*
- Furió, C.; Calatayud, M. L.; Bárcenas, S. L.; Padilla, O. M. (2000). Functional Fixedness and Functional Reduction as Common Sense Reasoning in Chemical

- Equilibrium and in Geometry and Polarity of Molecules. *Sci. Educ.* 2000, 84, 545–565.
- Gabel, D. L., Bunce, D. M. (1994). Research on Chemistry Problem Solving. In *Handbook of Research in Science Teaching and Learning*: Gabel, D. L., Ed.; Macmillan: New York, NY, pp 301–326.
- Gall, M. D., Barg, W. R., ve Gall, j. P. (1996). *Educational research: an introduction* (6111 ed.). NewYark: Longma n
- Gigerenzer, G., ve Goldstein, D. G. (1996). Reasoning the fast and frugal way: models of bounded rationality. *Psychological Review*, 103, 650–669.
- Gilbert, J. K., ve Treagust, D. (Eds.). (2009). *Multiple representations in chemical education*. Dordrecht, The Netherlands: Springer.
- Gilovich, T., Griffin, D., ve Kahneman, D. (2002). Eds. *Heuristics and Biases: The Psychology of Intuitive Judgment*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Goldstein, D. G., ve 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., ve Schreiner, P. R. (2011). Heuristic chemistry-addition reactions. *Chemistry - A European Journal*, 17, 30-40.
- Graulich, N., Hopf, H., ve Schreiner, P. R. (2011). Heuristic chemistry-elimination reactions. *Chemistry - An Asian Journal*, 6, 3180–3188.
- Güneş, F. (2012). Bologna süreci ile yükseköğretimde öngörülen beceri ve yetkinlikler. *Yükseköğretim ve Bilim Dergisi*, 2 (1), 1-9.
- Haris, R. (1998). *Introduction to Decision Making*. Vanguard University of Southern California, California.
- Hasselgren, B., ve Beach, D. (1997). Phenomenography: A Good for Nothing Brother of Phenomenology? Outline of an Analysis. *Higher Education Research ve Development*, 16 (2), 191-202.

- Hasselgren, B., ve Beach, D. (1997). Phenomenography: A Good for Nothing Brother of Phenomenology? Outline of an Analysis. Higher Education Research ve Development, 16 (2), 191-202.
- Hastie, R. (2001). Problems for judgment and decision making. Annual Review of Psychology, 52, 653-683.
- Hatano, G., ve Inagaki, K. (2000). Domain-specific constraints on conceptual development. International Journal of Behavioral Development, 24 (3), 267 – 275.
- Henderleiter, J., Smart, R., Anderson, J., ve Elian, O. (2001). How do organic chemistry students understand and apply hydrogen bonding? Journal of Chemical Education, 78, 1126-1130.
- Hoe K. Y. ve Subramaniam, R. (2016). On the prevalence of alternative conceptions on acid–base chemistry among secondary students: insights from cognitive and confidence measures, Chem. Educ. Res. Pract., 17, 263.
- Karaçam, Z. (2013). Sistematik derleme metodolojisi: Sistematik derleme hazırlamak için bir rehber. Dokuz Eylül Üniversitesi Hemşirelik Yüksekokulu Elektronik Dergisi, 6 (1) : 26-33.
- Kaya, Y. K. (1996). Eğitim yönetimi - Kuram ve Türkiye’deki yönetimi (6.baskı). Ankara: Bilim Kitap ve Kirtasiye.
- Keil, F. C. (1990). Constraints on constraints: Surveying the epigenetic landscape. Cognitive Science, 14 (1), 135 – 168.
- Kerr, S. C., ve Walz, K. A. (2007). Holes in student understanding: addressing prevalent misconceptions regarding atmospheric environmental chemistry. Journal of Chemical Education, 84 (10), 1693-1696.
- Kim, T., Wright L. K., ve Miller K. (2019). An examination of students’ perceptions of the Kekule’ resonance representation using a perceptual learning theory lens. Chemistry Education: Research And Practice, 20, 659-666.
- Kraft, A.; Strickland, A. M.; Bhattacharyya, G., (2010). Reasonable Reasoning: Multi-Variate Problem-Solving in Organic Chemistry. Chem. Educ. Res. Pract., 11, 281–292.
- Kuzgun, Y. (2000). Meslek danışmanlığı-kuramlar uygulamalar. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.

- Kvale, S. (1996). *InterViews: An introduction to qualitative research interviewing*.
- Maeyer, J., Talanquer, V. (2013) Making predictions about chemical reactivity: assumptions and heuristics. *J. Res. Sci. Teach.* 50, 748–767.
- Maeyer, J., ve Talanquer, V. (2010). The role of intuitive heuristics in students' thinking: ranking chemical substances. *Science Education*, 94, 963–984.
- 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.
- Marton, F. (1981). Phenomenography: Describing conceptions of The or Ida Round us. *Instructional Science*, 10, 177-200.
- Marton, F. (1986). Phenomenography—A Research Approach to Investigating Different Understandings of Reality. *ournal of Thought* Vol. 21, No. 3 (Fall 1986), pp. 28-49
- Mason, J. (1996). *Qualitative researching*. London: Sage Publication.
- Mathabathe, K. C.; Potgieterb, M. (2014). Metacognitive Monitoring and Learning Gain in Foundation Chemistry. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 15, 94–104.
- McClary, L. K., ve Talanquer, V. (2011). Heuristic reasoning in chemistry: making decisions about acid strength. *International Journal of Science Education*, 33, 1433–1454.
- McClary, L. M.; Bretz, S. L. (2012). Development and Assessment of a Diagnostic Tool to Identify Organic Chemistry Students' Alternative Conceptions Related to Acid Strength. *Int. J. Sci. Educ.*, 34, 2317–2341.
- McCracken, G. (1988). *The long interview*. Newbury Park: Sage Publication.
- Michaelis, J.U. (1985). *Social studies for children*. New Jersey: Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs.
- Miller, K., ve Kim, T. (2017). Examining student heuristic usage in a hydrogen bonding assessment. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 45 (5), 411-416.
- Minner, D. D., Levy, A. J. ve Century, J. (2010). Inquiry-based science instruction—what is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*. 47 (4) : 474-496.

- 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., ve Kahneman, D. (2010). Associative processes in intuitive judgment. *Trends in Cognitive Sciences*, 14 (10), 435–440.
- Muntholib, Mayangsari, J., Pratiwi, Y.N., Muchson, M., Joharmawan, R., Yahmin ve Rahayu, S. (2018). Development of Simple Multiple-Choice Diagnostic Test of Acid-Base Concepts to Identify Students' Alternative Conceptions, *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*, 218: 251 – 268.
- Mutlu, A. ve Sesen, B.C. 2016. Evaluating of Pre-Service Science Teachers' Understanding Of General Chemistry Conceptsby Using Two Tier Diagnostic. *Test Journal of Baltic Science Education*, 15 (1): 79—96.
- Nakiboglu, C. (2003). Instructional misconceptions of Turkish prospective chemistry teachers about atomic orbitals and hybridization. *Chemistry Education: Research And Practice*, 4 (2), 171-188.
- Newell, B. R., ve Shanks, D. R. (2004). On the role of recognition in decision making. *Journal of Experimental Psychology-Learning Memory and Cognition*, 30 (4), 923 – 935.
- Nicoll, G. (1999). Chemical-Free' Foods-An Investigation of Senior Chemistry. *J. Coll. Sci. Teach.* 1999, 28 (6), 382–386.
- Pan, H., ve Henriques L. (2015). Students' alternate conceptions on acids and bases, *School Science and Mathematics*, 115 (5), 237-243.
- Patton, O., M. (1990). *Qualitative evaiuation an research methods (2""1 eel.)*. London: Sage Pub.
- Patton, Q. M. (1987). *How to use qualitative methods in evaiuation* . London: SagePub.
- Pekdoğan, S. (2015). *Karar Verme Becerileri Eğitim Programının 5-6 Yaş Çocuklarının Karar Verme Becerileri Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi* (Doktora Tezi). Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Phillips, S. D., Pazienza, N. J., ve Ferrin, H. H. (1984). Decision-making styles and problem-solving appraisal. *Journal of Counseling Psychology*, 31 (4), 497-502.
- Robson, C. (1993). *Real world research*. Oxford: Blackwell Publisliers Ltd.
- Ross, B. (1989). *High School Students' Concepts of Acids and Bases*, Master Thesis, Queen's University, Kingston, Ontario, Canada

- Ross, B. ve Munby, H. (1991). Concept mapping and misconceptions: a study of high-school students' understanding of acids and bases, *International Journal of Science Education*, 13 (1), 11-23.
- Schmidt, H. J., Kaufmann, B., ve Treagust, D. F. (2009). Students' Understanding of Boiling Points and Intermolecular Forces. *Chem., Educ. Res. Pract.*, 10, 265–272.
- Schwarz, N. (2004). Metacognitive experiences in consumer judgment and decision making. *Journal of Consumer Psychology*, 14 (4), 332-348.
- Scott, S. G., ve Bruce, R. A. (1995). Decision-making style: The development and assessment of a new measure. *Educational and Psychological Measurement*, 55, 818–831.
- Şen, N. (2010). *İlköğretim Altıncı Sınıf Matematik Dersinde Bilgisayar Destekli Sezgisel Düşünme Kontrollü Olasılık Öğretiminin Öğrencilerin Akademik Başarı ve Sezgisel Düşünme Düzeylerine Etkisi*. Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana.
- Shah, A. K., ve Oppenheimer, D. M. (2008). Heuristics made easy: an effort-reduction framework. *Psychological Bulletin*, 134 (2), 207-222.
- Stains, M.; Talanquer, V. (2007). Classification Schemes Used by Chemistry Students to Identify Chemical Substances. *Int. J. Sci. Educ.*, 29–643–661.
- Stanovich, K. E., ve West, R. F. (2000). Individual differences in reasoning: implications for the rationality debate. *Behavioral and Brain Sciences*, 23 (5), 645-726.
- Stavy, R., ve Tirosh, D. (2000). How students (mis-)understand science and mathematics: Intuitive rules. New York: Teachers College Press.
- Studies in Mathematics, Netherlands: 11-50.
- Taagepera, M., Arasasingham, R., Potter, F., Soroudi, A., ve Lam, G. (2002). Following the development of the bonding concept using knowledge space theory. *Journal of Chemical Education*, 79, 756-762.
- Taber, K. S. (1998). An alternative conceptual framework from chemistry education. *International Journal of Science Education*, 20 (5), 597 – 608.
- Talanquer, V. (2014). Chemistry education: ten heuristics to tame. *Journal of Chemical Education*, 91, 1091-1097.

- Tan, K. C. D., ve Treagust, D. F. (1999). Evaluating Students' Understanding of Chemical Bonding. *School Science Review*, 81, 75–83.
- Thousaid oaks: sage.
- Todd, P. M., ve Gigerenzer, G. (2000). Précis of simple heuristics that make us smart. *Behavioral Brain Sciences*, 23 (5), 727–741.
- Tokmak, M. (2016, Nisan). Sözlü tarih ve derinlemesine görüşme. *Ardahan Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, (3), 83-98.
- Tunalı, M. K. ve Özkar, S. (1999). *Anorganik Kimya*, Gazi Kitabevi
- 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.
- Villafane, S. M., Bailey, C. P., Loertscher, J., Minderhout, V., ve Lewis, J. E. (2011). Development and analysis of an instrument to assess student understanding of foundational concepts before biochemistry coursework. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 39 (2), 102–109.
- Wellman, H. M., ve 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, Vol. 2, pp. 523 – 573). New York: Wiley.
- Yildirim, A. ve Simsek, H. (1999). *Sosyal Bilimlerde Nitel Arastirma Yöntemleri*.Ankara: Seçkin Yayınevi.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2005). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri* (5. Baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık.

EKLER

EK 1 İZİN BELGELERİ

	T.C. FIRAT ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırmaları Etik Kurulu	
Sayı :97132852/302.14.01/ Konu :Etik Kurul Değerlendirmesi		
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALINA		
Anabilim Dalınız öğretim üyesi Prof.Dr.Erol ASILTÜRK'ün yönetiminde doktora öğrencisi Gülen ÖNAL'a ait "Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Bazı Kimya Konularındaki Höristik Kullanımlarının İncelenmesi" konulu çalışma ile ilgili Etik Kurul Kararı ekte sunulmuştur.		
Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.		
e-imzalıdır. Prof. Dr. Mehmet Nuri GÖMLEKSİZ Kurul Başkanı		
Firat Üniversitesi Rektörlüğü 23119 ELAZIĞ/TÜRKİYE Tel: 0 424 237 00 00 Faks: 0 424 2122717 E-Posta: Elektronik ağı http://www.firat.edu.tr		
Ayrıntılı bilgi için irtibat : Şensu TATAR		

ETİK KURUL KARARI

TOPLANTI TARİHİ	TOPLANTI SAYISI	KARAR NO	ÇALIŞMACININ ADI SOYADI
24.01.2019	17	9	Prof.Dr.Erol ASILTÜRK

KARAR

"Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Bazı Kimya Konularındaki Hüristik Kullanımlarının İncelenmesi" konulu çalışma etik kurulumuzda görüşülmüş olup; çalışmanın etik kurallara uygun olduğuna oybirliğiyle karar verilmiştir.

Prof. Dr. Mehmet Nuri GÖMLEKSİZ (Başkan)			
Doç. Dr. Sebahattin DEVECIOĞLU (Üye)	Bulunamadı	Doç. Dr. Rıfat BİLGİN (Üye)	İmza
Doç. Dr. Süleyman İLHAN (Üye)	İmza	Doç.Dr. Haki PEŞMAN (Üye)	İmza
Doç. Dr. İrfan EMRE (Üye)	İmza	Dr. Öğr. Üyesi Serkan BİÇER (Üye)	İmza
Doç. Dr. Taner YILDIRIM (Üye)	İmza	Dr.Öğr. Üyesi Ayşe Ülkü KAN (Üye)	İmza
Doç.Dr. Erkan Turan DEMİREL (Üye)	İmza	Dr.Öğr. Üyesi Yunus Emre KARAKAYA (Üye)	Bulunamadı



FIRAT ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ

Eğitim Fakültesi Dekanlığı

Sayı :88076204/100/
Konu :Gülen ÖNAL (Doktora Araştırma İzni)

Sayın: Prof. Dr. Erol ASİLTÜRK

İlgi :08/05/2019 tarihli, 327086 sayılı ve "Gülen ÖNAL (Doktora Araştırma İzni)" konulu yazı

Bölümünüz Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı öğretim üyesi Prof.Dr.Erol ASİLTÜRK'ün yönetiminde doktora öğrencisi Gülen ÖNAL'a ait "Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Bazı Kimya Konularındaki Hüristik Kullanımlarının İncelenmesi" konulu çalışmayı Fen Bilgisi Öğretmenliği Programı öğrencilerine uygulama isteği Dekanlığımızca uygun görülmüştür.

Bilgileriniz ile gereğini rica ederim.

e-imzalıdır.
Prof. Dr. Erol ASİLTÜRK
Dekan

EK :
1- Yazı ve Ekleri
DAĞITIM
Gereği:
Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi
Bölümüne

Bilgi:
Sayın: Prof. Dr. Erol ASİLTÜRK

EK 2:ORJİNALLİK RAPORU



FEN
BİLİMLERİ
ENSTİTÜSÜ
1983

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
LİSANSÜSTÜ TEZ BENZERLİK RAPORU

FORM
20

I - ÖĞRENCİ BİLGİLERİ

Adı ve Soyadı	Gülen ÖNAL KARAKOYUN	Öğrenci No: 43210038944
Bilim Dalı	Fen Bilgisi Eğitimi	
Programı	☐ Yüksek Lisans ☒ Doktora ☐ Bütünleşik Doktora	

II - TEZ BİLGİLERİ

Tez Başlığı (Enstitü Tescilli)	Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Bazı Kimya Konularındaki Hıristik Kullanımlarının İncelenmesi
Danışman	Prof. Dr. Erol Asiltürk
II. Danışman	

III - ENSTİTÜ BENZERLİK RAPORU

Yukarıda bilgileri verilen öğrencimizin tezi, CD ortamında MSWORD ve PDF formatında vermiş olduğu kopyaları kullanılarak aşağıda belirtilen filtreler uygulanmak suretiyle TURNİTİN intihal tespit programında analiz edilmiştir:

1. Kaynaklar bölümü hariç
2. Özet ve Abstract dâhil, diğer ön bölümler hariç
3. Alıntılar dâhil
4. Benzerlik oranı %1 ve üzeri ise dâhil

İntihal tespit programının üretmiş olduğu rapora göre ilgili tezin benzerlik oranı

Tez savunma sınavından önce
taranan sayfa sayısı (173) %_6_

Tez Savunma Sınavından sonra
taranan sayfa sayısı (176) %_7_

değerlerine sahip olup Enstitümüzce uygulanan kabul edilebilir üst sınır %25'dir.

Kontrol Personeli	Tez, veri tabanına saklanmıştır. ☒	06/06/2021
Celal YILMAZ - Bilgisayar İşletmeni	Saklanmamıştır. ☐	

Sınav Jüri Üyesi	Düşünce:	İmza
(Unvanı, Adı ve Soyadı)		

AÇIKLAMA

1. Form öğrenci tarafından bilgisayar ortamında doldurulur ve üst yazı ekinde savunma sınavı jüri üyelerine gönderilir.
2. Her bir jüri üyesi bu raporu dikkate alarak Tez Bireysel Değerlendirme Formu'nda ve bu formda ilgili alanları doldurmaktadır.

Fırat Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, 23119 - Elazığ / TÜRKİYE	http://ebe.firat.edu.tr/	Telefon : +90 424 237 0086 Fax: +90 424 237 0087 e-posta: egtbilens@firat.edu.tr
--	---	--