

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ORTA ÖĞRETİM FEN VE MATEMATİK ALANLARI
EĞİTİMİ ANABİLİM DALI**

**LİSE 1 VE 3 ÖĞRENCİLERİNİN KİMYASAL BAĞLAR KONUSUNDAKİ
KAVRAMLARI ANLAMA SEVİYELERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**

Suat ÜNAL

727405

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
“Yüksek Lisans (Kimya Eğitimi)”
Ünvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

**T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

127405

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih :27.12.2002
Tezin Savunma Tarihi :23.01.2003

Tez Danışmanı :Prof. Dr. Alipaşa AYAS
Jüri Üyesi :Doç. Dr. Ali Rıza AKDENİZ
Jüri Üyesi :Yrd. Doç. Dr. Haluk ÖZMEN

Alipaşa Ayas
Akdeniz
Özmen

Enstitü Müdürü : Prof. Dr. Yusuf AYVAZ

Y. Ayvaz

ÖNSÖZ

Kimya ve Fizik gibi fen dersleri diğer derslere oranla daha karmaşıktır ve daha çok zihinsel düşünme faaliyeti gerektirmektedir. Bu sebeple bu gibi derslerin öğrenciler tarafından anlaşılması zor olmakta ve bu derslerde öğrenciler daha fazla yanlış anlamalar göstermektedirler. Fen bilimlerinde temel kavramlar anlaşılmadan daha ileri düzeydeki kavramların anlaşılması öğrenci için oldukça zordur. Bundan dolayı öğrencilerin temel kavramlarla ilgili olarak sahip oldukları kavram yanlışlarının belirlenmesi ve yetkili kurumların bu konuyla ilgili olarak bilgilendirilmesi gerekmektedir.

Kimyasal bağlanma konusu ve bu konuyla ilgili kavramlar; bir lise öğrencisinin çevresiyle etkileşimlerinden sahip olduğu tecrübe ve deneyimlerden uzak soyut kavramlardır. Bu yüzden pek çok öğrenci bu konudaki kavramlarla ilgili farklı anlamalara sahip olabilmektedir. Bu çalışmada, kimyasal bağlar konusundaki kavramların farklı öğrenim seviyesindeki öğrenciler tarafından anlaşılma düzeyleri ve bu kavramlar ile ilgili sahip oldukları kavram yanlışları belirlenerek, öğrencilerin sahip olduğu bu kavram yanlışlarının olası kaynakları irdelenmiştir.

Yüksek lisans tezi danışmanlığımı üstlenerek, gerek konu seçiminde gerekse çalışmanın yürütülmesi sırasında engin bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım sayın hocam, Prof. Dr. Alipaşa AYAS' a, tezin oluşturulmasında emekleri bulunan sayın hocalarım Doç. Dr. Salih ÇEPNİ, Doç. Dr. Ali Rıza AKDENİZ ve Yrd. Doç. Dr. Haluk ÖZMEN' e şükran ve teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmamın başından sonuna kadar hem fikir hem de manevi desteği ile hep yanımda olan Araştırma Görevlisi Bayram COŞTU' ya teşekkür ederim. Ayrıca her zaman maddi ve manevi desteğini esirgemeyen aileme, İlköğretim ve Ortaöğretim bölümlerinde görev yapan araştırma görevlisi arkadaşlarıma da teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışmanın yürütülmesinde birlikte çalıştığım öğretmenlere, öğrencilere ve araştırma süresince ilgi ve yardımlarını esirgemeyen kişi ve kurumlara da teşekkür eder, saygılarımı sunarım.

Suat ÜNAL

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET.....	V
SUMMARY.....	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VII
TABLolar DİZİNİ.....	VIII
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.1.1 Araştırmanın Problemi.....	7
1.1.2. Araştırmanın Amacı.....	8
1.1.3. Araştırmanın Önemi.....	8
1.1.4. Araştırmanın Varsayımları.....	12
1.1.5. Araştırmanın Sınırlılıkları.....	12
1.2. Konuyla İlgili Yapılan Araştırmalar.....	12
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	31
2.1. Yöntem.....	31
2.2. Araştırmanın Evreni.....	33
2.3. Araştırmanın Örneklemi.....	33
2.4. Araştırmada Kullanılan Araçlar.....	34
2.4.1. Test.....	35
2.4.1.1. Araştırmada Kullanılan Test.....	37
2.4.1.2. Geliştirilen Testle İlgili Ön Çalışmalar.....	37
2.4.1.3. Geliştirilen Testle İlgili Pilot Çalışma.....	40
2.4.2. Mülakat Metodu.....	42
2.4.2.1. Araştırmada Kullanılan Mülakat.....	44
2.4.2.2. Araştırmada Kullanılan Mülakat İle İlgili Pilot Çalışma	47
2.5. Araştırmadan Elde Edilen Verilerin Analiz Yöntemi.....	48
2.5.1. Testten Elde Edilen Verilerin Analizi.....	48
2.5.2. Mülakatlardan Elde Edilen Verilerin Analiz Yöntemi.....	49

3. BULGULAR.....	51
3.1. Testten Elde Edilen Bulgular.....	51
3.2. Mülakatlardan Elde Edilen Bulgular.....	71
4. TARTIŞMA.....	139
4.1. Test ve Mülakatlardan Elde Edilen Bulguların Yorumlanması.....	139
4.1.1. Kimyasal Bağlanma İle İlgili Genel Öğrenci Görüşleri.....	139
4.1.1.1. Atom – Element - Molekül - Bileşik Karmaşası.....	140
4.1.1.2. Atomları veya Molekülleri Bir Canlıymış Gibi Nitelendirme	141
4.1.1.3. Bağlanma Kavramı İle İlgili Genel Yanlış Anlamaların Yorumlanması	142
4.1.2. İyonik Bağ İle İlgili Genel Öğrenci Görüşleri	145
4.1.3. Kovalent Bağ İle İlgili Genel Öğrenci Görüşleri	151
4.1.4. Metalik Bağla İle İlgili Genel Öğrenci Görüşleri	157
4.1.5. Moleküller Arası Kuvvetler İle İlgili Öğrenci Görüşleri.....	160
4.1.5.1. Moleküller Arası Kuvvetler İle İlgili Genel Yanlış Anlamaların Yorumlanması.....	161
4.1.5.2. Hidrojen Bağı İle İlgili Yanlış Anlamaların Yorumlanması.....	163
4.1.5.3. Van der Waals Kuvvetleri İle İlgili Yanlış Anlamaların Yorumlanması.....	165
4.1.5.4. Dipol-Dipol Kuvvetleri İle İlgili Yanlış Anlamaların Yorumlanması...	168
4.1.6. Bağ Yapısı ve Molekül Şekilleri İle İlgili Genel Öğrenci Görüşleri.....	170
4.2. Seviyeler Arasındaki Farklılıkların Yorumlanması.....	172
5. SONUÇLAR.....	177
6. ÖNERİLER.....	183
6.1. Araştırmacının Deneyimleri ve Diğer Araştırmacılara Öneriler.....	185
7. KAYNAKLAR.....	187
8. EKLER.....	196
ÖZGEÇMİŞ.....	208

ÖZET

Kimya konuları, genel olarak maddenin iç yapısıyla ilgili olduğu için birçok soyut temel kavramdan oluşmaktadır. Kimyasal bağ konusundaki kavramlar kimyanın temel kavramları arasında yer almaktadır. Bu kavramlar; öğrencilerin günlük yaşamında çevresiyle etkileşimlerinden ve deneyimlerinden çok uzak soyut kavramlardır. Bu araştırmanın amacı; Lise-1 ve Lise-3 öğrencilerinin Kimyasal bağlar konusu içerisindeki kavramları anlama düzeylerini tespit etmek ve seviyeler arasında karşılaştırmalar yapmaktır.

Bu çalışmada örnek olay metodolojisi kullanılmıştır. Bu metodoloji dahilinde veri toplama aracı olarak test ve mülakat metotları kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan test, ön çalışmalar ve pilot çalışma yardımıyla geliştirilmiştir. Çalışmada kullanılan çoktan seçmeli test literatürde konuyla ilgili belirlenmiş olan kavram yanlışlarından faydalanılarak geliştirilmiştir. Geliştirilen çoktan seçmeli test Lise-1. sınıftan 128, Lise-3. sınıftan 122 olmak üzere toplam 250 öğrenciye uygulanmıştır. Ayrıca iki farklı sınıf düzeyinden eşit sayıda olmak üzere toplam 20 öğrenciyle bireysel mülakatlar yürütülmüştür. İki veri toplama aracından elde edilen veriler, öğrencilerin sahip oldukları yanlışları belirlemek amacıyla analiz edilmiş ve farklı öğrenim düzeyleri arasında anlamlı düzeyde farklılık olup olmadığını araştırmak için testten elde edilen puanlara t-testi uygulanmıştır.

Araştırmanın sonunda kimyasal bağlar konusundaki kavramlara ilişkin her iki sınıf düzeyindeki öğrencilerin de kavram yanlışlarına sahip oldukları tespit edilmiştir. Öğrencilerin birçoğunun kimyasal bağ türleri ve moleküller arası kuvvetlerle ilgili zayıf anlamalara sahip oldukları ve molekül içi bağlar ile moleküller arası kuvvetleri birbirine karıştırdıkları ortaya çıkmıştır. Bu çalışmada, konuyla ilgili daha önce yapılan çalışmalarda belirlenmeyen bazı kavram yanlışları da ortaya çıkmıştır. Bunlardan en önemlisi, öğrencilerin iyonik bağın, metaller arasında elektron alışverişi sayesinde gerçekleştiği yanlışına sahip olmalarıdır. Ayrıca öğrencilerin anlama düzeylerinin öğrenim seviyeleri ile arttığı sonucu ortaya çıkmıştır. Araştırmada belirlenen kavram yanlışlarını düzeltici etkinliklerin ve rehber materyallerin geliştirilip bu konunun öğretimi esnasında sınıflarda uygulanması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Kimya Eğitimi, Kimyasal Bağlar, Anlama Düzeyleri, Kavram Yanlışları.

SUMMARY

Lyceé-1 and Lyceé-3 Students' Level of Understanding Related to Concepts in Chemical Bonds

Because, in general, chemistry topics deal with inner structure of matter, it includes lots of abstract concepts. The concepts in chemical bonds are central to a chemistry curriculum. They are abstract concepts, far away from daily experiences of students and are prerequisite for further learning in chemistry. The aim of this study is to investigate level of understanding of students at Lyceé-1 and Lyceé-3 related to concepts in chemical bonds and to make comparisons between them.

In this study, a case study research methodology was used. Within this methodology, both test and interview methods were used for collecting data. The test used in the study was developed after pilot studies. The test comprises of multiple-choice items designed from misconceptions on chemical bonds reported in the related literature. The test was administered to 250 students (128 students at Lyceé-1 and 122 students at Lyceé-3). Moreover, individual interviews were conducted with 20 students, ten from each level. Data collected from both methods was analyzed to find out students' misconceptions on the topic and to make comparison between the two grades. Also, a t-test was done to compare students' scores.

It is found out that both levels under investigation have held misconceptions related to concepts in chemical bonds. Most students have poor understanding on recognizing chemical bonds and intermolecular forces and think that intermolecular forces exist within a molecule. In this study, moreover, some misconceptions not determined before were found. The most important one is that ionic bonding exists between metal atoms through electron transfer. In addition, the data presented here indicated that there is a relationship between grades of student and their understanding level. Under the lights of data collected in this study, it can be suggested that to overcome the identified misconceptions, new strategies and guide materials should be devised and implemented to classrooms in teaching chemical bonds.

Key Words: Chemistry Education, Chemical Bonds, Understanding Level, Misconception.

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. L3.1 ve L1.2' nin su molekülü için yaptıkları çizimler.....	118
Şekil 2. L1.5, L3.10 ve L1.3' ün su molekülü için yaptıkları çizimler.....	118
Şekil 3. L1.9' un tuzun yapısını anlatmak için çizdiği örgü yapısı.....	125
Şekil 4. L3.9' un tuzun yapısını anlatmak için çizdiği örgü yapısı.....	126
Şekil 5A. L3.1' in su molekülü için yaptıkları model.....	128
Şekil 5B. L1.2' nin su molekülü için yaptıkları model.....	128
Şekil 6A. L1.5' in su molekülü için yaptıkları model.....	129
Şekil 6B. L3.10' un su molekülü için yaptıkları model.....	129
Şekil 7A. L3.1' in katı haldeki su molekülü için yaptığı model.....	132
Şekil 7B. L3.1' in gaz haldeki su molekülü için yaptığı model.....	132
Şekil 8A. L1.2' nin katı haldeki su molekülü için yaptığı model.....	132
Şekil 8B. L1.2' nin sıvı haldeki su molekülü için yaptığı model.....	133
Şekil 9A. L1.3' ün yüksek sıcaklıkta su molekülü için yaptığı model.....	134
Şekil 9B. L1.3' ün düşük sıcaklıkta su molekülü için yaptığı model.....	135
Şekil 10A. L3.3' ün yüksek sıcaklıkta su molekülü için yaptığı model.....	135
Şekil 10B. L3.3' ün yüksek sıcaklıkta su molekülü için yaptığı.....	135

TABLÖLAR DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 1. Çoktan seçmeli testi cevaplayan öğrenci sayılarının okullara göre dağılımı	33
Tablo 2. Mülakatların uygulandığı öğrenci sayısı ve öğrenim seviyelerine göre dağılımı	34
Tablo 3. Alt ve üst gruptaki öğrencilerin doğru cevap sayılarına göre madde analizi.....	41
Tablo 4. Farklı öğrenim seviyesindeki öğrencilerin çoktan seçmeli test maddelerine verdikleri cevapların cevap seçeneklerine göre yüzdelik dağılımları	53
Tablo 5. Lise-1 ve Lise-3. sınıfların test puanlarına uygulanan t-testi sonuçları	71
Tablo 6. Mülakatın 1. sorusuna belirlenen kategorilerde açıklama yapan öğrenci sayıları.....	72
Tablo 7. Mülakatın 1A sorusuna belirlenen kategorilerde açıklama yapan öğrenci sayıları.....	75
Tablo 8. Mülakatın 1B sorusuna belirlenen kategorilerde açıklama yapan öğrenci sayıları.....	77
Tablo 9. Mülakatın 1C sorusuna belirlenen kategorilerde açıklama yapan öğrenci sayıları.....	79
Tablo 10. Mülakatın 2. sorusuna belirlenen kategorilerde açıklama yapan öğrenci sayıları.....	81
Tablo 11. Mülakatın 2A sorusuna belirlenen kategorilerde açıklama yapan öğrenci sayıları.....	83
Tablo 12. Mülakatın 2B sorusuna belirlenen kategorilerde açıklama yapan öğrenci sayıları.....	85
Tablo 13. Mülakatın 2C sorusuna belirlenen kategorilerde açıklama yapan öğrenci sayıları.....	87
Tablo 14. Mülakatın 3. sorusuna belirlenen kategorilerde açıklama yapan öğrenci sayıları.....	90

Tablo 15. Mülakatın 3A sorusuna belirlenen kategorilerde açıklama yapan öğrenci sayıları.....	92
Tablo 16. Mülakatın 3B sorusuna belirlenen kategorilerde açıklama yapan öğrenci sayıları.....	94
Tablo 17. Mülakatın 3C sorusuna belirlenen kategorilerde açıklama yapan öğrenci sayıları.....	96
Tablo 18. Mülakatın 4. sorusuna belirlenen kategorilerde açıklama yapan öğrenci sayıları.....	99
Tablo 19. Mülakatın 4A sorusuna belirlenen kategorilerde açıklama yapan öğrenci sayıları.....	101
Tablo 20. Mülakatın 4B sorusuna belirlenen kategorilerde açıklama yapan öğrenci sayıları.....	102
Tablo 21. Mülakatın 5. sorusuna belirlenen kategorilerde açıklama yapan öğrenci sayıları.....	104
Tablo 22. Mülakatın 5A sorusuna belirlenen kategorilerde açıklama yapan öğrenci sayıları.....	106
Tablo 23. Mülakatın 5B sorusuna belirlenen kategorilerde açıklama yapan öğrenci sayıları.....	108
Tablo 24. Mülakatın 6. sorusuna belirlenen kategorilerde açıklama yapan öğrenci sayıları.....	110
Tablo 25. Mülakatın 6A sorusuna belirlenen kategorilerde açıklama yapan öğrenci sayıları.....	113
Tablo 26. Mülakatın 6B sorusuna belirlenen kategorilerde açıklama yapan öğrenci sayıları.....	114
Tablo 27. Mülakatın 7A sorusuna belirlenen kategorilerde açıklama yapan öğrenci sayıları.....	116
Tablo 28. Mülakatın 7B sorusuna belirlenen kategorilerde açıklama yapan öğrenci sayıları.....	116
Tablo 29. Mülakatın 7C sorusuna belirlenen kategorilerde açıklama yapan öğrenci sayıları.....	118
Tablo 30. Mülakatın 7D sorusuna belirlenen kategorilerde açıklama yapan öğrenci sayıları.....	119

Tablo 31. Mülakatın 7E sorusuna belirlenen kategorilerde açıklama yapan öğrenci sayıları.....	120
Tablo 32. Mülakatın 8A sorusuna belirlenen kategorilerde açıklama yapan öğrenci sayıları.....	122
Tablo 33. Mülakatın 8B sorusuna belirlenen kategorilerde açıklama yapan öğrenci sayıları.....	123
Tablo 34. Mülakatın 8C sorusuna belirlenen kategorilerde açıklama yapan öğrenci sayıları.....	124
Tablo 35. Mülakatın 9A sorusuna belirlenen kategorilerde cevap veren öğrenci sayıları.....	128
Tablo 36. Mülakatın 9B sorusuna belirlenen kategorilerde cevap veren öğrenci sayıları.....	129
Tablo 37. Mülakatın 9C sorusuna belirlenen kategorilerde cevap veren öğrenci sayıları.....	133
Tablo 38. Mülakatın 9D sorusuna belirlenen kategorilerde cevap veren öğrenci sayıları.....	136
Tablo 39. Çalışmada tespit edilen ve literatürde rastlanan kavram yanlışları.....	175
Tablo 40. Çalışmada tespit edilen ve literatürde rastlanmayan kavram yanlışları....	176

1. GENEL BİLGİLER

1. 1. Giriş

İnsanoğlu dünyaya geldiği ilk andan itibaren öğrenmeye başlamakta ve her geçen gün kazandığı bilgi, beceri ve deneyimler artmaktadır. Rönesans'tan sonra hızla artmaya başlayan bilgiler, 20.yy ikinci yarısından itibaren bilim ve teknolojideki gelişmelere paralel olarak bilgi birikimi de katlanarak artmaktadır. Teknolojinin hızla gelişmesi ve üretilen bilgi miktarındaki artış, bilginin öneminin ve bilgiye olan bağımlılığın artmasına sebep olmuştur. Bunun sonucu olarak dünya, endüstri toplumundan bilgi toplumuna doğru yönelmiştir [1], [2]. Üretilen bu bilgiler içerisinde fen bilimleri ile ilgili olanların, yeri ve önemi çok büyüktür.

Fen bilimleri, canlı ve cansız varlıkları ve bunlar arasındaki ilişkileri sebep ve sonuçlarıyla tartışarak ortaya koymaya çalışan bir disiplinler topluluğu olarak tanımlanmaktadır [1]. Bu bilim dalı; bilgi edinme yollarının, elde edilip düzenlenmiş bilimsel bilgilerin ve bu bilgilerin insan ihtiyaçlarını gidermeye yönelik becerilerinin toplumdaki bireylere kazandırıldığı bir alan olma özelliği göstermektedir. Fen bilimleri sayesinde üretilen bilgiler topluma yaşamı kolaylaştırıcı teknolojiler olarak yansımaktadır. Fen bilimleri bu yönüyle, teknolojinin esas kaynağı durumunda olup, ülkelerin gelişmesinde ve ekonomik kalkınmasında önemli bir yere sahiptir. Bundan dolayı ülkeler bilimsel ve teknolojik gelişmelerden geri kalmamak ve ilerlemenin sürekliliğini sağlamak için bilgi ve teknoloji üretebilen bireyler yetiştirmek amacıyla fen bilimleri eğitime özel bir önem vermektedirler [1], [2], [3], [4].

Fen bilimleri eğitime önem verilmesinde büyük rol oynayan olaylardan bir tanesi; ikinci dünya savaşının hemen ardından gerçekleşmiştir. Sovyet Sosyalist Cumhuriyetler Birliği'nin 4 Ekim 1957 yılında ilk yapma uydu olan Sputnik I' i uzaya fırlatmasından sonra, başta batı ülkeleri olmak üzere gelişmiş ülkelerin tümü bir yarış içerisine girmişlerdir. Ruslar tarafından gerçekleştirilen bu olay, Amerika'nın teknolojik açıdan Sovyetlerin gerisinde kaldığı yorumlarına neden olmuştur. Bu olayın sorumlusu olarak ise öğrencilere yeterli bilgi ve becerileri kazandıramayan okullar gösterilmiştir. Bunun

ardından okul programlarının fen bilgisi, matematik, teknoloji ve yabancı dil konuları bakımından zenginleştirilmesi ve eğitim sisteminin akademik olarak zor, disiplinli ve seçici olması gerektiği görüşü güçlenmiştir [5]. Ayrıca o zamana kadar benimsenen ve öğrencilere daha fazla bilgi verilmesini amaçlayan ilerlemeci eğitim felsefesinin öğrencilerin temel becerilerini geliştirmede yetersiz kaldığı düşünülerek; temel kavramların öğrencilere verilmesi ilkesine dayanan esasici felsefeye geri dönmüştür [5], [6], [7]. Teknolojik gelişmelerden geri kalmak istemeyen ABD, İngiltere ve diğer gelişmiş ülkeler çareyi yeni ve çağdaş fen bilimleri müfredatı geliştirilmesinde görmüşlerdir.

Gerçekleşen tüm bu gelişmeler eğitim açısından da yeni gereksinimler yaratmıştır. Toplumun gereksinimleri doğrultusunda bireyler yetiştirmek durumunda olan eğitim kurumlarından beklenen; hem yeni teknolojileri yaratıcı bir şekilde kullanabilecek hem de bilgi becerileri ile donanmış (bilgiye ulaşabilen, bilgiyi kullanabilen, bilgiyi üretebilen ve iletebilen) bireyler yetiştirmektir [2]. Bu gereksinimler; kullanılan eğitim yaklaşımlarının gözden geçirilmesi ve gerekirse yeniden yapılandırılması konusunda eğitimcileri harekete geçirmiş [8] ve bu gereksinimlerin karşılanması amacıyla fen bilimleri alanında yeni projeler geliştirilmiştir [9], [10]. Bu projelerde, 1980' li yıllara kadar müfredat geliştirme bir bütün olarak düşünülmekteyken, daha sonraki yıllarda kavram öğretiminin ön plana çıktığı yeni yaklaşımlar da görülmektedir [10], [11], [12].

Kavramlar; genel olarak eşyaları, olayları, insanları ve düşünceleri benzerliklerine göre gruplandırırdığımızda gruplara verdiğimiz adlardır. Kavramlar somut eşya, olaylar ve varlıklar değil, onları belirli gruplar altında topladığımızda ulaştığımız soyut düşünce birimleridir. Kavramlar düşüncelerimizde var olup gerçek dünyada ancak örnekleri bulunabilir [8], [10]. İnsanoğlu çocukluktan başlayarak düşünce birimleri olan kavramları ve onların adları olan terimleri öğrenir, kavramları sınıflar, aralarında ilişkiler kurar, böylece yeni bilgilerine anlam kazandırır, yeniden düzenler ve hatta yeni bilgiler üretirler [10]. Fen bilgisi derslerinin öğrenciye öğretilmesinde de temel kavramlar önemli bir yer tutmaktadır. Çünkü kavramlar, yaşadığımız çevrenin karmaşıklığını azaltarak çevremizdeki ve dünyadaki objeleri, olayları tanımamıza yardımcı olur ve insanlar arasındaki iletişimi kolaylaştırır. Ayrıca kavramlar, bilgilerin sistematik olarak gruplanmasını ve örgütlenmesini de sağlarlar [13], [14].

Artan bu bilgi sürecinde eğitimin temel amaçlarından biri; bireylerin bilimsel okur-yazar duruma gelmelerini sağlamaktır [15]. Bilimsel okur yazarlık; fen bilimlerinin

doğasını bilmek, bilginin doğasını anlamak, fen bilimlerindeki bilgilerin bilinen gerçeklere bağlı olduğunu ve yeni kanıtlar toplandıkça değişebileceğini algılamak, fen bilimlerindeki temel kavram, teori ve hipotezleri bilmek ve bilimsel kanıt ile kişisel görüş arasındaki farkı algılamak olarak tanımlanmaktadır [8]. Öğrencilerin bilimsel okur yazar bireyler olarak yetiştirilebilmesi için bazı bilimsel süreç becerilerinin onlara kazandırılması gerekmektedir. Bu bilimsel süreç becerileri sayesinde öğrenciler kendilerine verilen yeni bilgileri kavrayarak öğrenebilir, karşılaştıkları yeni durumlarla ilgili problemleri çözebilir ve bilimsel yöntem süreci ile ilgili becerileri yerine getirebilirler. Bu becerilerin öğrencilere kazandırılmasında fen bilimleri dersleri (fizik, kimya ve biyoloji) önemli bir yer tutmaktadır [16]. Fen bilimleri eğitiminde kullanılan yöntem ve tekniklerin hedefi; yaratıcı zekaya sahip, zekasını ve yaratıcı potansiyelini karşılaştığı tüm problemlerin çözümünde etkili bir biçimde kullanabilen bireylerin yetiştirilmesidir. Nitekim, fen ve matematik; öğrencilerin eleştiri yapabilme, mantıklı düşünebilme ve problem çözme yeteneklerini geliştirerek pozitif düşünen bireyler olarak yetişmelerini sağlar. Bu yeteneklerin keşfedilmesi, geliştirilmesi ve uygulamaya sokulması ise ancak temel kavramların anlamlı öğrenme ortamlarının oluşturulması ile mümkün olmaktadır [17].

Öğrenme, bireyde var olan bilgiye yeni bilgilerin eklenmesi işlemi olarak tanımlanmaktadır. Öğrenmenin, öğrenciye öğretilen yeni bilgiler ile öğrencinin mevcut fikirleri ya da kavramları arasındaki karşılıklı ilişkinin bir ürünü olduğu görüşü yaygın olarak kabul edilmektedir. Öğrenme sırasında öğrenci, kendi bilişsel yapısı, yetenekleri, tutum ve deneyimleri aracılığıyla yeni bilgiyi düzenler ve anlamlandırır [18], [19], [20], [21]. Anlamlı sözel öğrenmenin savunucusu Ausubel de bu görüşü desteklemektedir. Ausubel, öğrenmeyi etkileyen en önemli faktörün öğrencilerin mevcut bilgi birikimleri olduğunu ve bunların ortaya çıkartılıp öğretimin bunlar doğrultusunda yapılması gerektiğini savunmaktadır [8]. Ayrıca Ausubel' in yanında bilişsel açıdan Novak ve Hanesian, gelişimsel açıdan Piaget, Shayer ve Adey, davranışsal açıdan Gagne ve zihinsel bakış olarak ise Driver ve Oldham kavram öğretiminin önemi üzerinde durmuşlardır [12]. Öğrenme bu bağlamda ele alındığında öğrencilerin temel kavramlarla ilgili olarak anlama düzeylerinin ve konuyla ilgili önceki bilgi ve inanışlarının tespit edilmesi ve elde edilen bilgilerin öğretim sürecini planlamada kullanılması gerekmektedir.

Araştırmalara göre, formal fen bilimleri dersi öğretilmeden önce öğrenciler belli fikirlere ve inanışlara yaygın olarak sahiptirler [15], [20], [22]. Literatürdeki araştırmalar,

çoğu durumda öğrencilerin, daha fazla öğrenme için temel olarak kullanabilecekleri kısmen doğru fikirler geliştirmelerine rağmen, temel kavramlarla ilgili bilimsel olarak kabul edilen uygun bir anlamayı geliştiremediklerini ifade etmektedir [21], [23], [24], [25], [26], [27]. Bu durum, formal eğitim sırasında yapılan sınavlarda başarı gösteren fakat öğrendiği bilgileri günlük hayatta karşılaştığı olayları yorumlamada ve olağan durumları analiz etmede kullanamayan öğrencilerin var olmasından anlaşılmaktadır [27], [28]. Öğrenciler bu gibi olayları, durumları yorumlama ve analiz etmede formal öğretimden önce sahip oldukları bilgileri kullanmaktadırlar. Öğrencilerin anlamaları ile ilgili olarak yapılan çalışmalardan elde edilen veriler Fensham [29] tarafından aşağıdaki gibi özetlenmiştir:

1. Öğrenciler öğrenme ortamına gelmeden günlük hayatta karşılaştıkları olaylarla ilgili görüşlere sahiptirler.
2. Bu görüşlere sahip olan öğrenciler, formal fen bilimleri öğretiminden olumsuz yönde etkilenirler.
3. Bu fikirler ve görüşlerle ilgili bulgular, belli bir öğrenci grubu için değil bütün öğrenciler için geçerlidir.
4. Bazı öğrenciler, öğretimle kendisine kazandırılmaya çalışılan bilgilerle bilimsel bilgilere zıt olan görüşlerini bir arada tutabilir. Bu öğrenciler, öğretimle kendilerine verilen bilgilerle sınavlarda sorulan sorulara cevap bulurken, öğretimden önce var olan görüşlerini de çevresinde meydana gelen olayları yorumlamada kullanmaktadır.
5. Bu fikirler ve görüşler, yaş ve ulus bakımından farklılık gösteren gruplar arasında da benzer şekilde görülmektedir.

Öğrenciler etraflarında gerçekleşen olay ve durumlar için onların kendi bakış açılarına göre mantıklı ve önceki bilgileriyle tutarlı olan anlamalar geliştirirler [30]. Öğrenciler kendi kavramlarını kendileri yapılandırdıkları için, bir kavramın onlar tarafından yapılandırılması bazen bilim adamlarınınkinden farklıdır. Öğrencilerin belirli fikirleri ve bilimsel görüşlerle tutarlı olmayan bu tür yanlış ön bilgilerini fen bilimleri ders ortamına getirdiği görüşü yaygın olarak kabul edilmektedir. Genel olarak bilimsel çevre tarafından kabul edilenlerden farklı olan öğrenci kavramlarına “yanlış anlamalar (misconceptions)”, “ön kavramlar ya da ön yargılar (preconceptions)”, “alternatif yapılar (alternative frameworks)”, “çocukların bilimi (childrens’ science)”, “genel duyu

kavramları (common sense concepts)” ya da “kendiliğinden oluşan bilgiler (spontaneous knowledge)”, “naive conception”, “önceden edinilmiş kavramlar (preconceived notions)”, “bilimsel olmayan inançlar (nonscientific beliefs)”, “kavramsal yanlış anlamalar (conceptual misunderstandings)”, “yerel kavram yanlışları (vernacular misconceptions)” ve “olaysal kavram yanlışları (factual misconceptions)” gibi isimler verilmiştir [13], [16], [17], [21], [24], [25], [31]. Bu terimler genel olarak bakıldığında aynı kavramı ifade etmektedirler. Fakat bu değişik terimlerin kullanılması, öğrencilerin fikirlerinin ve kanılarının karakteristiğini vurgulamasından ileri gelmektedir [25], [26], [29], [32].

Fen eğitimi literatüründe kavram yanlışlığı terimi öğrencilerin olayların doğası ile ilgili sahip oldukları, bilimsel kavramlarla tutarlı olmayan fikirler olarak tanımlanır [24], [28], [31], [33], [34], [35]. Nakhleh [21], kavram yanlışlarını “bir terimin bilimsel olarak herkesçe kabul edilen anlamından farklı olan kavramlardır. Bunlar öğrencinin bilişsel yapısına katıldığında bu kavram yanlışları öğrencinin sonraki öğrenmelerine engel teşkil eder. Böyle bir durumda öğrenci yeni bilgiyi bilişsel yapısındaki bilgilerle ilişkilendiremez ve kavramların zayıf anlaşılması ya da yanlış anlaşılması gerçekleşir”. Şeklinde açıklamıştır. Bilgin ve Geban’ın [36] çalışmasında bahsedildiğine göre, Kathleen yapmış olduğu bir çalışmada, kavram yanlışlarını; günlük yaşamdaki deneyimler ile kazanılan kavram yanlışları ve öğretim sürecince kazanılan kavram yanlışları olmak üzere iki temel sınıfa ayırmıştır. Günlük yaşamdaki deneyimler sonucunda kazanılan kavram yanlışları, öğrencilerin sınırlı bilgileri ve duyuşsal bilgileri üzerinden mantıksal yorum yapmalarından kaynaklanmaktadır. Bu yorumlar genellikle şimdiye kadar kabul edilen teorilerden ve uzmanların görüşlerinden farklılık gösterir. Bu çeşit kavram yanlışları genellikle yeni bir konunun öğretimi başlamadan önce görülür ve değiştirilmeleri çok zordur. İkinci tip kavram yanlışları ise okulda ya da okul dışında öğrencinin eğitimi süresince kazandığı kavram yanlışlarıdır. Bu tip kavram yanlışlarının edinilmesinin olası nedenleri olarak; bilimsel kavramların, formüllerin ve birbirine benzeyen terimlerin anlamlarının yanlış anlaşılması ve yorumlanması, öğrencilerin önceki bilgilerinin yetersiz oluşu, öğrencilerin gereğinden fazla bilgiyi kısa sürede ezberlemesi, seçilen öğretim yöntemlerinin konulara uygun olmaması ve öğrencilerin bilgi düzeylerinin düşük olması sayılmaktadır [36].

Kimya konuları, genel olarak maddenin iç yapısıyla ilgili olduğu için birçok soyut temel kavramlardan oluşmakta ve bu temel kavramları anlamadan daha ileri düzeydeki kavramların anlaşılmasında zorluklarla karşılaşmaktadır [12], [21], [23], [24], [26], [37],

[38], [39], [40]. Ayrıca kimya ve fizik gibi fen dersleri diğer derslere oranla daha karmaşık olup, daha çok zihinsel düşünme faaliyeti gerektirmektedir. Bu sebeplerden dolayı bu gibi derslerin öğrenciler tarafından anlaşılması zor olmakta ve bu derslerde öğrenciler, daha fazla yanlış anlamalar göstermektedirler [1], [29], [38], [41]. Bu nedenle öğrencilerin fen alanlarındaki yanlış anlamaları ve kavram yanılgıları fen bilimleri eğitimcileri, eğitim araştırmacıları, öğretmenler ve özellikle öğrenciler için önemli bir problem olarak ortaya çıkmaktadır [12], [39]. Nitekim son yıllarda çoğu ülkelerde ve özellikle de Türkiye’de öğrencilerin bilimsel olayları anlamalarını tespit etmek ve fen öğretimini geliştirmek amacıyla, öğrencilerin temel fen kavramlarını anlama düzeylerini belirlemek için yapılan çalışmalar giderek önem kazanmaktadır [24], [25], [34], [35], [37], [42], [43]. Öğrencilerin kavram yanılgılarına sahip olduğu birçok kimya konusu belirlenmiş ve bu konular ile ilgili pek çok çalışma yapılmıştır. Örneğin; Hesse ve Anderson [44] kimyasal değişim ile ilgili, Gorodetsky ve Gussarsky [33], Banerjee [45], Yıldırım [46] ve Yıldırım ve diğ. [47] kimyasal denge ile ilgili, Pardo ve Portoles [48] Le Chatelier prensibi ile ilgili, Ebenezer ve Fraser [49], Ebenezer ve Ericson [50], Smith ve Metz [51], ve Kabapınar [22] çözeltilerle ilgili, Hand [52], Ayas ve Özmen [53], Demircioğlu ve diğ [54] asit ve bazlar ile ilgili, Garnett ve Treagust [55] elektrokimya kavramlarıyla ilgili, Staver ve Lumpe [56], Özmen ve diğ. [57], Case ve Fraser [58] mol kavramıyla ilgili, Mak ve Young [59] ısı ve sıcaklık kavramları ile ilgili, Zoller [39] bazı temel kimya kavramları (genel kimya ve organik kimya) ile ilgili, Bar ve Travis [18], Osborne ve Cosgrove [60], Ayas ve diğ. [61] Çepni ve diğ. [23] hal değişim kavramlarıyla ilgili, Özmen ve diğ. [62], Ayas [3], Haidar ve Abraham [63] maddenin tanecikli yapısı ile ilgili, Renström, Andersson ve Marton [64] madde ile ilgili, Ayas ve Demirbaş [37], Abraham ve diğ. [65] bazı temel kimya kavramlarıyla ilgili, Abraham ve diğ. [66] periyodik tablo özellikleri ile ilgili, Griffiths ve Preston [34] atom ve moleküllerin özellikleri ile ilgili, Tan ve Treagust [67], Barker [68], Hapkiewicz [69], Ünal ve diğ. [70] ve Nicoll [26] kimyasal bağ kavramlarıyla ilgili, Peterson ve Treagust [35], Peterson ve Treagust [43], Niaz [71] kovalent bağ ve yapı ile ilgili çalışmalar yapmışlardır.

Kimyasal bağlanma konusu ve bu konuyla ilgili kavramlar; bir lise öğrencisinin günlük yaşamında, çevresiyle etkileşimleri sonucu sahip olduğu deneyimlerinden çok uzak soyut kavramlardır [34], [67]. Öğrenci bir atomu onun yapısını ve diğer atomlarla ilişkilerini ve davranışlarını göremez. Bu yüzden pek çok öğrencinin kimyasal bağlanma ile ilgili kavramları anlamada güçlükleri vardır ve bu konuyla ve içerdiği kavramlarla ilgili

farklı kavramlara ve anlamalara sahip olmaya eğilimli olması çok büyük bir olasılıktır [26], [34], [67].

Fen bilgisi öğretiminde amaç sadece öğrenciler tarafından kazanılan bilgilerin devamlılığını sağlamak değil, kavramlar ve alt kavramlar arasındaki ilişkilerin gelişimi sürecinde öğrencilerin anlama seviyelerine ve farklı algılamalarına göre onlara yardımcı olacak eğitimsel stratejilerin geliştirilmesidir [72]. Bunun sağlanabilmesi için; öğrencilerin kavramlar hakkındaki mevcut bilgi birikimlerinin ve kimyasal kavramı yapılandırdıkları bilişsel yapılarının ortaya çıkartılması gerekmektedir [49], [73], [74]. Bu çalışma, fen bilgisi ve kimya derslerinin temel konularından biri olan “Kimyasal Bağlar” konusu içerisindeki kavramlarla ilgili öğrencilerin anlama seviyelerini tespit etmek için yapılmıştır.

1. 1. 1. Araştırmanın Problemi

Lise-1 seviyesinde kimyasal bağ konusu “Maddenin Yapısı” ünitesi içerisinde alt başlık olarak yer almaktadır. Bu konu işlenirken öğrencilere genel olarak iyonik ve kovalent bağların hangi atomlar arasında ve nasıl meydana geldiğinden bahsedilmekte, diğer bağ türleri ve moleküller arası kuvvetlerden de genel tanımlamalar şeklinde kısaca bahsedilmektedir. Lise-3 seviyesinde ise “Kimyasal Bağlar” ayrı bir ünite olarak işlenmektedir. Bu seviyede ise tüm bağ türleri ve moleküller arası kuvvetler üzerinde ayrı ayrı durulmakta ve bu kavramlar daha ileri bilgilerle sunulmaktadır. Bu araştırmanın başlıca problemi; kimyasal bağlar konusu içerisindeki kavramların ortaöğretimin Lise-1 ve Lise-3. sınıflarında öğrenim gören öğrenciler tarafından anlaşılma düzeyini belirlemektir. Ayrıca bu ana problemin araştırılması kapsamında aşağıdaki alt problemlere de cevap aranacaktır:

1. Lise-1 öğrencileri kimyasal bağlar konusu içerisindeki kavramları hangi seviyede anlamışlardır?
2. Lise-3 öğrencileri kimyasal bağlar konusu içerisindeki kavramları hangi seviyede anlamışlardır?
3. Lise-1 ve lise-3 öğrencilerinin bağlar konusunu anlama düzeyleri arasında anlamlı bir fark var mıdır?

4. Kimyasal bağlar konusu içerisindeki kavramlar hakkında öğrencilerin sahip olduğu yanlış anlamalar ya da kavram yanılgıları nelerdir?

1. 1. 2. Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın temel amacı; kimya biliminin doğasının anlaşılmasında önemli bir konu olan ve genellikle soyut kavram ya da teorileri içeren “kimyasal bağlar” konusu içerisindeki kavramların Lise-1 ve Lise-3 öğrencileri tarafından anlaşılma düzeyini belirlemek ve her iki sınıf arasında anlama düzeyleri bakımından anlamlı bir fark olup olmadığını belirlemektir.

1. 1. 3. Araştırmanın Önemi

Öğrenme, bireyde var olan bilgiye yeni bilgilerin eklenmesi işlemi olarak tanımlanmaktadır. Öğrenmenin, öğrenciye öğretilen yeni bilgiler ile öğrencinin mevcut fikirleri ya da kavramları arasındaki karşılıklı ilişkinin bir ürünü olduğu görüşü yaygın olarak kabul edilmektedir. Öğrenme sürecinde öğrenci, kendi bilişsel yapısı, yetenekleri, tutum ve deneyimleri aracılığıyla yeni bilgiyi düzenler ve anlamlandırır [18], [19], [20], [21]. Anlamlı sözel öğrenmenin savunucusu Ausubel’de bu görüşü desteklemektedir. Ausubel’in yaygın bir geçerlilik kazanmış olan anlamlı sözel öğrenme teorisi; öğrenmeyi etkileyen en önemli ve tek faktörün öğrencinin önceki bilgileri olduğuna işaret etmektedir. Bu nedenle, bunların ortaya çıkartılıp öğretimin bunlar doğrultusunda yapılması gerektiğini savunmaktadır [8]. Bütünleştirici yaklaşım da, öğrencilerin anlamalarını şekillendiren en önemli faktörün; onların sahip oldukları önceki bilgileri olduğunu ifade eder. Öğrenciler anlamalarını önceki bilgileri üzerine kurarlar [75]. Öğrenme bu bağlamda ele alındığında, öğrencilerin temel kavramlarla ilgili olarak anlama düzeylerinin ve konuyla ilgili önceki bilgi ve inanışlarının tespit edilmesi ve elde edilen bilgilerin öğretim sürecini planlamada kullanılması gerekmektedir. Nitekim son yıllarda öğrencilerin bilimsel olayları anlamalarını tespit etmek ve fen öğretimini geliştirmek amacıyla, fen kavramları hakkında öğrencilerin ilk kavramalarının önemini farkına varılmıştır [24], [25], [32], [37], [42]. Öğrencilerin öğrenme ortamına taşıdıkları düşüncelerin fen bilimleri öğreniminde çok

büyük etkisi vardır [60]. Bu nedenle temel kavramlarla ilgili öğrencilerin anlama düzeylerini tespit etmek için yapılan çalışmalar gittikçe artmaktadır. Bu amaçla yapılmış olan çalışmalar öğretmenler için oldukça önemlidir. Çünkü bu yönde yapılmış çalışmalar öğretmenlere; herhangi bir konuya başlamadan önce, öğrencilerinin sahip oldukları ön bilgileri ortaya çıkarmada izlenecek yolları gösterebilir ve hatta onlara bu süreçte kullanılması gereken materyalleri sağlayabilirler. Böylece öğrencilerinin sahip olduğu ön bilgileri tespit eden öğretmen, elde ettiği bulgulara ve onların seviyelerine göre vermek istediği yeni kavram ya da kavramları, onların önceden sahip oldukları kavramlarla ilişkilendirerek öğrencilerinin öğrenmelerini ve yeni bilgileri yapılandırmalarını kolaylaştıracaktır [24], [28], [35], [43].

Öğrencilerin fen kavramlarıyla ilgili formal eğitim öncesinde çeşitli fikir ve inanışlara sahip oldukları literatürde bahsedilmektedir [15], [20], [22], [24], [35]. Araştırmalar, çoğu durumda öğrencilerin, daha fazla öğrenme için temel olarak kullanabilecekleri kısmen doğru fikirler geliştirmelerine rağmen, çoğu öğrencinin, temel kavramlarla ilgili bilimsel olarak kabul edilen uygun bir anlamayı geliştiremediklerini göstermektedir [21], [23], [24], [25], [26], [27], [28]. Öğrenciler, etraflarında gerçekleşen olay ve durumlar için, kendi bakış açılarına göre mantıklı ve önceki bilgileriyle tutarlı olan anlamalar geliştirirler [30]. Öğrenciler kendi kavramlarını kendileri yapılandırdıkları için, bir kimyasal kavramın onlar tarafından yapılandırılması bilim adamlarınınkinden farklı olabilir. Öğrencilerin belirli fikirleri ve bilimsel görüşlerle tutarlı olmayan bu tür yanlış ön bilgilerini ders ortamlarına getirdikleri görüşü yaygın olarak kabul edilmektedir [15], [20], [22], [24], [35], [43]. Bu yanlış anlamalar ve kavram yanlışları, fen bilimleri eğitimcileri, araştırmacıları, öğretmenleri ve elbette öğrencileri için temel bir sorun teşkil etmektedir [39]. Schoon ve Boone [76]'nin çalışmasında yer alan ifadeye göre Nussbaum ve Novick; alternatif kavramların, fen bilimleri öğretiminde hayati öneme sahip olduğunu ifade etmektedirler. Bu kavramlar öğrencilerin öğrenmelerinde engelleyici bir etki göstermektedir. Bu kavramlara sahip öğrenciler kendilerine öğretilen bilgileri zihinlerinde yanlış bir şekilde yapılandırmışlardır. Dolayısıyla yeni bilgilerin öğrencilere öğretilmesi zor olmaktadır [4], [21], [37], [76]. Fen eğitiminde yapılan çalışmaların sonuçları, öğrencilerin bazı fen kavramlarını kabul edilebilir bilimsel fikirlerden farklı bir biçimde algıladıklarını ortaya koymakta ve bu kavram yanlışlarının eğitim öncesinde belirlenmesinin ve öğretimin buna göre düzenlenmesinin önemine değinmektedir [77]. Schoon ve Boone [76]'nin çalışmasında yer alan ifadeye göre Doran, öğretmenlere; fen

bilimleri derslerini planlarken, öğrencileri arasında yaygın olarak görülen kavram yanlışlarını belirlemelerini önermiştir [76]. Osborne ve Freyberg [29], öğrenmeyi etkili hale getirebilmek için göz önünde bulundurulması gerekli olan ilk adımın öğrencilerin yanlış anlamalarının öğretim süresince ele alınması olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar tarafından ortaya çıkartılan kavram yanlışları ve bu yanlışların nasıl düzeltileceği ile ilgili bilgiler konusunda öğretmenlerin bilgilendirilmesi sonucunda fen bilimleri dersleri daha etkili bir şekilde gerçekleştirilebilir. Öğretmenler öğrencilerin zihinlerinde var olan yanlış düşünce ve fikirleri belirlediklerinde, onların bu yanlış fikirlerini ortadan kaldıracak ve o kavram ya da kavramlarla ilgili doğru bilgileri öğrencide yerleştirecek öğretim etkinliklerini uygulayabilirler [24], [28], [35]. Bu çalışma öğrencilerin seçilen konuyla ilgili yanlış anlamalarını belirlemede öğretmenlere yol göstermek açısından özellikle önemlidir.

Kavram yanlışları ile ilgili araştırmalar müfredat geliştirme sürecinde de önemli bir yer tutmaktadır. Fen bilimlerindeki bilgilerin bilim ve teknolojiye gelişmelere paralel olarak artması ile fen eğitiminin içeriğinin nasıl olması gerektiği konusunda tartışmalar ortaya çıkmıştır. 1980'li yıllara kadar öğrencilere daha fazla bilgi verilmesini esas alan müfredatlar geliştirilmiş ve uygulanmıştır. Ancak 1980'li yıllardan itibaren programlar artık bir bütün olarak değil de tek tek konular ele alınarak geliştirilmeye başlanmıştır [3], [5], [12]. Bu süreçte öncelikle bir konu ele alınıp bu konuyla ilgili ön araştırmalar yapılmakta ve bu ön araştırmalarda öğrencilerin anlamadıkları, yanlış anladıkları veya eksik anladıkları noktalar tespit edilmektedir. İkinci aşamada eksikleri giderici alternatif stratejiler geliştirilerek bir taslak program hazırlanmakta, son aşamada ise geliştirilen stratejiler sınıfta uygulanmaktadır. Öğrencilerdeki gelişmeler de dikkate alınarak, uygulama sonuçlarına göre geliştirilen program üzerinde gerekli düzeltmeler yapılarak son şekli verilmektedir [3]. Bu nedenle, seçilen konuyla ilgili öğrencilerdeki yanlış anlamaları ortaya koymayı amaçlayan bu ve bunun gibi araştırmalar müfredat geliştirme sürecinde büyük öneme sahiptir [78].

Bu çalışma kimya konularının anlaşılmasında önemli bir yere sahip olan kimyasal bağlanma konusundaki kavramlarla ilgili olarak öğrencilerin anlama seviyelerini ve kavram yanlışlarını tespit etmek için yapılmıştır. Kimyasal bağlanma konusuyla ilgili kavramlar; bir lise öğrencisinin günlük yaşamında çevresiyle etkileşimleri esnasında kolaylıkla fark edemeyeceği ve sahip olduğu deneyimlerden çok uzak soyut kavramlardır

[34], [67]. Öğrenci bir atomu, onun yapısını ve diğer atomlarla ilişkilerini ve davranışlarını göremez. Bu yüzden pek çok öğrencinin kimyasal bağlanma ile ilgili kavramları anlamada güçlükleri vardır. Öğrencilerin bu konuyla ve içerdiği kavramlarla ilgili farklı kavramalara ve anlamalara sahip olmaya eğilimli olmaları çok büyük bir olasılıktır [26], [67]. Kimyasal bağlanma, bağlanmayı oluşturan atomlar, bağlanma sonucu oluşan moleküller, bağ yapan atomların özellikleri (elektronegatiflik, çap vb.), moleküllerin özellikleri (türleri, yapıları, geometrileri vb.) ile ilgili kavramlar kimya müfredatında öğretilen diğer bir çok kavramın merkezini oluşturur [67], [68], [71]. Maddenin yapısı ile doğrudan ilişkili bu kavramların anlaşılması maddelerin yapılarının ve özelliklerinin, öğrenciler tarafından daha iyi anlaşılmasına neden olacaktır. Bunun yanında, kimyasal bağ konusu ile ilgili kavramlar; kimyasal reaksiyonlar, reaksiyon ısıları, çözünürlük ve çözelti entalpileri, hidrokarbonlar ve diğer organik maddelerin oluşumu ve yapıları, hal değişimleri, polimer yapılar, hidratlaşma ve moleküllerin kararlılığı gibi çoğu kimya konusunun da temelini oluşturmaktadır [26], [34], [68]. Ayrıca sadece kimya konularının değil; özellikle biyoloji olmak üzere diğer fen bilimleri alanlarının anlaşılmasında da merkezi bir öneme sahiptir [69]. Ayrıca üniversite düzeyine gelindiğinde bu kavramlar organik kimyadaki reaktiflikten analitik kimyadaki spektroskopiye kadar pek çok kimya konusunun temelini oluşturmaktadır [71]. Bu nedenle bu kavramlar öğrenciye ilk kez lise öğrenimleri esnasında gördükleri kimya derslerinde verilirler. Onlara kimyasal bağlanma ile ilgili verilen genel bilgiler, öğrencilerin birbirini izleyen eğitimleri sırasında üzerine yeni bilgiler inşa edebilecekleri temellerdir.

Bu kavramlarla ilgili yanlış anlamaların tespit edilmesinin, hem öğretmenlere hem de program geliştirme uzmanlarına faydalı olacağına inanılmaktadır. Çünkü öğretmen, bu çalışmada tespit edilen kavram yanlışları ve kavramlarla ilgili öğrenci görüşleri doğrultusunda, dersine şekil verebilir. Öğrencilerin zihinlerinde var olan yanlış düşünce ve fikirleri bilen öğretmenler, onların bu yanlış fikirlerini ortadan kaldıracak ve o kavram ya da kavramlarla ilgili doğru bilgileri öğrencide yerleştirecek şekilde öğretimlerini planlayabilirler. Program geliştirme uzmanları ise, bu konuyla ilgili bir programı geliştirirken, bu sürecin ilk aşamasında, bu çalışmadan elde edilen verileri kullanabilir.

1. 1. 4. Araştırmanın Varsayımları

Araştırmanın varsayımları şu maddeler altında özetlenebilir:

- Öğrencilerin mülakatlar esnasında verdikleri açıklamaların, onların seçilen konuyla ilgili zihinlerindeki anlamalarını tam olarak ifade ettiği varsayılmıştır.
- Öğrencilerin soruları cevaplandırırken birbirlerine bakmadıkları ve samimi olarak cevaplandıkları varsayılmıştır.

1. 1. 5. Araştırmanın Sınırlılıkları

Araştırmanın sınırlılıkları şu maddeler altında özetlenebilir:

- Testte yer alan soru maddelerinin fazla olması, öğrencilerin sorulan sorulardan sıkılmasına ve soruları rasgele cevaplamalarına neden olabilir.
- Mülakat yapılan öğrenciler, önceden belirlenen kriterler doğrultusunda öğretmenler tarafından seçilmiştir. Öğretmenler tarafından yapılan seçimlerde belirlenen kriterlerin dışına çıkmış olabilir.
- Araştırmada kullanılan test, Lise III sınıfında öğrenim gören öğrencilere Üniversite Giriş Sınavı (ÖSS Sınavı) tarihinden yaklaşık 45 gün önceki bir zaman diliminde uygulanmıştır. Bu sebepten dolayı Lise-3 öğrencilerin motivasyonunun az olduğu söylenebilir.
- Bu araştırma, Trabzon merkezde bulunan iki genel lisede öğrenim gören Lise-1. ve Lise-3. (dokuzuncu ve on birinci sınıf) sınıflardaki öğrencileri kapsayan sınırlı bir özel durum çalışmasıdır. Bu nedenle elde edilen sonuçların genellenmesi amaçlanmamıştır.

1. 2. Konuyla İlgili Yapılan Araştırmalar

“Kimyasal Bağlar” konusuyla ilgili kavramların öğrenciler tarafından anlaşılma düzeyleri ve bu konuyla ilgili öğrencilerde mevcut olan kavram yanlışları ve yanlış anlamalara ilişkin yurt içi ve yurt dışında yapılmış olan araştırmalar bu bölümde incelenerek özetlenmiştir.

Nicoll [26], kimyasal bağlar konusu ile ilgili bir çalışma yapmıştır. Texas Tech üniversitesi kimya bölümünde öğrenim gören farklı sınıf düzeylerindeki öğrencilerle birlikte yürüttüğü bu çalışmada amaç; elektronegatiflik, bağlanma, molekül geometrileri ve konuyla ilgili mikroskopik gösterimlerle ilgili olarak farklı sınıf düzeylerindeki üniversite öğrencilerinin sahip oldukları kavram yanlışlarını tespit etmek ve bunlar arasında farklılıkları ortaya koymaktır. Araştırmacı altı farklı kursa katılan ve 1. sınıf öğrencilerinden son sınıf öğrencilerine kadar her bir sınıf düzeyindeki öğrencileri kapsayan 56 öğrenciyle bireysel mülakatlar yürütmüştür. Her bir öğrenci “elektronlar, bağlanma elektronegatiflik ve molekül yapıları” kavramları ile ilgili olarak öğrencilerin sahip oldukları düşünceler ve kavram yanlışlarını ortaya çıkarmak için geliştirilmiş yarı yapılandırılmış bir mülakat protokolüne katılmıştır.

Mülakatlar öğrenci izniyle teybe kaydedilmiş ve nitel veri analizleri için yazılı halde suretleri oluşturulmuştur. Elde edilen mülakat kopyaları “nitel veri analizleri yazılım programı”na konularak öğrencilerdeki eğilimler birkaç başlık altında kodlanmış ve sınıflandırılmıştır. Nicoll, yaptığı bu çalışmada mülakatların analizinden elde ettiği sonuçlara dayalı olarak öğrencilerde var olan yanlışları başlıca aşağıda bahsedilen 8 ana kategoride toplamıştır.

1. Öğrenciler atom ve molekül kavramlarını birbirleriyle karıştırmakta ve sözel ifadelerinde birbirlerinin yerine yanlışlıkla kullanmaktadırlar.
2. Öğrenciler Lewis nokta yapısını yanlış çizmekte ve bu çizimleriyle ilgili yanlış açıklamalarda bulunmaktadırlar.
3. Öğrencilerin bazıları atom, elektron ve molekülleri canlı olarak düşünmektedirler.
4. Öğrenciler çekirdek etrafındaki elektronların hepsinin çekirdekten mümkün olduğunca en uzakta ve eşit uzaklıklarda yerleşeceği, onların kendi etrafında ya da çekirdeğin etrafında dönmedikleri, elektronların çekirdekteki artı yükler tarafından itildiği için kararsız oldukları ve bağ yaparken elektronların birbirini çekerek bu bağ oluşturdukları gibi elektronlar üzerine yanlış anlamalara sahiptirler.
5. Öğrenciler polar kavramını yanlış tanımlama, iyonik ve kovalent bağ birbirini ile karıştırma, iki elektronun bir araya gelerek bağ oluşturacağı, hidrojen bağının en güçlü bağ olduğu gibi bağlanma ile ilgili yanlış anlamalara sahiptirler.

6. Öğrenciler elektronların bağ yapan atomlar arasında gidip geldiği, bağ elektronlarının iki atom arasında 8 şeklinde hareket ettiği, elektronların çekirdek etrafında güneş sistemine benzer olarak hareket ettiği, elektronların hiç hareket etmediği, elektronların hepsinin çekirdekten eşit uzaklıklarda yerleşeceği, orbital kavramının kabuk kavramıyla eşdeğer olduğu, mikroskopla bakıldığında sadece çekirdeğin görülebileceği gibi mikroskobik yapıyla ilgili çeşitli yanlış anlamalara sahiptirler.
7. Öğrenciler periyodik cetvel özellikleri olarak bilinen atom çapları, elektronegatiflik, atomlar arası kuvvetler, kararlılık ve enerji gibi kavramlarla ilgili makroskobik düzeyde kavram yanlışları ve yanlış anlamalara sahiptirler.
8. Öğrenciler atomlar ve molekülleri içine alan parçacıklarla ilgili yanlış anlamalara sahiptirler.

Araştırmacı bu çalışmanın sonunda ayrıca şu önemli sonuçlara da ulaşmıştır:

1. Mülakat yapılan öğrencilerin her biri bağlanma kavramıyla ilgili en az bir kavram yanlışına sahiptir.
2. Bu çalışmada daha önce yapılan çalışmalarda gözlemlenen Lewis nokta yapıları ile ilgili kavram yanlışları, molekül geometrileri ile ilgili kavram yanlışları haricinde örneğin bağ yapan elektronların hareket etmediği, bağ elektronlarının çekirdek etrafında 8 şeklinde hareket ettiği, moleküllerin birbirleriyle sürtünmelerinden dolayı hareket ettiği gibi hareketle ilgili kavram yanlışları ilk kez ortaya konulmuştur. İlk kez gözlemlenen diğer kavram yanlışları ise periyodik tablo üzerinde yanlış eğilimler, kabuk ve orbital kavramlarının birbiriyle karıştırılması ve öğrencilerin mikroskobik yapıyla ilgili yanlış anlamalarıdır.
3. İlk incelemede ilk ve son sınıf öğrencileri arasında “canlılık” ve “hareket” kategorilerindeki kavram yanlışlarının sayısında daha düşük sınıflarda bu kavram yanlışlarının daha fazla öğrencide mevcut olduğu görünse de aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı bulunmuştur. Bu, öğrencilerdeki kavram yanlışlarının eğitim düzeyi ile bağlantılı olarak önemli ölçüde değişmediğini ortaya koymuştur. Bu sonuç tüm kavram yanlışlarının değişmeye karşı dirençli olduğunu göstermiştir.
4. Öğrencilerin birçoğu bazı soruları cevaplarken doğru açıklamayı yapamamakta ama kendi başına doğru olan ilişkili diğer farklı kavramları içeren açıklamalar yapmaktadırlar. Bu da kavramlar arasındaki ilişkilerin öğrenciler tarafından tam

anlaşlamadığını göstermektedir. Mülakat yapılan 56 öğrenciden 28' i birbirini açıklamayan benzer doğru bilgilere sahiptirler. Bu tip kavram yanlışlarına sahip farklı sınıf düzeyindeki öğrencilerin sayıları arasında da istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.

Tan ve Treagust [67], kimyasal bağ üzerine bir çalışma yapmışlardır. Daha önce yapılmış çalışmalardan yola çıkarak kimyasal bağla ilgili kavramların öğrenciler tarafından anlaşılma güçlüğü çekilen kavramlar arasında olduğunu gören araştırmacılar bu yanlışların Singapur'da öğrenim gören 14-16 yaş arasındaki ortaöğretim öğrencilerinde de mevcut olup olmadığını araştırmak maksadıyla Tan tarafından 1994' de geliştirilen ve kavram yanlışlarını tespit etmede kullanılabilecek iki aşamalı çoktan seçmeli bir teşhis edici test kullanmışlardır. Bu test 1994' te yapılan iki pilot çalışma sayesinde geliştirilmiş ve yeniden düzenlenmiştir. Son olarak ise iki deneyimli kimya öğretmeni ve bir fen eğitimcisi tarafından son hali verilmiştir. Ayrıca kavram yanlışlarını ortaya çıkarmak amacıyla geliştirilen bu çoktan seçmeli testte, Peterson tarafından 1986'da geliştirilen teşhis edici testten alınan üç soruya da üzerinde bazı değişiklikler yapılarak yer verilmiştir. Geriye kalan test maddeleri ise öğrencilere daha önceden çizdirilen kavram haritaları, onlarla yürütülen mülakatlar, geçmiş sınav soruları, ve öğretmenlerin kişisel tecrübeleri doğrultusunda edinilen fikirler dikkate alınarak oluşturulmuştur. 1998'in başlarında geliştirilen bu araç tekrar gözden geçirilmiş ve bazı küçük değişikliklerin ardından Nisan ayında ortaöğretim 3. sınıfta bulunan (14-16 yaş) 119 öğrenciye uygulanmıştır. Çoktan seçmeli bu tanısal testte bulunan her bir test maddesi iki bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde öğrencinin sahip olduğu konuyla ilgili içerik bilgisi ölçülürken ikinci bölümde verdiği bu cevabın nedenlerini bilip bilmediği araştırılmaktadır. Analizler esnasında eğer öğrenci test maddesinin her iki bölümüne de cevap vermemişse değerlendirmeye katılmamıştır.

Testten elde edilen verilerin analizleri sonucu öğrencilerde mevcut kavram yanlışları "bağlanma, örgü yapıları, molekül içi ve moleküller arası kuvvetler ve grafitin elektrik iletkenliği" olmak üzere 4 ana kategoride sınıflandırılmıştır. Bulgulara dayalı olarak çalışmada ortaya çıkan en önemli sonuçlar şunlardır:

1. Öğrencilerin büyük çoğunluğu bağlanmayı tam anlamadıklarını ve iyonik ve kovalent bağı birbirine karıştırdıklarını gösteren kavram yanlışlarına sahiptir. Örneğin; yalnızca metallerin ve ametallerin bir molekül oluşturacağı (%80.4), metal ve ametal

atomlarının elektronlarını paylaşarak bir molekülü oluşturduğu (%22.5), iyonik bileşiklerin kovalent bağla bağlı moleküller olarak meydana geldikleri (%20.0) gibi yanlışlar bu kategori içerisine girmektedir.

2. Öğrenciler örgü yapıları ile ilgili yanlış anlamalara sahiptirler. Örneğin; bir makromolekülün yalnızca kovalent bağla moleküllerden oluşacağı (%27.8), bir elementin atomlarının kovalent bağla bağlanarak makromolekülleri oluşturacağı (%12.4) gibi yanlış fikirlere sahiptirler.
3. Öğrenciler molekül içi ve moleküller arası bağlarla ilgili yanlış anlamalara sahiptirler. Örneğin; bir makromolekülde her zaman çok güçlü moleküller arası kuvvetler bulunduğu (%61.8), hal değişimi esnasında kovalent bağların kırılacağı (%21.4), moleküller arası kuvvetlerin gücünün o molekülü oluşturan atomlar arasındaki bağların kuvvetine bağlı olduğu (%21.4) gibi yanlışlar bu kategori altında sınıflandırılmıştır.
4. Öğrenciler grafitin elektriği iletmesinin nedeniyle ilgili olarak bazı yanlış anlamalara sahiptirler. Öğrencilerin %21.5 i grafitin elektriği iletmesine sebep olarak birbiri üzerinde kayabilen karbon atomu tabakalarını verirken, %31.4 ü ise grafitte bazı karbon atomlarının delokalize olmasını neden olarak vermektedir.

Peterson ve Treagust [43], kovalent bağ ve yapı konusuyla ilgili bir çalışma yapmışlardır. Çalışmalarında kovalent bağ ve yapı ile ilişkili kavramların öğrenciler tarafından ne düzeyde anlaşıldığını araştırmak amacıyla çoktan seçmeli bir teşhis edici test geliştirmişler ve bunu uygulamışlardır. Geliştirilen bu test iki bölümden oluşan çoktan seçmeli 15 test maddesini içermektedir. Her bir test maddesinin ilk bölümü bir iki, üç ya da dört cevap seçeneğinden oluşmakta ve öğrencinin konuyla ilgili içerik bilgisini ölçmektedir. İkinci bölümde ise öğrenciden ilk bölümde verdiği cevap için bir tanesi doğru cevabı ve diğerleri ise kavram yanlışlarını içeren sebep seçeneklerinden birini seçmesi istenmektedir. Testte yer alan kavram yanlışları yapılandırılmamış mülakatlardan ve testin daha önce öğrencilere açık uçlu sorular halinde sorulmasıyla elde edilen öğrenci cevaplarından faydalanılarak hazırlanmıştır. Kovalent bağ ve yapı ile ilgili kavram yanlışlarını ortaya çıkarmak için geliştirilen bu test özellikle bağ polarlığı (3 madde), molekül şekilleri (5 madde), molekül polarlığı (3 madde), örgü yapıları (2 madde), moleküller arası kuvvetler (2 madde) ve oktet kuralı (2 madde) ile ilgili kavramlar üzerinde yoğunlaşmıştır. Test maddeleri çalışmanın uygulandığı öğrenciler düzeyindeki öğretim esnasında öğrenciler tarafından anlaşılmakta güçlük çekildiği düşünülen kavramlar üzerine

odaklanmaktadır. Geliştirilen bu test, karma eğitim veren üç farklı lisedeki 6 farklı kimya sınıfında öğrenim gören 84 tane 12. sınıf öğrencisine uygulanmıştır. Test maddeleri hem öğrencilerin verdiği doğru cevaplar hem de seçtikleri yanlış cevap seçeneklerinin dağılımları dikkate alınarak değerlendirilmiştir. Çalışmada özellikle öğrencilerin en az %20 si tarafından sahip olunan kavram yanlışlarına yer verilmiştir.

Elde edilen öğrenci cevaplarının analizlerinden bağ polarlığı, molekül şekilleri, molekül polarlığı, moleküller arası kuvvetler ve oktet kuralı kategorileri altında başlıca şu kavram yanlışları ortaya konulmuştur.

1. Tüm kovalent bağlarda bağ elektronları bağı oluşturan her iki atom arasında eşit paylaşılır (% 23).
2. Moleküllerin şekli yalnızca bağ yapan elektron çiftleri arasındaki itmelere bağlıdır (% 25).
3. Moleküllerin şekli yalnızca bağ yapmayan elektron çiftleri arasındaki itmelere bağlıdır (% 22).
4. Bağ polarlığı bir molekülün şeklini belirler (% 27).
5. Apolar moleküller yalnızca molekül içerisindeki atomlar birbirine yakın elektronegatifliği sahip iseler meydana gelir (% 34).
6. Moleküller arası kuvvetler bir molekülün içerisindeki kuvvetlerdir (% 23).
7. Güçlü moleküller arası kuvvetler kovalent örgülü katılarda bulunur (% 33).
8. Azot atomları bağ yaparken 5 elektronunu da paylaşabilir (% 20).

Bu bulgulara dayalı olarak çalışmadan elde edilen önemli sonuçlar şu şekilde özetlenebilir:

1. Öğrencilerin bazıları kovalent bağı atomlar arasında bağ elektronlarının paylaşımı olarak doğru bilmekte ancak bu elektronların atomlar arasındaki paylaşımı esnasında atomların elektronegatifliklerini dikkate almamaktadırlar.
2. Öğrencilerin büyük çoğunluğu test maddelerinden birinde valens bağ teorisini (VSEPR) anlamış gibi görünmelerine rağmen öğrencilerin bu teoremi uygulamalarını gerektiren sorulara verdikleri cevaplar onların bu konuyu anlamalarının zayıf olduğunu göstermiştir. Öğrencilerin, molekül şekillerini belirlerken molekül içerisindeki bağların

polarlığı, bağlarına dabaşka bir deyişle bağ elektronlarının birbirini itmesi gibi tamamen yanlış fikirleri dikkate almalarının dışında, yalnızca bağ yapmayan elektronların molekül şeklini belirleyeceği gibi eksik anlamalara da sahip oldukları sonucuna varılmıştır.

3. Öğrenciler bir molekülün polarlığını molekül içerisindeki bağların polarlığı ile yanlış olarak ilişkilendirmektedir.
4. Öğrenciler moleküller arası bağların maddelerin erime ve kaynama noktalarını etkilediklerini doğru olarak bilmelerine rağmen, moleküller arası bağları molekül içi bağlarla karıştırmaktadırlar. Ayrıca moleküller arası bağların yalnızca kovalent örgülü katılarda var olduğunu düşünmektedirler. Bu da öğrencilerin moleküller arası bağı kovalent bağla ilişkilendirdiklerini ve bu bağların kuvvetleri arasındaki ayrılığın farkında olmadıklarını göstermektedir.
5. Öğrencilerin bir kısmı bir ametalin yapabileceği bağ sayısının değerlik elektronlarının sayısına eşit olduğu inancındadırlar. Bu da öğrencilerin oktet kuralını ve onun özelliklerini tam olarak anlayamadıklarını göstermektedir.

Peterson, Treagust ve Garnett [35], 11. ve 12. sınıf öğrencilerinin kovalent bağ ve yapı konusunu anlamalarını değerlendirmede ve onların konuyla ilgili olarak sahip oldukları yanlış anlamaları ortaya çıkarmada kullanılabilecek bir test geliştirerek bu yanlışları ortaya çıkarmak amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Güney Avustralya'da yürüttükleri bu çalışmada araştırmacılar 8. sınıftan 10. sınıfa kadar fen bilgisi derslerinde genel kimya kavramlarını öğrenen ve 11. ve 12. sınıflarda Kimya derslerini gönüllü olarak alan yetenekli öğrenciler ile çalışmışlardır. Bu öğrenciler 11. sınıfta ilk kez kovalent bağ ve yapı kavramlarıyla tanışır ve 12. sınıfta ise bu bilgilerini genişletir ve pekiştirirler. Araştırmacılar ifade ettikleri amaçlarına uygun olarak önce öğrencilerde bu konuyla ilgili var olan kavram yanlışlarını ortaya çıkarmak için her bir maddesi iki bölümden oluşan çoktan seçmeli bir teşhis edici test geliştirmişler ve ders yılı sonunda kursu takiben bu testi uygulamışlardır. Kovalent bağ ve yapı teşhis edici testi; her biri bağ polarlığı, molekül şekli, molekül polarlığı, kafes örgü yapıları, moleküller arası kuvvetler ve oktet kuralı gibi kavramsal alanlarla ilgili olan 15 test maddesinden oluşmuştur.

Geliştirilen bu test daha sonra karma eğitim yapan 5 farklı lisedeki 159 on birinci sınıf öğrencisine (15-16 yaş) ve 84 on ikinci sınıf öğrencisine uygulanmıştır. Her iki

gruptaki öğrenciler, kovalent bağ ve yapı konusunu içeren 3-6 aylık kimya eğitimini tamamlamış öğrencilerden oluşmaktadır.

Çalışmanın sonunda öğrencilerde var olduğu tespit edilen kavram yanlışları şunlardır:

Bağ polarlığı

1. Tüm kovalent bağlarda elektronlar eşit paylaşılır.
2. Bir bağın polarlığı bağlanmaya dahil olan her bir atomun değerlik elektronlarının sayısına bağlıdır.
3. İyonik yükler bir bağın polaritesini belirler.

Molekül şekli

1. Bir molekülün şekli yalnızca bağlar arasındaki itmelere bağlıdır.
2. Bağ polarlığı molekülün şeklini belirler.
3. SCl_2 tipindeki bir molekülde V şekli bağ yapmayan elektron çiftleri arasındaki itmelerden dolayıdır.

Moleküller arası kuvvetler

1. Moleküller arası kuvvetler bir molekülün içerisindeki kuvvetlerdir.
2. Güçlü moleküller arası kuvvetler yalnızca sürekli kovalent katılarda bulunur.
3. Bir madde şekil değiştirirken kovalent bağlar kırılır.

Molekül polarlığı

1. Bir moleküldeki atomlar benzer elektronegatifliğe sahipseler molekül apolardır.
2. OF_2 tipindeki moleküller polardır çünkü oksijen üzerindeki bağ yapmayan elektronlar kısmi negatif yük oluştururlar.

Oktet kuralı

1. Azot atomları bağ yaparken 5 elektronunu da kullanır.

Kafes örgü yapıları

1. Bazı moleküler katıların yüksek viskoziteleri sürekli kovalent kafes örgülerindeki güçlü bağlar yüzündendir.

Ayrıca çalışmada 11. ve 12. sınıf öğrencilerinin teste verdikleri doğru cevap yüzdeleri ve her bir kavramsal alanla ilgili yanlış anlamalara sahip olma yüzdeleri de karşılaştırılmıştır. Çalışmanın sonunda ortaya koyulan diğer en önemli sonuçlar şunlardır:

1. Bir bağın polaritesini belirleme konusunda öğrencilerin başarıları oldukça düşüktür. Öğrencilerin bu kavramsal alanla ilgili kavram yanlışları onların elektron çiftlerinin pozisyonu, değerlik elektronlarının etkisi ve iyonik yük ile ilgili zayıf anlamalara sahip olduğunu göstermektedir.
2. Benzer şekilde bir molekülün şeklini belirlemede de öğrencilerin başarıları pek tatminkar değildir. Öğrencilerde bu kavramsal alanla ilgili mevcut olan yanlışlar onların VSEPR teorisini tam anlayamadıklarını göstermiştir. Örneklemdaki öğrenciler bu teorinin prensiplerini anlamış gibi görünmelerine rağmen bu teorinin problemlere uygulanışı bu kavramsal alanla ilgili üç yanlışlığı ortaya çıkarmıştır.
3. Moleküller arası bağları moleküller içerisindeki bağlar ile karıştırma ve moleküller arası bağları yalnızca kovalent bağlarla sınırlandırma öğrencilerin bu kavramsal alanla ilgili olarak da yeterli anlamaya sahip olmadıklarını göstermiştir. Yalnız burada “moleküller arası bağ molekül içerisindeki bağdır” yanlışına 11. sınıf öğrencilerinde hiç rastlanmaması oldukça ilginçtir.
4. Yine oktet kuralı ile ilişkili sorulara öğrencilerin verdiği cevaplara bakıldığında oktet kuralını oldukça anlamış görünmelerine rağmen bu teoriyi problemlere uygularken bağ yapmayan bir atomun değerlik elektronları kadar bağ yapabileceği düşüncesiyle hareket etmişlerdir. Bu kavramsal alanla ilgili belirlenen kavram yanlışına hiçbir 11. sınıf öğrencisinin sahip olmaması şaşırtıcıdır.
5. Kafes örgü yapıları ile ilgili özellikle 11. sınıf öğrencilerinin anlamaları oldukça zayıfken 12. sınıf öğrencilerinde bu alanla ilgili bir yanlışla rastlanmamıştır. Bu da 11. sınıf öğrencilerinin kovalent ve moleküler kafes örgülerinin yapısı ve özellikleri ile ilgili bazı karmaşıklıklara sahip olduğuna işaret eder. Sürekli kovalent kafes örgüler, moleküler özelliklerle bağdaştırılmakta ve moleküler kafes örgüleri de sürekli kovalent kafes örgülerinin özelliklerine sahipmiş gibi düşünülmektedir.
6. Öğrencilerin aldıkları bu eğitimin sonunda bile kovalent bağ ve yapı konusuyla ilgili olarak yeterli kavramsal anlamaya sahip olamadıkları sonucu ortaya çıkmıştır.

7. Bütünleştirici bir yaklaşımla bakıldığında bazı öğrencilerin sahip olduğu bazı yanlışların onların çevreleriyle olan etkileşimleri ve bilgilerini günlük yaşamla bağdaştırmak istemeleri sonucunda oluşabileceği de düşünülebilir. Bunun en çarpıcı örneği “paylaşmak” kelimesinin günlük hayatta “ortak sahip olmak” “beraber katlanmak ya da kullanmak” gibi anlamlara gelmesi sebebiyle öğrencinin kovalent bağlarda bağ elektronunun her iki atom tarafından eşit kullanılacağını düşünmesi verilebilir.

Taber [79], İngiltere’deki öğrencilerin iyonik bağ anlam düzeylerini belirlemek ve daha önceden az sayıda öğrenci örneklemiyle yapılmış çalışmalar sonucunda ortaya çıkan ve literatürde mevcut olan kavram yanlışlarına daha geniş çaplı bir örnekleme ne derece rastlandığını araştırmak amacıyla bir çalışma yapmıştır. Çalışmasının örneklemini 370 öğrenci oluşturmaktadır. Taber, iyonik bağla ilgili kavram yanlışlarının daha geniş bir örnekleme ne derece sahip olduğunu araştırmak için bir anket geliştirmiştir. Geliştirilen bu anket öğrencilerin iyonik bağla ilgili anlamalarını ölçmek için hazırlanmıştır. Bu anket, iyonik bağlanmanın geleneksel bir örneği olan sodyum klorür molekülünün iki boyutlu bir modelini ve bu modelle ilgili bazıları doğru, bazıları ise yanlış olan 30 ifadeyi içermektedir. Bu ankette öğrencilerin her bir ifadeye verdikleri cevabın tutarlılığını ölçmek amacıyla aynı hedef davranışları ölçen birden fazla madde kullanılmıştır. Bu araç National Curriculum for England and Wales’ in 4. aşamasında (GCSE düzeyi, 14-16 yaş) kimyasal bağ konusunu çalışmış olan 157 öğrenciye ve 213 A-düzeyi Kimya öğrencisine olmak üzere toplam 370 öğrenciye uygulandı. A-düzeyi Kimya öğrencilerinden 84’ü henüz kimyasal bağ konusunu çalışmamıştı. Elde edilen bulgular örnekleme oluşturan bu üç grup için ayrı ayrı analiz edildi.

Çalışmanın sonunda elde edilen önemli kavram yanlışları şunlardır:

1. Öğrencilerin büyük çoğunluğu sodyum klorür molekülünde her bir sodyum ya da klor iyonunun yalnızca bir tek klor ya da sodyum iyonuyla bir iyonik bağ yapabileceği düşüncesindedirler. Buna sebep olarak da sodyum atomunun yalnızca en dış kabuğundaki bir elektronu verebileceği ya da klor atomunun en dış kabuğuna yalnızca bir elektron kabul edebileceği sebebini vermişlerdir.
2. Öğrencilerin çoğu iyonik bağ yalnızca bir atomdan diğer bir atoma elektron transferi sonucunda oluşan bir yapı olarak görmektedirler. Bu yanlışlığa sahip öğrenciler bir klor atomunun yalnızca elektron aldığı sodyum atomuyla bir iyonik bağ oluşturacağını ve

benzer şekilde bir sodyum atomunun da yalnızca elektronunu verdiği klor atomuyla bir iyonik bağ oluşturacağını düşünmektedirler. Bu kavram yanlışlarına sahip olan öğrenciler bu fikirleriyle ilişkili olarak ayrıca hangi sodyum atomunun hangi klor iyonuna bir elektron verdiğini bilmeden iyonik bağın yerinin tespit edilemeyeceği gibi bir yanlış düşünceye de sahiptirler.

3. Yukarıdaki kavram yanlışlarıyla ilişkili olarak bir sodyum iyonunun yalnızca bir klor iyonu ile aralarında bir iyonik bağ oluşturabileceklerini ifade eden öğrenciler; bir sodyum iyonunun iyonik bağ yaptığı klor iyonu haricindeki diğer klor iyonlarıyla oluşturduğu bağların ve benzer şekilde bir klor iyonunun iyonik bağ yaptığı sodyum iyonu haricindeki diğer sodyum iyonlarıyla oluşturduğu bağların ise yalnızca moleküller arası kuvvetler olduğu gibi başka bir yanlışla da sahiptirler.
4. Öğrencilerin büyük çoğunluğu bir sodyum klorür molekülünün yalnızca tek bir sodyum ve tek bir klor iyonundan oluşan basit bir molekül olduğunu düşünmektedirler. Bu da öğrencilerin iyon çifti ve molekül kavramlarını karıştırdıklarını göstermektedir.

Taber bu çalışmasıyla literatürde iyonik bağla ilgili olarak verilen kavram yanlışlarının okullarda ya da üniversitelerde kimyasal bağ çalışmış olan öğrencilerde de yaygın olduğu iddiasını doğrulamıştır.

Treagust [24], 11. ve 12. sınıfta öğretilen ve bir kimya konusu olan kovalent bağ ve yapı ile ilgili ve lise seviyesinde hemen hemen her sınıf düzeyinde bahsedilen ve bir biyoloji konusu olan bitkilerde solunum ve fotosentez ile ilgili öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlarını tespit etmek amacıyla bir çalışma yapmıştır. Bu amaçla; seçilen bu kavramlarla ilgili öğrencilerde mevcut olan yanlış anlamaları kapsayan iki teşhis edici test geliştirmiş ve bunları uygulamıştır. İki bölümden oluşan çoktan seçmeli bu teşhis edici testler sırasıyla 13 ve 15 test maddesinden oluşmaktadır. Geliştirilen bu testler Güney Avustralya'da öğrenim gören 11. ve 12. sınıf öğrencilerine (1. ve 2. grup) ve ayrıca Batı Avustralya'da bulunan iki enstitüde öğrenim gören 1. sınıf öğrencilerine (3. ve 4. Grup) uygulanmıştır.

Çalışmanın sonunda ortaya çıkan en önemli sonuç moleküller arası bağlarla ilgilidir. Öğrencilerin büyük bir çoğunluğu (%87-%100) erime ve kaynama noktasının moleküller arası kuvvetlerin büyüklüğü ile ilişkilendirmesine rağmen çok az bir kısmı (%11-%33) bu ilişkinin sebebini doğru olarak işaretleyebilmiştir. Öğrencilerin büyük çoğunluğu (%40-%73) cevabı doğru bilmelerine rağmen sebep olarak molekül içi

kuvvetlerin büyüklüğü ile ilgili seçenekleri işaretlemişlerdir. Yine öğrencilerin bir kısmı (%17-%49) bir madde hal değiştirirken molekül içerisindeki kovalent bağların kırılacağı inancındadır. Bu da öğrencilerin molekül içi bağlar ile moleküller arası kuvvetleri birbirine karıştırdıklarını ve moleküller arası kuvvetlerle ilgili zayıf bir anlamaya sahip olduklarını göstermiştir.

Coll ve Treagust [80], Avustralya'da öğrenim gören farklı öğrenim düzeylerindeki öğrencilerin kimyasal bağlanma ile ilgili sahip oldukları zihinsel modeller üzerine bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmanın amacı; kimyasal bağlanma konusu ve içerdiği kavramları açıklarken ortaöğretim, üniversite ve lisansüstü öğrencilerinin tercih ettikleri zihinsel modellerin olup olmadığını araştırmak ve üniversite ve lisansüstü öğrenimleri sırasında daha ileri düzeydeki soyut zihinsel modellerle karşılaşan bu öğrencilerin kimyasal bağlanma ile ilgili kavramları açıklarken bu zihinsel modellerden ne derece faydalandıklarını tespit etmektir. Araştırmanın örneklemini her bir öğrenim seviyesinden ikişer öğrenci olmak üzere toplam 6 öğrenci oluşturmaktadır. Ortaöğretimden seçilen öğrenciler yalnızca kız öğrencilerin öğrenim gördüğü bir liseden seçilen 12. sınıf öğrencisi 16 ve 17 yaşlarındaki iki kız öğrencidir. Örneklemden üniversite öğrencileri ise Batı Avustralya Üniversitesi'nde Kimya Bölümü ikinci sınıf öğrencileridir. Öğrencilerden bir tanesi 25 yaşındaki bir kız öğrenci, diğeri ise 20 yaşındaki bir erkek öğrencidir. Lisansüstü seviyesinden seçilen öğrencilerden biri 24 yaşında olan ve Organik Kimya alanında doktorasının ikinci yılında olan bir erkek öğrencidir. Diğer lisansüstü öğrencisi yine aynı alanda doktorasını yapan ve son sınıfta olan 26 yaşındaki bir kız öğrencidir.

Çalışmada elde edilen veriler iki aşamada elde edilmiştir. İlk aşamada öğrenciler tarafından kullanılan ders kitapları, çalışma kitapları, ders notları, ders planları gibi tüm öğretim materyalleri ayrıntılı olarak incelenmiş ve bunlar araştırmaya dahil olan öğretmenlerle yapılan informal mülakatlarla birleştirilmiştir. Bu bilgiler araştırmada kullanılacak hedef sistemlerin oluşturulmasında kullanılmıştır. Belirlenen bu hedef sistemler üç tanedir; metalik, iyonik ve kovalent bağlanma. İkinci aşama; olaylar ve durumlar hakkında mülakat yaklaşımının kullanıldığı yarı yapılandırılmış mülakatlar sayesinde, belirlenen bu hedef sistemlerle ilgili öğrencilerin zihinsel modellerinin ortaya çıkarılmasını kapsamaktadır.

Daha önce belirlenen metalik, iyonik ve kovalent bağlanma hedef sistemleri ile ilgili öğrencilerle yaptığı mülakatları ve onların bu modeller için yaptıkları çizimleri

birleştiren araştırmacılar çalışmasında bunlardan bazılarına yer vermiştir. Elde ettiği verilerin analizleri sonucunda şu önemli sonuçları ortaya koymuştur:

1. Öğrencilerin metalik bağlanma için gösterilen kartlara verdikleri cevaplar ve açıklamalar onların metalik bağlanma için söyledikleri tanımlamalarla tutarlılık göstermektedir. Bu da öğrencilerin metalik maddelerin yapıları ve bağlanma ile ilgili gerçekçi düşüncelere sahip olduklarını göstermektedir. Üniversite ve lisansüstü öğrencilerinin metalik örgülerdeki metal atomlarının sıkı düzenlemeleri konusuna daha fazla önem vermelerine karşılık, bilgilerinin daha yeni olmasından dolayı ortaöğretim öğrencileri metallerdeki bağlanmayı açıklamada elektron denizi modelini daha eksiksiz olarak ortaya koymuşlardır. Ancak yinede tüm öğrenciler metallerin özelliklerini açıklayan doğru zihinsel modellere sahiptirler.
2. Öğrencilerin iyonik bağlanma ile ilgili açık uçlu sorulara verdikleri cevaplar onların iyonik bağla ilgili olarak gösterilen kartlar için yaptıkları açıklamalar ile tutarlılık göstermektedir. Metalik bağlanmayı açıklamadaki ayrılığın aksine öğrencilerin tümü iyonik maddelerin üç boyutlu yapıları üzerinde özellikle durmuşlardır. İyonik maddelerin özelliklerini açıklamada ortaöğretim öğrencileri sahip oldukları zihinsel modelleri açıklamada üniversite ve lisansüstü öğrencilerinden daha başarılıdır.
3. Diğer bağlanmalar için olduğu gibi kovalent bağ için de öğrencilerin kendilerine gösterilen kartlar ile ilgili yaptıkları açıklamalar ve konuyla ilgili açık uçlu sorulara verdikleri cevaplar birbiri ile tutarlılık göstermektedir. Ama üniversite ve lisansüstü öğrencilerinin, diğer bağları açıklarken verdikleri cevapların aksine kovalent bağ açıklarken sahip oldukları zihinsel modelleri daha ileri düzeyde ve daha soyut kavramlarla ifade edebildikleri ortaya çıkmıştır. Ancak yinede tüm öğrenciler kovalent yapıli maddelerin özelliklerini açıklayan doğru zihinsel modellere sahiptirler.

Coll ve Treagust [40], Avustralya'da öğrenim gören farklı öğrenim düzeylerindeki öğrencilerin kimyasal bağlanma ile ilgili zihinsel teoriler için sahip oldukları alternatif kavramlar ve kimyasal bağlanma için kullandıkları analogiler (benzetmeler) üzerine farklı öğrenim düzeyindeki öğrencileri içeren bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmanın amacı; kimyasal bağlanma konusu içerisindeki zihinsel teoriler ve bu konu içerisindeki kavramları açıklarken ortaöğretim, üniversite ve lisansüstü öğrencilerinin sahip oldukları kavram yanılgılarını, onların kullanmış oldukları analogileri (benzetmeleri) ve öğrencilerin bu açıklamalarında kullandıkları, ancak genellikle canlılara has olan ve canlıların özelliklerini

ve duygularını ifade etmede kullanılan kelimeleri tespit etmek ve tanımlamaktır. Ayrıca çalışmanın diğer bir amacı öğrencilerin açıklamalarında kullandıkları zihinsel ve soyut teorileri tespit etmektir. Araştırmanın örneklemini her bir öğrenim seviyesinden ikişer öğrenci olmak üzere toplam 6 öğrenci oluşturmaktadır. Ortaöğretimden seçilen öğrenciler yalnızca kız öğrencilerin öğrenim gördüğü bir liseden seçilen 12. sınıf öğrencisi 16 ve 17 yaşlarındaki iki kız öğrencidir. Örneklemdaki üniversite öğrencileri ise Batı Avustralya Üniversitesi'nde Kimya Bölümü ikinci sınıf öğrencileridir. Öğrencilerden bir tanesi 25 yaşındaki bir kız öğrenci, diğeri ise 20 yaşındaki bir erkek öğrencidir. Lisansüstü seviyesinden seçilen öğrencilerden biri 24 yaşında olan ve Organik Kimya alanında doktorasının ikinci yılında olan bir erkek öğrencidir. Diğer lisansüstü öğrencisi yine aynı alanda doktorasını yapan ve son sınıfta olan 26 yaşındaki bir kız öğrencidir.

Çalışmada elde edilen veriler iki aşamada elde edilmiştir. İlk aşama; kimyasal bağlanma konusu ile ilgili öğrencilerde ölçülmek istenen davranışların, araştırmacıların tabiri ile hedef sistemlerin, fen bilimcilerinin görüşleri doğrultusunda oluşturulmasını kapsamaktadır. Belirlenen bu hedef sistemler üç tanedir; metalik, iyonik ve kovalent bağlanma. İkinci aşamada; bu belirlemenin hemen ardından, bu sistemler ile ilgili bilimsel bilgiler, kabul edilen tam bilimsel açıklamalar ve bu bilgilerin sınırları fen bilimciler tarafından çeşitli öğretim materyalleri ve müfredatlar yardımıyla ortaya konmuştur. Üçüncü aşama ise; olaylar ve durumlar hakkında mülakat yaklaşımının kullanıldığı yarı yapılandırılmış mülakatları kapsamaktadır.

Çalışmanın sonunda elde edilen en önemli bulgu ve sonuçlar şunlardır:

1. Örneklemdaki tüm öğrenciler kimyasal bağlanmayı açıklarken analogileri kullanmaktadır. Bunun en açık örneği farklı öğrenim düzeylerindeki tüm öğrencilerin metalik bağlanmayı açıklamada “elektron denizi” analogisini kullanmalarıdır. Lise öğrencileri metallerdeki bağlanmayı açıklarken, kullandıkları elektron denizi modelini üniversite ve lisansüstü öğrencilerinden daha ayrıntılı bir şekilde ortaya koymuşlardır. Elektron denizi modeli yanında kullanılan diğer analogiler şunlardır: Lise öğrencilerden biri, NaCl’de iyonik bağlanmayı açıklarken yüklü bir iyonun zıt yüklü diğer iyonlar tarafından üç boyutlu olarak sarıldığını “bir noktadan geçen bir çok ışının çizilebileceği” ve “bir pergelin batırılan ucunun merkezde olması” gibi analogilerle açıklamıştır. Üniversite öğrencilerinden biri, erimiş haldeki NaCl’ nin elektrik iletkenliğini açıklarken “top ve çubuk” analogisini ve bağ yapan elektronlar için

“toplar” ve “yığın halindeki kümeler” terimlerini kullanmıştır. Lisansüstü öğrencilerinden biri de, NaCl’ nin katı ve erimiş hallerdeki elektrik iletkenliği farkını; “biri kapalı ve diğeri açık olan iki kapı olsa, yalnızca açık olandan geçebilirsin” analojisi ile açıklamıştır.

2. Örnekleme oluşturan farklı öğrenim düzeylerindeki öğrencilerin tamamı kimyasal bağlanma ile ilgili açıklamalarını desteklemek ve zihinsel ve soyut olan teorileri açıklamak için canlılara has özellikleri ya da duyguları ifade etmede kullanılan “kabuk”, “kabuklar”, “paylaşım”, “paylaşmak”, “mutlu olmak”, “istemek” gibi kelimeleri kullanmaktadırlar.

3. Ayrıca öğrencilerde çok sayıda kavram yanılgısı tespit edilmiştir. Bu yanılgılar:

- Metaller ve iyonik bileşikler doğada sürekli örgü yapısında değil moleküler halde bulunurlar,
- NaCl’ de bir sodyum ve bir klor iyonu arasındaki bağ iyonik bağ, bunların komşu klor yada sodyum atomu ile yaptıkları bağ moleküller arası bağdır,
- Alüminyum metalinde alüminyum atomları arasında üç bağ vardır,
- Kovalent bağda bir atomdan diğerine elektron transferi gerçekleşir,
- Bağlanma esnasında delokalizasyon sayesinde pozitif yüklü çekirdekler birbirlerini çekerler ve böylece iki çekirdek birbirine bağlanır.

Eshach ve Garik [31], formal öğretim öncesinde öğrencilerin, atomların özellikleri ve bağlanma ile ilgili sahip oldukları önbilgileri ve kavramları tespit etmek ve tanımlamak için bir çalışma yapmışlardır. Çalışmanın örneklemini Boston’daki bir kimya lisesinde bitirmek üzere olan 15 öğrenci oluşturmaktadır. Araştırmacılar çalışmalarında yöntem olarak, öğrencilerdeki zihin yapılarını daha derinlemesine araştırma imkanı verecek olan klinik mülakatları kullanmışlardır.

Çalışmanın sonunda ortaya çıkan en önemli bulgular şunlardır:

1. *Bir atomun yapısı ile ilgili fikirler;*

Mülakat yapılan her öğrenci elektronların çekirdeğin etrafında farklı uzaklıklarda yerleşmiş olan kabuklarda hareket ettiğini düşünmektedir. Bu kabukların şekilleri küre, elipsoit ve dalgalı yüzeyler olarak ifade edilmiştir. Bazı öğrenciler kabukların kalın ve

katmanlar halinde olduğunu ifade ederken bazıları kabukları ince yüzeyler olarak tanımlamıştır.

2. *Elektronların neden çekirdeğin üzerine düşmeyeceği ile ilgili fikirler;*

Bu soruya ilişkin olarak öğrencilerin verdikleri cevaplar oldukça çeşitli olmasına rağmen öğrencilerin çoğunluğu bunun nedeni olarak elektronların hızını göstermişlerdir. Öğrencilerin çoğu bu nedenlerini açıklamak için dünya-güneş benzetmesini kullanmışlardır. Bunun nedenlerini açıklamada kullandıkları diğer nedenler şunlardır:

- Aralarındaki mesafenin fazla, çekim kuvvetinin ise az olması,
- Eylemsizlik prensibi: “Bir şeyi fırlattığında onun gitmeye devam etmesi gibi”,
- Nötronların protonlar ve elektronlar arasındaki kuvveti engellemesi, bir tampon gibi görev yapması,
- Aralarında, çekim kuvvetleri yanında itme kuvvetinin de olması,
- Kainatın genişlemesi: “Her şey genişlemek ister çünkü kainat genişliyor”.

3. *Enerji düzeyleriyle ilgili fikirler;*

- Enerji elektronları tutar: “İlk kabukta iki, bir sonrakinde sekiz olmasının sebebi çekirdeğin ilkinde ancak iki elektronu tutabilecek enerjiye sahip olmasıdır. Diğerleri bir sonrakine gider”,
- Enerji düzeyleri elektronları çeker: “Dördüncü enerji düzeyi elektronları üçüncü enerji düzeyinden daha fazla çeker. Üçüncü yörünge tam dolu olmamasına rağmen elektron dördüncüye yerleşir”
- Daha düşük enerji düzeyi yer olarak daha alçaktaki anlamına gelir:
- Enerji düzeyleri ve orbitaller aynıdır (Bu yanlış mülakat yapılan tüm öğrencilerde görülmüştür).
- Bir atomun enerji düzeyinin sayısı sahip olduğu elektronların sayısına eşittir.

4. *Bağlanma ile ilgili fikirler;*

- Denge prensibi: Öğrencilerin çoğu atomların yüklü olduğuna inanmaktadır. Onlara göre atomlar bu yüklerini nötrlemek için bağ yaparlar.

- Dolu kabuk prensibi: Öğrencilerin çoğu atomların sadece kabuklarını tamamlamak amacıyla bağ yaptıklarını ifade etmektedir. Bunu açıklarken öğrencilerin çoğu, “istemek”, “ihtiyaç duymak”, “arzulamak”, “mutlu olmak” gibi canlılara has kelimeler kullanmışlardır.
- Minimum enerji prensibi: Bu iki atomun bağlanması ile ilgili doğru bir bakış açısı olmasına rağmen, öğrencilerin cevapları tüm sistemin enerjisinin azalması üzerine değil de, tek bir elektronun başka bir atomun daha düşük enerjili kabuğuna geçmesi esnasındaki enerji azalması olarak düşünülmektedir.

Ayrıca öğrencilerin olayları ve durumları açıklamada canlılara has bazı özellikleri kullandıkları ortaya çıkmıştır. Örneğin, “istemek”, “arzu etmek”, “kalabalık”, “daha mutlu olmak”, “daha kararlı olmak”, “zor”, “onlar” vb. Bu ve bunun gibi varlıksal düşünceler öğrencileri atomik yapı ve atomlar arasındaki bağlanma için daha mekanizmasal ve mikroskobik anlamalardan uzaklaştırmaktadır.

Çalışmanın sonunda, lisede kimya dersi öğretimi öncesinde mülakat yapılan öğrencilerin atomlar ve atomlar arasındaki bağlarla ilgili bir takım yanlış önbilgilere sahip oldukları ortaya çıkmıştır. Öğrencilerin özellikle Bohr atom modeli, kuvvet, enerji ve dalgalar ile ilgili bilimsel kavramlar hakkında bilgili oldukları ve bilgilerinin onların anlamalarını etkilediği ortaya çıkmıştır. Ayrıca sonuçlar öğrencilerin atom ve bağlanma ile ilgili kavramlarının, birbiri ile tam olarak ilişkilendirilmediğini ve bilgilerin öğrenci zihninde parça parça yer aldığını göstermiştir.

Boo [28], 12. sınıf öğrencilerinin kimyasal bağlanma ve kimyasal reaksiyonlarda ortaya çıkan ya da harcanan enerjilerle ilgili anlamalarını araştırmıştır. Bu çalışmanın amacı; 12. sınıf öğrencilerinin kimyasal bağlanma ve kimyasal reaksiyonlarda enerji değişimi konularıyla ilgili öğrenci anlamalarını ortaya çıkarmak ve tanımlamaktır. Araştırmada cevap aranan sorular şunlardır:

1. Örneklemdaki öğrenciler kimyasal bağlarla ilgili ne tür kavramlara sahiptirler?
2. Örneklemdaki öğrenciler kimyasal reaksiyonlarda enerji değişimleri ile ilgili ne tür kavramlara sahiptirler?
3. Kimyasal reaksiyonları başlatan kuvvetlerin ne olduğuna dair öğrencilerdeki kavramlar nelerdir? Başka bir deyişle, kimyasal olayların gerçekleşmesi nedeniyle ilgili öğrenciler ne tür açıklamalara sahiptir?

Çalışmanın örneklemini, üçü karma eğitim veren, diğer ikisi ise yalnızca erkeklerin ya da kızların bulunduğu 5 farklı liseden, 17-19 yaşlarındaki 48 on ikinci sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Her liseden hemen hemen 10 öğrenci çalışmada yer almıştır. Bu öğrencilerin seçimi öğretmene bırakılmış ve onlardan özellikle kimyada yetenekli ve bunu ifade edebilecek öğrencileri seçmeleri istenmiştir.

Çalışmada yarı yapılandırılmış mülakat yöntemi kullanılmıştır. Mülakatlar olaylar ve durumlar hakkında mülakatlar yaklaşımına göre hazırlanmış ve yürütülmüştür. Çalışmanın sonunda öğrencilerin kimyasal bağlanma ve kimyasal reaksiyonlarda enerji değişimleri ile ilgili tam bir anlama gösteremedikleri ortaya çıkmıştır. Çalışmanın sonunda elde edilen sonuçlardan kimyasal bağlarla ilgili olanlar aşağıda verilmiştir:

1. Öğrencilerin büyük çoğunluğu (%85) ekzotermik reaksiyonlarda ısı açığa çıkmasına sebep olarak; yeni oluşuyor olan bileşikteki bağların, reaktantlar içerisindeki kırılıyor olan bağlardan daha sağlam olduğu sebebini verememişlerdir.
2. Öğrencilerin çoğu (%48), kimyasal bağı fiziksel bir nesne ya da varlık olarak görmekte, bu yüzden onun oluşması için enerji verilmesi gerektiğine inanmaktadırlar.
3. İkinci yanılığa benzer şekilde öğrencilerin büyük çoğunluğu dışarıdan alınan besinlerin vücutta parçalanarak vücuda enerji verdiği bilgisine dayalı olarak bağların kırılması esnasında da dışarıya enerji verildiği inancındadırlar.
4. Öğrencilerin bazıları hem bağlar oluşurken hem de kırılırken dışarıdan enerji verilmesi gerektiğini düşünmektedir.
5. Öğrencilerin büyük çoğunluğu (%58), iyonik ve kovalent bağı birbiri ile ya da diğer bağlar ile karıştırmaktadır. Bu karıştırmanın örnekleri olan yanılıklar şunlardır:
 - Elektronların paylaşımı sonucu iyonik bağ, bir atomdan diğerine elektron transferi sonucu kovalent bağ oluşur.
 - Kovalent bağ tek bir atomun ortaklaşması sonucu oluşur. Atomlardan biri elektron verir. Bu elektron iki atom arasında paylaşılır.
 - Magnezyum ve bakır gibi metaller klor ve oksijen gibi ametallerle kovalent bağ oluşturur (Bu öğrenciler elektronegatiflik kavramını ya tam anlamamışlar ya da hiç bilmemektedirler).

6. Öğrenciler özellikle iyonik bağı anlamada güçlük çekmektedir. Kovalent bağın oluşabilmesi için iki elektronun olması gerektiği bilgisini bilen öğrenci bununda çizgiyle gösterildiğini düşünmektedir. Buna göre iyonik bağın nasıl gösterileceği konusunda tereddütleri vardır. Bu nedenle iyonik ve metalik bağın kovalent bağa kıyasla gerçek bağlar olmadıklarına inanmaktadırlar.
7. Öğrencilerin bazıları, iyonik bağların çözünme esnasında kırıldığına; bu nedenle de serbest kalan iyonların nötralleştiklerine inanmaktadırlar.

Özetle, kimyasal bağ konusuyla ilgili kavramlara ilişkin yapılan çalışmalarda; öğrencilerin bu kavramları anlamakta bazı güçlüklerinin olduğu ortaya çıkmıştır. Belirtilen çalışmalarda, öğrencilerin kavramlarla ilgili yanılgılarının belirlenmesi ve farklı yaş gruplarındaki öğrencilerde kavramların gelişim süreçlerine yönelik incelemeler, araştırmaların önemli kısımlarını oluşturmaktadır. Öğrencilerin kavramlarla ilgili yanılgılarının ve kavramların öğrencilerdeki gelişim süreçlerinin belirlenmesinde, çoktan seçmeli testler, teşhis edici testler, yazılı cevap gerektiren testler, klinik ve gösteri yöntemiyle zenginleştirilmiş mülakatlar ya da kavramlar hakkında mülakatların bireysel veya grup olarak uygulanması gibi birçok yöntem kullanılmıştır. Ortaöğretimin farklı seviyelerindeki öğrencilerin “kimyasal bağ” konusunu anlama düzeylerini tespit etmek amacıyla yapılan bu çalışmanın; düzenleme, uygulama ve değerlendirme aşamalarında yukarıda özetlenerek verilen çalışmalardan faydalanılmıştır. İncelenen çalışmalar doğrultusunda yön verilen bu çalışmada, kullanılan metodoloji ve çalışmanın uygulandığı örneklem grubu bir sonraki bölümde ifade edilmiştir.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

Bu çalışmada, Lise-1 ve Lise-3 öğrencilerinin “kimyasal bağlar” konusu içerisindeki kavramları anlama düzeylerini ve bu kavramlarla ilgili sahip oldukları kavram yanlışlıklarını ortaya çıkarmak temel amaçtır.

Bu bölümde yukarıda belirtilen amaca ulaşmak için yapılan çalışmalar ayrıntılı olarak belirtilmiştir.

2. 1. Yöntem

Bu çalışmada örnek olay (özel durum çalışması) metodolojisi kullanılmıştır. Bu metodoloji kısa bir zaman içerisinde belirlenen problemin bir yönünü ele alıp derinlemesine inceleme olanağı sağlar. Bundan dolayı özellikle bireysel yürütülen çalışmalar için uygun bir yöntemdir [11], [81]. Tütengil’ in Karasar’ ın [82] kitabında yer alan ifadesine göre örnek olay yöntemi, evrendeki belli bir ünitenin (birey, aile, okul vb.) kendisini ve/veya çevresiyle olan ilişkilerini derinlemesine ve oldukça geniş bir şekilde inceleyerek, o ünite hakkında bir yargıya varmayı amaçlayan araştırmaları içeren bir yöntemdir [82]. Tanımından da anlaşılacağı üzere böyle bir metodoloji izlenerek yürütülen bir araştırmadan elde edilen veriler yalnızca inceleme konusu olan ünite için geçerli olup onun ötesinde bir genelleme amacı taşımaz. Örnek olay yöntemi ile yürütülen çalışmalar genellikle kalitatif araştırmalardır ve çoğu zaman istatistiksel çözümlemelere imkan vermez [82]. İstatistiksel ve deneysel yöntemlere karşı oluşan antipatiden dolayı örnek olay metodolojisi geniş bir kullanım alanına sahiptir ve bu alan gün geçtikçe artmaktadır [83]. Nitekim, özellikle eğitimsel açıdan yaklaşıldığında her bireyin farklı zihin yapılarına sahip olduğu düşünülürse, eğitim araştırmalarında bu tür genellemelere ulaşmaya çalışmak doğru olmayacaktır. Bu yüzden bu metodoloji özellikle eğitim araştırmalarında önemli bir yere sahiptir. Örnek olay yöntemi ile yürütülen çalışmalar diğer araştırma yöntemleri ile yürütülenlere oranla daha ayrıntılı ve gerçeğe yakın bilgiler sunarlar. Bu yöntemin etkili kullanılması sayesinde olayların olası nedenleri ve nasılları kolaylıkla ortaya çıkartılabilir [82]. Başka bir ifadeyle örnek olay yöntemi, özellikle olayların ya da durumların

nedenlerini ve nasıl gerçekleştiğini belirleme amaçlı çalışmalarda etkili ve oldukça önemli bir yöntemdir [11], [41].

Özel durum çalışması, belirlenmiş bir durum etrafında derinlemesine araştırmaları içeren geniş kapsamlı bir metodoloji olduğundan, araştırma metotları içerisinde “şemsiye” bir terim olarak tanımlanır [81]. Yani bu metodoloji araştırma metotlarının tümünü kapsayabilen bir şemsiye gibidir [11], [41], [83]. Örnek olay metodolojisi ile yürütülen bir çalışma, genellikle bünyesinde sistematik mülakatları ya da doğrudan yapılan gözlemleri barındırır [41]. Bu metodoloji ile yürütülen çalışmalarda, diğer araştırmalarda olduğu gibi veriler sistematik olarak toplanır ve değişkenler arasındaki ilişkiler ortaya konulmaya çalışılır. Örnek olay çalışması, faktör ve olayların birbiri üzerine olan etkisi, başka bir deyişle neden sonuç ilişkileri ile ilgilenmektedir. Bu yöntemde gözlem ve mülakatlar sıkça kullanılmasına rağmen, diğer araştırma metotları da kullanılabilir [41]. Veri toplama metotları, araştırılacak konuya uygun olarak seçilir [81].

Bu metodolojinin en önemli avantajı, araştırmacıya özel bir durum ya da olay üzerinde yoğunlaşma ve çalışmada incelenen olay ya da durum üzerinde etkili olan değişik faktörleri belirleme ve tanımlama konusunda olanaklar sağlamasıdır. Buradan elde edilen veriler araştırmacının çok ince ayrıntıları, sebep-sonuç ve değişkenlerin karşılıklı ilişkileri cinsinden açıklayabilmesine olanak sağlar [11]. Bu metodoloji özellikle tek bir metotla araştırılması güç olan durumlarda birden fazla yöntemin kullanılmasıyla problemin daha derinlemesine ve farklı yönlerden araştırılmasına imkan verir. Ayrıca bu şekilde pek çok yöntem sonucu elde edilen verilerin birbirleri ile olan tutarlılığı da araştırmacının güvenilirliğini artıracaktır. Bunun yanında özel durum metodolojisi sadece kalitatif değil kantitatif çalışmalarda da kullanılabilecek bir yöntemdir [41].

Yalnızca bir bireyin bütün bilgileri bir araya getirdiği bu tür çalışmalarda bir seçimin yapılması gerekmektedir. Araştırmacı, çalışma alanını seçer ve hangi materyallerin hazırlayacağı raporda kullanılması gerektiğine karar verir. Bu yöntemde bilginin doğruluğunu sınamak güçtür ve genelleme yapmak ise mümkün olmamaktadır. Tek bir olay ya da durum ele alınarak yapılacak çalışmanın fazla değerli olmayacağı konusunda da eleştiriler mevcuttur [41], [81]. Çoğu eğitim araştırmacıları genelleme yapmayı ve bu şekilde eğitim teorilerinin gelişimine katkı sağlamayı temel ilke edinmişlerdir. Fakat örnek olay çalışması olsun ya da olmasın araştırma boyutu dikkate alındığında bu amaçları gerçekleştirmek hemen hemen olanaksızdır. Tek bir olay dikkate alınarak araştırma

yapılmasının değerli olmayacağı da söylenemez. Bu metodoloji başarıyla uygulanacak olursa çalışmayı inceleyecek olan bireye, çalışma ile ilgili tüm bilgiler ayrıntılı olarak sunulmuş olur [41], [81]. Ayrıca seçilen problem ile ilgili örnek olay yöntemi ile yapılan araştırmaların sayısının çoğalmasıyla, genellenebilirlikte bir ölçüde sağlanabilir [82]. Bu çalışmada, belirli bir durum incelendiği için örnek olay metodolojisi kullanılmıştır. Bu metodoloji dahilinde araştırmada çoktan seçmeli bir test ve mülakat metotları kullanılmıştır. Test ve mülakatlardan elde edilen veriler sistematik bir şekilde toplanarak, bulgular arasında ilişkiler kurulmaya çalışılmıştır. Böylece belirlenmiş durumun ayrıntılı bir şekilde incelenmesinin mümkün olacağına inanılmaktadır.

2. 2. Araştırmanın Evreni

Trabzon il merkezinde bulunan bütün genel liselerdir.

2. 3. Araştırmanın Örneklemi

Bu araştırma, Trabzon il merkezinde bulunan iki genel liseyi kapsamaktadır. Araştırmanın örneklemini ise, bu liselerin Lise-1 ve Lise-3 fen bölümü sınıflarında öğrenim gören rasgele seçilmiş öğrenciler oluşturmaktadır. Çalışmanın yürütüldüğü her bir okuldan seçilen öğrenci sayısı ve bu okullarda testin uygulandığı her bir öğrenim seviyesindeki öğrencilerin sayısı Tablo 1’ de gösterilmiştir.

Tablo 1. Çoktan seçmeli testi cevaplayan öğrenci sayılarının okullara göre dağılımı

Öğrenim Seviyesi	A Lisesi	B Lisesi	Toplam Öğrenci Sayısı
LİSE-1	63	65	128
LİSE-3	59	63	122

Çalışmada kullanılan mülakat metodu örnekleme oluşturan öğrencilerle bireysel olarak yürütülmüştür. Mülakatlar, toplam 20 öğrenciyle birlikte yürütülmüştür. Her bir öğrenim seviyesinden mülakat çalışmalarına katılan öğrenci sayısı Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Mülakatların uygulandığı öğrenci sayısı ve öğrenim seviyelerine göre dağılımı

Öğrenim Seviyesi	A Lisesi	B Lisesi	Toplam Öğrenci Sayısı
LİSE-1	5	5	10
LİSE-3	5	5	10

Mülakata katılan öğrenciler, araştırmacının isteğiyle aşağıda belirtilen kriterler doğrultusunda öğretmenler tarafından seçilmiştir. Böyle bir kararın verilmesinin nedeni, bu şekilde verilerin elde edilmesinde kolaylıklar sağlanacağını düşünülmesi ve araştırmadan elde edilen verilerin daha verimli olacağı beklentisidir. Araştırmacının öğretmenlerden mülakata katılacak öğrencileri seçerken onlarda bulunmasını istediği kriterler şunlardır:

- Öğrenci, araştırılan konu ya da kavramla ilgili zihninde var olan tüm bilgileri sıkılmadan rahat bir şekilde ifade edebilmeli.
- Seçilen öğrencilerin tamamı çok başarılı ya da çok başarısız diye nitelendirilebilecek öğrencilerden oluşmamalı, bunun yerine öğrenciler mümkünse orta düzeyde veya üzerinde olmalıdır.

Hem konuyla ilgili geliştirilmiş olan testin uygulanması, hem de mülakatların yürütülmesi kimyasal bağlar konusunun işlenmesinden hemen sonra yapılmıştır.

2. 4. Araştırmada Kullanılan Araçlar

Araştırmada veri toplama aracı olarak çoktan seçmeli bir test ve mülakatlar kullanılmıştır.

2. 4. 1. Test

Testler belirli bir amaçla , belirli davranışları veya kişilerle ilgili özellikleri ölçmek için kullanılan araçlardır. İnsanların genel ve özel yetenekleri, kişilik özellikleri, belirli konulardaki bilgi ve becerileri testler yoluyla ölçülür [84]. Eğitimde testler, bireylerin belli özelliklerini ölçmek için düzenlenen ve onu alan herkes için aynı olan sorulardan oluşan bir ölçme aracıdır. Bu araçla elde edilen bilgiler doğrultusunda bireylerin ya da tek başına bir bireyin farklı özellikleri birbiriyle karşılaştırılabilir. Başka bir deyişle test; kapsadığı sorulara verilen cevaplara dayanılarak, bireylerin ya da bireyin değişik özellikleri arasındaki benzerlik ve farklılıkları ortaya çıkarma işlemidir [85]. Eğitimde başarı testleri en çok kullanılan araçlardan biridir [84].

Testler genel olarak kısa cevap gerektiren testler, sınıflama gerektiren testler ve seçme gerektiren testler olmak üzere üç grupta toplanmaktadır. Kısa cevap gerektiren testlerde test maddelerinin cevapları bir kelime, bir rakam, bir ibare ya da en fazla bir cümleyi içerir ve öğrencilerden eksik olan bu kısmı tamamlamaları istenir. Sınıflama gerektiren testlerde, cevaplayıcının test maddelerine vereceği cevabı belli bir ölçüte göre sınıflandırması istenir. Bazıları doğru bazıları yanlış olan ifadeleri içeren maddelerden oluşan doğru-yanlış testleri bu gruba ait testlerin en çok uygulanan örneklerindendir. Seçme gerektiren testlerde ise cevaplayıcıdan sorulara vereceği cevabı ona verilen birden fazla seçenek içerisinde seçmesi istenir [85], [86], [87]. Testi oluşturan her bir maddenin altında o maddede sorulan soru için olası cevapları içeren dört ya da beş seçenek mevcuttur. Öğrenci soruyu okuduktan sonra doğru olduğunu düşündüğü seçeneği işaretler [87], [88].

Çoktan seçmeli testler amacına uygun olarak hazırlandığında öğrencilerin sahip oldukları yanlış anlamalar ile ilgili bir veri toplama aracı olarak kullanılabilir. Bu tür testler Tamir, Linke ve Venz, Helm, Trembath, Halloun ve Hesteness gibi birçok araştırmacı tarafından, belirlenen bir konuyla ilgili öğrencilerde mevcut olan yanlışların ortaya çıkartılmasında etkili bir yöntem olarak tanımlanmış ve kullanılmıştır [24]. Treagust [24]' un çalışmasında bahsedildiği gibi, çoktan seçmeli testlerin oluşturulmasında Tamir'in çalışmasında açıkladığı gibi bir yol izlenebilir. Ona göre çoktan seçmeli testler hazırlanırken test maddelerindeki cevap seçenekleri içerisine yerleştirilen çeldiriciler, testin hazırlandığı konuyla ilgili literatürün gözden geçirilmesiyle ya da öğrencilerin daha

önceden sorulan açık uçlu sorulara verdikleri cevaplardan faydalanılarak hazırlanmalıdır. Tamir, öğrencilerdeki yanlış anlamaları ve spesifik kavramları temsil eden bu türdeki cevapların çeldirici olarak kullanılmasının, uzmanların hazırladığı çeldiricileri içeren sıradan test maddeleri ile karşılaştırıldığında oldukça önemli bir avantaj sağladığını savunmaktadır. Tamir'in bu yaklaşımı diğer araştırmacılar tarafından da benimsenmiştir. Simpson ve Arnoult, öğrencilerin doğru olduğuna inandığı, yanlış ve bilimsel olarak kabul edilemeyecek olan bilgilerin de test seçeneklerinde yer verilmesi gerektiğini tavsiye etmektedir [24]. Öğrencilerin sahip olduğu yanlış anlamaların belirlenmesinde bu tür testlerin kullanımı özellikle sınıf öğretmenleri için önemlidir. Araştırılmak istenen konuyla ilgili daha önceden uzmanlar tarafından hazırlanmış bu tür testler öğretmenler tarafından sınıflarında kolaylıkla uygulanabilir ve değerlendirilebilir [24], [35], [43].

Öğrencilerin yanlış anlamalarını ortaya çıkarmada veri toplama aracı olarak kullanılan testlerin bir başka çeşidi ise yazılı cevap gerektiren testlerdir. Yazılı cevap gerektiren sorulardan oluşan testler, öğrencilerin o konu ya da kavramla ilgili kendi düşüncelerini ve bilgilerini özgür bir biçimde ifade etmelerine imkan sağlamaktadır. Bar ve Travis [18], değerlendirme için kullanılan test formatının kavramsal gelişme ile ilgili sonuçlar üzerindeki etkisinin büyük olduğunu ortaya çıkarmışlardır. Öğrenciler çoktan seçmeli sorularda kavram yanlışlığını içeren yanlış seçeneği seçme eğiliminde olabilirler. Bu nedenle cevap seçeneklerinin öğrencilere verilmesi ve bunlardan birini seçmesinin istenmesi yerine onların sahip olduğu farklı yanlış anlamaların tespitinde öğrencilerin sorulan sorulara ayrıntılı cevap vermesini sağlayacak yazılı cevap gerektiren testler kullanılması daha uygun olabilir. Ayrıca kavramların anlaşılma seviyelerinin tespit edilmesinde bu tür araçlar yaygın olarak kullanılmaktadır [3].

Son zamanlarda belirlenen bir konuyla ilgili öğrencilerin sahip olduğu kavram yanlışlarının belirlenmesinde kullanılan bir diğer bir yöntem ise Teşhis Edici (Diagnostik) testlerdir. Bu tip test maddeleri, öğrencilerin araştırılan konuyla ilgili yerleşmiş olan özel anlamalarını, bu anlamalarının nedenlerini ve daha önceki araştırmalarda ortaya çıkan kavram yanlışlarının teşhisini sağlar. Bu tip testler iki kısımdan oluşmaktadır. Birinci kısımda o konuyla ilgili içerik bilgisini ölçmek için geliştirilmiş bir soru ve cevap seçenekleri yer almaktadır. Bu cevap seçenekleri daha önce öğrencilerde belirlenmiş kavram yanlışlarını içerebilir. İkinci kısımda ise, öğrenciden ilk bölümde verdiği cevap için sahip olduğu nedeni, başka bir ifadeyle, seçtiği bu bilgi seçeneği için mantıksal

açıklamasını vermesi istenir. İkinci kısım çoktan seçmeli seçeneklerden oluşabileceği gibi açık uçlu olarak ta bırakılabilir. Eğer ikinci kısım çoktan seçmeli ise kullanılan çeldiriciler önceki çalışmalardan elde edilen kavram yanlışlarını içerir [24], [35], [43], [67].

2. 4. 1. 1. Araştırmada Kullanılan Test

Bu çalışmada kullanılan test “Kimyasal Bağlar” konusu ile ilgili İlköğretim müfredatındaki [89] ve Ortaöğretim müfredatındaki [90] hedefler ve hedef davranışlar esas alınarak hazırlanmış 24 tane çoktan seçmeli soruyu içermektedir. Çoktan seçmeli testte yer alan maddelerin tümü incelenen literatürdeki soru tipleri dikkate alınarak ve onlardan da faydalanılarak araştırmacı tarafından geliştirilmiştir. Çalışmada kullanılan çoktan seçmeli test Ek 3’de verilmiştir. Testin güvenilirlik katsayısının daha kolay hesaplanabilmesi amacıyla oluşturulan sorular güçlük derecelerine göre tek-çift olarak test içerisine eşit oranda dağıtılmıştır. Geliştirilen çoktan seçmeli testin her bir maddesinde 4 cevap seçeneği bulunmaktadır. Seçeneklerden bir tanesi doğru cevabı, diğer üç çeldirici ise literatürden elde edilen kavram yanlışlarını içermektedir. Çoktan seçmeli bu tür testler bir çok araştırmacı tarafından daha önce de kullanılmıştır [24]. Ayrıca bu tip veri toplama araçları Peterson ve Treagust [43], Smith ve Metz [51], Case ve Fraser [58], Tan ve Treagust [67] ve Uzuntiryaki ve Geban [91] tarafından da kullanılmıştır.

2. 4. 1. 2. Geliştirilen Test İle İlgili Ön Pilot Çalışma

Araştırmada kullanılan testin geçerlik ve güvenilirliğini artırmak amacıyla öğrenciler tarafından anlaşılmayan ya da anlaşılmakta güçlük çekilen ifade ve soruları tespit etmek için bir ön pilot çalışma yapılmıştır. Ön pilot çalışma sonucunda test sorularında bazı eksik veya anlaşılmayan noktaların olduğu tespit edilmiştir. Bu ön pilot çalışma esnasında önceden geliştirilmiş olan çoktan seçmeli test, esas çalışmanın yürütüldüğü okulların haricindeki bir okulda öğrenim gören ve rasgele seçilmiş 31 Lise-1 öğrencisine uygulanmıştır. Ön pilot çalışmanın Lise-1 öğrencileriyle yürütülmesindeki amaç bu sınıf düzeyindeki öğrencilerin örneklemini oluşturan diğer sınıf düzeyindeki öğrencilerden (Lise-3 seviyesinde öğrenim gören öğrenciler) öğretim yaşantıları bakımından, öğretim

faaliyetlerine daha az katılmış olmaları ve testte kullanılan konuyla ilgili daha ileri bilgileri içeren ifadelerle daha az aşına olmalarıdır. Lise-1. sınıf düzeyindeki bu öğrenciler bağlanma ile ilgili en temel bilgileri özet bir biçimde ilköğretim 8. sınıfta öğrenmekte ancak bu konuyla ilgili daha ileri bilgilerle ilk kez 9. sınıf (Lise-1) düzeyinde karşılaşmaktadırlar. Ön pilot çalışmada kullanılan test Ek 1’de verilmiştir.

Ön pilot çalışmanın yürütülmesinden sonra, geliştirilen test aracının içerisindeki soruların daha iyi anlaşılması için çoktan seçmeli olan bu soruların bazılarında yapılan değişiklikler aşağıda sunulmuştur:

Birinci soruda “c” seçeneğinin uzunluğundan dolayı ipucu oluşturmasını engellemek için bu maddedeki cevap seçeneklerinin her birinin başına “Her iki atomun” ifadesi konulmuştur. Ayrıca öğrencilerin ikisi arasındaki farkı tam anlayamadıkları “elektronlar” ve “değerlik elektronları” ifadeleri “her iki atomun tüm elektronları” ve “her iki atomun son kabuk elektronları” olarak değiştirilmiştir. Ayrıca “c” seçeneğindeki “değerlik” kelimesinin tam anlaşılabilmesi nedeniyle onun yerine “son kabuk” ifadesi kullanılmıştır.

Üçüncü sorunun “d” seçeneğinde yer alan “eşit” kelimesi kaldırılmıştır. Bunun sebebi öğrencilerden bazılarının her zaman eşit olmayacağı gibi sorular sormalarıdır. Bu sorunun “a” seçeneğindeki “elektronlar tamamen kaybolmuştur” ifadesi ve “d” seçeneğindeki “elektronlar atomlar arasında paylaşılmıştır” ifadesi, diğer seçeneklerle uyum göstermesi açısından sırasıyla “elektronlar iki atom arasında kaybolmuştur” ve “elektronlar iki atom arasında paylaşılmıştır” şeklinde değiştirilmiştir.

Bir başka değişiklik 8. soruda yapılmıştır. Su molekülü içerisindeki bağların sorulduğu bu maddede “apolar kovalent bağ” ve “polar kovalent bağ” seçeneklerinin yanında “kovalent bağ” seçeneğinin de bulunması öğrencilerin zihinlerini karıştırmıştır. Bu nedenle bu ifadenin yer aldığı “c” seçeneği, “hidrojen bağı” şeklinde değiştirilmiştir.

Ön pilot çalışmadaki on beşinci sorunun “c” seçeneğindeki “flor bağı yapan elektron çiftlerini daha güçlü çeker” ifadesi hem diğer seçeneklerden daha kısa olduğu için, hem de “d” seçeneğine benzer şekilde bu ifadenin nedenini içermesini sağlamak amacıyla “flor hidrojen atomundan daha elektronegatif olduğundan bağ elektronlarını kendine doğru çeker” şeklinde değiştirilmiştir. “d” seçeneği de diğer cevap seçeneklerinde yer alan ifadelerle göre daha uzun olduğu için, ipucu teşkil etmemesi amacıyla “flor

hidrojen atomundan daha büyük olduğundan bağ elektronları üzerinde daha büyük bir etkiye sahiptir” şeklinde değiştirilmiştir.

On altıncı sorunun “a” seçeneği diğer seçeneklere göre daha uzundur. Ancak bu seçenek kısaltılmadığından diğer seçeneklerin değiştirilmesi düşünülmüş ve “b” seçeneği “oktet kuralı bir atomun yapabileceği bağların sayısının en dış kabuğundaki elektronların sayısı ile eşit olması gerektiğini ifade eder” şeklinde, “c” seçeneği “oktet kuralı bir molekülün şeklinin yalnızca bağ yapan elektron çiftlerinin sayısına bağlı olduğunu ifade eder” şeklinde değiştirilmiştir. Özellikle bu sorunun “d” seçeneğindeki ifade bir çeviri ifadesi olduğu için öğrenciler tarafından anlaşılması oldukça zor olmuştur. Bu nedenle bu seçenek, “oktet kuralı bir molekülün şeklinin yalnızca bağ yapmayan elektron çiftlerinin sayısına bağlı olduğunu ifade eder” şeklinde değiştirilmiştir.

Öğrencilerin bazılarının on yedinci soru ile ilgili güçlüklerinin olması yüzünden bu soru incelenmiş ve bu sorunun cevap seçeneklerine bakıldığında doğru cevabı içeren seçeneğin olmadığı ortaya çıkmıştır. “c” seçeneğinin yanlış yazılmasından ileri gelen bu hata bu seçenekteki “...o kadar düşük olur” ifadesi yerine “...o kadar yüksek olur” ifadesi konularak düzeltilmiştir.

Yirmi dördüncü sorunun “a” seçeneğindeki “kutupsuz kovalent” ifadesi için öğrencilerin bazılarının “kutuplu dipol mü demek?” gibi sorularının olması ve “apolar kovalent” tanımlamasını daha çok kullandıklarını ve sıkça karşılaştıklarını ifade etmeleri üzerine “a” seçeneği bu şekilde düzeltilmiştir.

Ayrıca bazı sorularda öğrencinin tam dikkatini verememesi ya da telaşı yüzünden bazı kelimeleri yanlış görmesi vb. gibi onun başarısını etkileyecek faktörleri azaltmak maksadıyla bazı sorularda önemli olan ve vurgu yapılmak istenen ifade ya da kelimelerin altı çizilmiştir. Yedinci soru kökündeki “polar kovalent bağdaki” ifadesini, on ikinci soru kökündeki “değildir” kelimesini, on üçüncü soru kökündeki “yanlıştır” kelimesini ve yirmi ikinci soru kökündeki “büyükten küçüğe” ifadesini özellikle vurgulamak için bu kelimelerin altları çizilmiştir.

Ön pilot çalışmada kullanılan testlerdeki 12. sorunun öğrencilerin büyük bir kısmı tarafından cevaplanamadığı ve cevaplayanların ise genel olarak yanlış cevapladıkları belirlenmiştir.

2. 4. 1. 3. Geliştirilen Test İle İlgili Pilot Çalışma

Bu ön pilot çalışma sonrasında yeniden düzenlenen testin son hali, testin güvenilirliğini belirlemek ve testteki her bir maddenin güçlük derecelerini ve ayırt ediciliğini belirlemek amacıyla B- Lisesinde öğrenim gören Lise-1. sınıf öğrencilerinden oluşan ve rasgele seçilmiş olan 33 öğrenciye uygulandı. Her bir test maddesinin güçlük dereceleri ve ayırt edicilikleri hesaplandı.

Pilot çalışmanın sonunda, geliştirilen çoktan seçmeli test aracı, bir testi iki eşdeğer yarıya bölme yöntemi yardımıyla, Pearson Momentler Çarpımı Korelasyon Katsayısı formülü kullanılarak iki ölçüm sonuçları arasındaki korelasyon hesaplanmış ve bu değer Sperman Brown formülü ile düzeltilerek tüm testin güvenilirlik katsayısı hesaplanmıştır. Pearson Momentler Çarpımı Korelasyon Katsayısı formülü sonucunda yarı testin güvenilirlik katsayısı 0,68 olarak hesaplanmış ve bu değer Sperman Brown formülü ile düzeltilerek tüm testin güvenilirlik katsayısı 0,81 olarak tespit edilmiştir.

Geliştirilen çoktan seçmeli testin madde analizleri de yapılmıştır. Öğrencilerin ham puanları hesaplandıktan sonra en yüksekte en düşüğe doğru sıralanmıştır. Bu sıralamanın sonucunda en yüksek puana sahip olanlardan ve en düşük puana sahip olanlardan 9 'ar ($33 \cdot 27 / 100$) öğrenci belirlenmiştir. Daha sonra madde güçlüğü $p = (Dü + Da) / 2N^*$ formülünden, ayırt edicilik ise $d = (Dü - Da) / N^*$ formülünden yararlanılarak hesaplanmıştır (N^* : Tüm grubun % 27' sidir). Bunun sonucunda elde edilen madde güçlüğü ve ayırt edicilik değerleri Tablo 3 de sunulmuştur. Madde analizi sonucunda ayırt edicilik kriterini değerlendirirken şu kriterlere dikkate edilir: ayırt ediciliği sıfır veya negatif olan maddeler teste dahil edilmez; ayırt edicilik indisi 0,40 veya daha yüksek bir değerde ise madde çok iyi, düzeltilmesi gerekmez; 0,30 - 0,40 arasında ise iyi, düzeltilmesi gerekmez; 0,20 - 0,30 arasında ise madde zorunlu hallerde aynen kullanılabilir veya değiştirilebilir; 0,20' den daha küçük bir değerde ise madde kullanılmamalıdır veya yeniden düzenlenmelidir [85], [86], [87].

Tablo 3. Alt ve üst gruptaki öğrencilerin doğru cevap sayılarına göre madde analizi

Soru No.	D _ü	D _a	p	d
1	6	2	0,44	0,44
2	7	3	0,56	0,44
3	7	1	0,44	0,66
4	7	4	0,61	0,33
5	8	5	0,72	0,33
6	8	4	0,66	0,44
7	7	4	0,61	0,33
8	6	2	0,44	0,44
9	7	3	0,56	0,44
10	6	3	0,50	0,33
11	7	3	0,56	0,44
12*	5	3	0,44	0,22
13	5	1	0,33	0,44
14	4	1	0,27	0,33
15	7	4	0,61	0,33
16	6	2	0,44	0,44
17	7	3	0,55	0,44
18	6	2	0,44	0,44
19	7	3	0,56	0,44
20	5	2	0,39	0,33
21	6	3	0,50	0,33
22	7	3	0,56	0,44
23	7	3	0,56	0,44
24	6	3	0,50	0,33
25	5	2	0,39	0,33

* : Bu soru öğrencilerin çoğunluğu tarafından cevaplanmadığı ve cevaplayanların çoğu tarafından yanlış olarak cevaplandığı için değerlendirmeye katılmamıştır. (D_ü: Üst grupta doğru cevap veren öğrenci sayısı, D_a: Alt grupta doğru cevap veren öğrenci sayısı, p: Güçlük derecesi, d: Ayırt edicilik derecesi)

Tablo 3' den görüldüğü gibi madde analizi sonucunda pilot çalışmadaki testin genel olarak iyi olduğu sonucu çıkarılabilir. Testin ortama güçlük indisi 0,53 olarak bulunmuştur. Ön pilot çalışmada da öğrencilerin büyük çoğunluğu tarafından cevaplanmayan ve cevaplayanların pek çoğu tarafından yanlış cevaplanan 12. soru benzer şekilde pilot çalışmada da öğrencilerin büyük çoğunluğu tarafından cevaplanamamıştır. Bu nedenle bu maddenin testten çıkartılmasının daha uygun olacağı düşünülmüştür.

Ayrıca testle ilgili ana yönergenin düzeninde ve görüntü geçerliliğini sağlamak için bazı soruların ve bazı sorulardaki cevap seçeneklerinin sıralamasında değişiklikler yapılmıştır. Pilot çalışmada uygulanan test Ek 2' de sunulmuştur.

Pilot çalışma sonunda son şekli verilen test aracı, iki Kimya Eğitimi Uzmanı, Fizikokimya alanında uzman iki öğretim üyesi ve Organik kimya alanında uzman bir

öğretim üyesi tarafından incelenerek, hem testlerin bilimsel geçerliliği araştırılmış hem de bilimsel geçerliliği olan cevaplar oluşturulmuştur. Yapılan bu tür uygulamalar, testin geçerliği ve güvenilirliğini artırmaktadır.

2. 4. 2. Mülakat Metodu

Mülakat belirlenmiş amaçlar için insanlarla iletişime girmek olarak tanımlanabilir. Mülakatın asıl amacı iletişim kurulan bireyin araştırılan konu hakkında duygu, düşünce ve inançlarını ortaya çıkarmaktır [11]. Sözlü olarak uygulanan bu teknikte kişi ya da kişiler hakkında yüz yüze bir ilişki içerisinde konuşularak bilgi edinilir [84].

Mülakatlar genellikle üç amaç için kullanılır. Bunlardan birincisi doğrudan bir veri aracı olarak çalışmanın hedefleriyle ilgili olan temel bilgileri bir araya getirmek , ikincisi verilen hipotezleri test etmek, yeni hipotezleri önermek ve çalışmadaki değişkenler ile bu değişkenler arasındaki ilişkileri ortaya koymada açıklayıcı bir araç olarak kullanmak, üçüncüsü ise diğer metotlarla elde edilen verilerin güvenilirliğini ölçmek ve karşılaştırmalar yapmaktır [11].

Mülakat metodu son yıllarda ayrıca belirlenen bir konu ya da kavramla ilgili olarak öğrencilerin sahip olduğu yanlış anlamaları ortaya çıkarmada etkili bir yöntem olarak kullanılmaktadır [83]. Kavram anlama seviyelerini ve yanlışlarını belirlemede birçok yöntem uygulanmaktadır. Bu yöntemler arasında; Kavram Haritaları (Concept Mapping), Tahmin-Gözlem-Açıklama (Prediction-Observation-Explanation), Olaylar ve Durumlarla İlgili Yapılan Mülakatlar (Interview about Instances and Events), Kavramlarla İlgili Yapılan Mülakatlar (Interview about Concepts), Çizimler (Drawings), Tali Çizgileri (Fortune Lines), İlişkili Diyagramlar (Relational Diagrams) ve Kelimeleri İlişkilendirme (Word Association) sıkça kullanılan yöntemlerdir [10], [92], [93], [94]. Ancak öğrenci fikirlerini ayrıntılı olarak tespit etmede kullanılan bu araştırma metotları içerisinde, mülakat metodu en etkili ve öğrencilerin anlamalarının değerlendirilmesinde doğrudan uygulanabilen bir metottur [92]. Mülakat metodu, öğrencilerin alternatif kavramlarının ortaya çıkartılmasında birçok araştırmacı tarafından başarıyla kullanılmıştır [20], [92], [95], [96]. Belirlenen bir konunun öğrenciler tarafından anlaşılma düzeyini ortaya çıkarmak ve bu konu ve içerisindeki kavramlarla ilgili yanlışları tespit etmek için

kullanılan mülakatların amacı, bireyin bu kavramlarla ilgili olarak zihninde var olan bilgilerini ortaya çıkarmaktır. Bireyle yapılan mülakatlar sonrasında elde edilen veriler analiz edilerek o bireyin anlama düzeyi ortaya çıkarılabilir. Bireylerle kavramlar hakkında yürütülen mülakatlar sayesinde o bireylerin araştırılan konu ya da kavramla ilgili bilgilerinin genişliğini, doğruluk derecesini, bu kavramları zihninde var olan diğer kavramlarla ilişkilendirebilme düzeyini ve sahip olduğu bilgileri oluşturan alt bilgileri ortaya çıkarmak mümkündür [83], [92], [93]. İyi planlanmış ve kurallarına uygun olarak yürütülmüş mülakat metodu yardımıyla öğrencilerin bir konu hakkındaki bilgilerinin etkili bir biçimde değerlendirilmesi mümkün olacaktır [97].

Öğrencilerin düşüncelerini ayrıntılı bir şekilde ortaya koymak ve onların sahip oldukları zihin yapılarını ortaya çıkarmak için önemli veri toplama yollarından biri; bireysel mülakatlardır. Araştırmacılar tarafından kullanılan mülakatlar, kavramlarla ilgili yapılan mülakatlar (interview about concepts), olaylar ve durumlarla ilgili yapılan mülakatlar (interview about instances and events) olmak üzere iki çeşittir. Bunun yanında Mitchell ve Gunstone [98], gibi bazı araştırmacılar her iki yöntemi de kapsayan bir mülakat formatını da kullanmışlardır. Olaylar ve durumlarla ilgili yapılan mülakatlar, literatürde klinik mülakatlar (clinical interview) olarak da tanımlanmaktadır [60], [99].

Klinik görüşme tekniğinde, bir durum ya da olayla ilgili mülakat yaparken, öğrencinin bir kavramı öğrenip öğrenmediği ve o kavramı zihninde nasıl yapılandırdığı derinlemesine araştırılmış olur [92]. Bu tür mülakatlarda öğrencilerden, belirli olay ya da durumları açıklarken onların ifade etmiş olduğu kavram ya da kavramlara tanımlama getirmesi istenmesinin yanında böyle bir tanımlamaya nasıl ulaştığı sorusuna da cevap vermesi ve açıklama getirmesi istenir. Öğrenci tarafından yapılan açıklama, onun anlama düzeyinin ve zihninde kurmuş olduğu ilişkilendirmelerin ortaya çıkmasını sağlamaktadır. Bu sebepten dolayı, olaylar hakkında mülakat yapılırken kavramın tanımlanmasına ek olarak öğrencinin olayı açıklayabilme yeteneğine de bakılmaktadır. Bu tür mülakatlar, başlangıç soruları veya öğrencinin konuya ya da verilecek kavrama odaklandırılmasıyla başlar, sonra bir dizi resimle ilgili sorularla devam eder. Bu teknik sadece resim ve diyagramlar kullanılarak değil gerçek durum ve objeler kullanılarak da yapılabilir. Çizimler, öğrenciye daha soyut gelirken, gerçek objeler; deneyimlerinden çağrışım yaptırabilir [93]. Özellikle fen bilimleri ile ilgili yapılan klinik mülakatlarda, öğrencilerin hemen yanında, araştırılan kavram veya konu ile ilgili bir olayın cereyan etmesi sağlanarak

ya da bir deney yapılarak öğrenciye gösterilmekte ve daha sonra olay ya da deneyin gerçekleşme süreci ve bu süreç hakkında öğrencinin görüşleri alınmaktadır [49], [50], [93]. Böylece araştırılan konu ya da kavramla ilgili daha detaylı bilgi edinilmiş olur. Bu yönüyle klinik mülakatlar, alternatif kavramların ortaya çıkarılmasıyla ilgili araştırmalarda sıkça kullanılan yöntemlerden birisidir [40], [80], [92], [99].

Mülakatlar bireysel yapılabileceği gibi, gruplar halinde de yapılabilir. Grup mülakatları, çeşitli fikirlerin ortaya çıkmasını sağlayacak bir tartışma ortamı oluşturması bakımından önemli olabilir [100]. Grupla yapılan mülakatlar esnasında çok çeşitli cevapların bireyler tarafından verilmesi söz konusu olmaktadır. Bu tür mülakatlarının uygulama ve düzenleme ile ilgili bazı avantajları bulunmaktadır. Grupla yapılan mülakatlar sayesinde farklı düşüncelere ve bilgilere sahip bireyler bir araya getirilmiş olur. Grubu oluşturan diğer öğrencilerin arkadaşları olduğunu bilen öğrenci, grup ortamında düşündüklerini daha rahat ifade edebilir. Ayrıca grup tartışmaları esnasında öğrenciler, grup içerisindeki diğer öğrencilerden farklı olan görüşlerinin farkına varma fırsatı bulurlar. Grupla yapılan mülakatların bu avantajları yanında bazı dezavantajları vardır. En önemli dezavantajı mülakatçının soruları grupta hep aynı öğrenciye yöneltmesidir [83]. Grup içerisindeki bazı öğrenciler sahip oldukları bilgilerin doğruluğuna güvenmiyorsa bilgisine güvendikleri öğrencilerin cevapları doğrultusunda ifadelerine yön verebilirler.

2. 4. 2. 1. Araştırmada Kullanılan Mülakat

Bu araştırmada, öğrencilerin anlamalarını ve onların zihninde var olan kavram ve yapıları tamamen ortaya koymak amacıyla teste verilen öğrenci cevapları da dikkate alınarak oluşturulmuş sorulardan oluşan bireysel mülakat çalışmaları yapılmıştır. Mülakatların başlıca amacı; öğrencilerin seçilen konuyla ilgili kavramlar hakkında sahip oldukları bilgileri ortaya çıkarmak olduğu için [10], bu çalışmada kavramlar hakkında mülakat metodu kullanılmıştır. Mülakatta sorulan ana sorular aşağıda verilmiştir. Mülakat esnasında belirlenen bu ana sorular dışında, verilen cevaplardan yola çıkarak öğrencilere alt sorular da yöneltilmiştir.

1. Kimyasal bağ deyince aklına ne geliyor?

- Bu ifadelerini biraz daha açar mısın? Tam olarak kastettiğin şey nedir?

- Atomlar neden kimyasal bağ yaparlar?
 - Tüm kimyasal bağlar aynı mıdır? Varsa farklılıklar nelerdir?
2. İyonik bağ deyince aklına ne geliyor?
- İyonik bağ hangi tür atomlar arasında gerçekleşir?
 - İyonik bağ neden bu tür atomlar arasında oluşur?
 - İyonik bağ bu tür atomlar arasında nasıl gerçekleşir?
3. Kovalent bağ deyince aklına ne geliyor?
- Kovalent bağ hangi tür atomlar arasında gerçekleşir?
 - Kovalent bağ neden bu tür atomlar arasında oluşur?
 - Kovalent bağ bu tür atomlar arasında nasıl gerçekleşir?
4. Metalik bağ deyince aklına ne geliyor?
- Metalik bağ hangi tür atomlar arasında gerçekleşir?
 - Metalik bağ bu tür atomlar arasında nasıl gerçekleşir?
5. Hidrojen bağı deyince aklına ne geliyor?
- Hidrojen bağı kimler arasında gerçekleşir?
 - Hidrojen bağı bunlar arasında nasıl gerçekleşir?
6. Van der Waals kuvvetleri deyince aklına ne geliyor?
- Van der Waals kuvvetleri kimler arasında gerçekleşir?
 - Van der Waals kuvvetleri bunlar arasında nasıl gerçekleşir?
7. Suyun yapısını açıkla mısın?
- Suyun formülünü yazar mısın?
 - Su molekülü içerisinde hangi bağ var?
 - Suyun molekül şeklini çizer misin?
 - Neden molekülü bu şekilde çizdin?
 - Şimdi çok sayıda su molekülünün bir arada olduğu bir bardak suyu düşün. Buna göre eğer bu su molekülünün yanında bir tane daha su molekülü olsaydı, bu iki su molekülü arasında herhangi bir etkileşim olur muydu? Açıklayınız?
8. Tuzun yapısını açıkla mısın?
- Tuzun formülünü yazar mısın?
 - Tuzu oluşturan atomlar arasında hangi bağ var?
 - Tuzun molekül yapısını açıkla mısın? Tuzun bir molekül şekli var mı? Varsa nasıldır?

9. Öğrenciye üç farklı renkte oyun hamuru ve üç farklı uzunluktaki plastik çubuklar verilir.

- Bu oyun hamurlarını ve bu çubukları kullanarak su molekülünün bir modelini yapar mısın?
- Yaptığın bu modelin yapısı ve şekli su farklı hallerde iken de aynı mıdır? Hal değiştirdiğinde molekülün şeklinde ya da bağlarda bir değişme olur mu?
- Sıcaklıkla molekülün şeklinde ya da bağlarda bir değişme olur mu?
- Basınç ile molekülün şeklinde ya da bağlarda bir değişme olur mu?

Mülakatlar bireysel olarak yürütülmüştür. Yapılan mülakatlarda öğrencilerin belirlenen kavramlar hakkındaki bilgileri, düşünce yapıları ve inanışları ortaya çıkartılmaya çalışılmıştır. Yaklaşık 40-50 dakikalık bir zaman dilimi içerisinde yürütülen mülakatlarda bir ses kaydedici kullanılmış ve tüm mülakat süreçleri kasetlere alınarak kaydedilmiştir. Yürütülen mülakat süreci genel olarak üç aşamadan oluşmaktadır. Bunlar aşağıda sunulmuştur:

1. Başlangıç

Mülakatlarda kaydetme aracı olarak teyp kullanıldığından dolayı öğrencilere bu durum söylenmiş ve her birinden izin alınmıştır. Öğrenciden izin alındıktan sonra cihaz çalıştırılmış ve öğrencilerle tanışılmıştır. Araştırmacı ve öğrenciler daha önceden birbirlerini tanımadıkları için, görüşmenin amacına yönelik olan sorulara geçmeden önce, araştırmacı ve öğrenciler arasında kısa bir konuşma geçmiştir. Mülakata başlamadan önce mülakatı yapan kişi ile mülakat yapılan kişi arasında geçen bu tipteki bir tanışma konuşması öğrencilere düşüncelerini daha rahat ifade edebilmelerini sağlayacak bir güven duygusu vermek ve samimiyeti sağlamak bakımlarından oldukça önemlidir [10], [11], [82]. Bu konuşmalar, birey ya da bireylerin kendilerini rahat hissedinceye ve gerginlik hissetmeden bilgilerini hatırlayabilecek duruma gelinceye kadar sürdürülmüştür.

2. Önceden Belirlenmiş Ana Sorular Dahilinde Mülakatın Yürütülmesi

Mülakatın bu aşamasında seçilen konuyla ilgili kavramlar hakkında önceden belirlenmiş olan sorular öğrencilere yöneltilmiştir. Öğrencilere önceden belirlenmiş soruların sorulması esnasında, onların bu kavramlar hakkındaki bilgilerini ve bu kavramlar ile diğer kavramlar arasında kurmuş oldukları ilişkileri ayrıntılı olarak ortaya çıkarmak

amacıyla, onların ifade ettikleri bilgileri daha fazla açıklamalarını sağlayacak ve sahip oldukları bu düşüncelerin nedenlerini ortaya koymalarını sağlayacak “Niçin?”, “Nasıl?” ve “Neden?” gibi sorular yöneltilmiştir. Ayrıca öğrencilerden gelen dönütler doğrultusunda önceden belirlenmiş soruların dışındaki alt sorularla da öğrencilerin bilgileri ayrıntılı olarak elde edilmeye çalışılmıştır.

3. Öğrencilerin Sorularla İlgili Son Açıklamalarının Toplanması ve Teyit Edilmesi

Aslında mülakatların yürütülmesi süreci içerisinde yer alan bu aşama, öğrencinin her bir soru ile ilgili açıklamalarını bitirdikten sonra, yaptığı bu açıklamaları genel olarak özetlemesini kapsamaktadır. Bu aşama, öğrencinin o konu ya da kavramla ilgili bilgi, düşünce ve inanışlarının, onun daha önce yapmış olduğu açıklamalarında kullanmış olduğu ifadelerle örtüşüp örtüşmediğini ortaya koymak açısından önemlidir. Söylediklerini özetlemek durumunda olan öğrenci daha önceki ifadelerini yeniden gözden geçirme fırsatı bulur ve önceki ifadeleriyle uyuşmayan fikirlerini yeniden düzenleyebilir. Mülakat süreci içerisinde böyle bir aşama Coll ve Treagust [40], [80] tarafından da kullanılmıştır. Yürütülen mülakatlar esnasında böyle bir uyumsuzluk durumunda bahis konusu olan ifadeler yeniden irdelenmiştir.

Ayrıca mülakat süreci içerisinde sorulan sorulardan bazıları, öğrencinin mikroskobik dünya ile ilgili zihnindeki yapıları ve betimlemelerini çizmelerini istemektedir. Çizimler, diğer işlemlerle gizli kalmış bilgi ve inanışların, öğrenme kalitesinin, öğrenciyi kelimelerle sınırlamadan ortaya çıkarılmasını sağladığı için tercih edilmiştir. Çoktan seçmeli testlerde öğrencinin cevabı sadece bir seçneği işaretlemekten ibaret olabilir ya da bir mülakatta öğrenci düşündüklerini tam anlamıyla kelimeye dökemeyebilir. Bu yüzden bu yöntem öğrenci anlamalarını ortaya çıkarmada etkili olabilecek bir yöntemdir. Ayrıca çizimler mikroskobik seviyede öğrencilerin anlamalarını değerlendirme imkanı da sağlamaktadır. Bu tür çizimler literatürde de çok sık kullanılmaktadır [31], [32], [40], [48], [51], [63], [66], [80].

2. 4. 2. 2. Araştırmada Kullanılan Mülakat İle İlgili Pilot Çalışma

Mülakat çalışmalarına başlamadan önce mülakatların daha verimli bir şekilde yürütülmesini sağlayabilmek ve çalışma kapsamında yürütülecek asıl mülakatlar esnasında

dikkat edilmesi gereken önemli noktaları ve olası güçlükleri tespit edebilmek amacıyla, B Lisesinde öğrenim gören bir Lise-3 öğrencisi ile mülakatın pilot çalışması yapılmıştır. Bu pilot çalışma sayesinde, mülakatın yürütülmesi için gerekli olan zaman da belirlenmiştir. Ayrıca öğrencilerle yapılacak olan asıl mülakatlar öncesinde yürütülen böyle bir uygulama, mülakat sürecinde öğrencilere yöneltilecek soruların sınanmasını da sağlamıştır. Pilot çalışmada kullanılan mülakat soruları Ek 4 'de verilmiştir.

2. 5. Araştırmadan Elde Edilen Verilerin Analiz Yöntemi

Bu bölümde öğrencilerin “kimyasal bağ” konusu ile ilgili kavramları anlama seviyelerini tespit etmek için kullanılan çoktan seçmeli testten ve mülakatlardan elde edilen verilerin nasıl analiz edildiğini içeren bilgiler verilmiştir.

2.5.1. Testten Elde Edilen Verilerin Analizi

Araştırmada kullanılan çoktan seçmeli testi analiz etmede basit istatistiksel yöntemler kullanılmıştır. Testin analizinde ilk olarak, testi oluşturan çoktan seçmeli soruların her biri, öğrencilerin verdikleri cevap seçeneklerine göre değerlendirilmiştir. Her bir test maddesi için doğru cevap seçeneğini işaretleyen öğrencilerin yüzdeleri ve çeldirici olarak kullanılmış olan ve literatürden belirlenmiş kavram yanlışlarını içeren seçenekleri işaretleyen öğrencilerin yüzdeleri, seçilen her iki sınıf seviyesine göre tablolar halinde düzenlenerek karşılaştırmalar yapılmıştır. Benzer analiz yöntemi Smith ve Metz [51] tarafından da kullanılmıştır. Ayrıca öğrencilerin testin genelinden aldıkları puanlara t- testi uygulanmış ve her iki öğrenim seviyesindeki öğrencilerin konuyla ilgili anlamaları arasında anlamlı bir fark olup olmadığı da araştırılmıştır. Elde edilen veriler “Bulgular” bölümünde sunulmuştur.

2. 5. 2. Mülakatlardan Elde Edilen Verilerin Analiz Yöntemi

Mülakatların analizleri; yürütülen mülakatların yapılma amacına bağlı olarak farklılık gösterebilir. Bazı araştırmacılar analiz sürecini teypte kaydedilenleri dinleyerek, bazıları ise mülakatların yazılı kopyasını kullanarak yapmayı uygun bulmaktadırlar [10]. White ve Gunstone [93], bu analizleri yaparken, bireyin mülakat boyunca söylediklerinin tümünü almayı uygun bulmamaktadırlar. Bunun yerine çeşitli bilgi öğelerini (önergeler, betimlemeler, olgular vb.) içeren, mülakatlardan elde edilen bilgilerin düzenlenmesiyle (başka sözcüklerle ifade edilmesiyle) oluşturulan ve düzgün ifadeleri içeren bir yapının kullanılmasını uygun görmüşlerdir. Cohen ve Manion [83] da bu konuda aynı düşüncededir. Onlar da, mülakat esnasında araştırmacının dile getirdiği ifade ve yorumların çıkartılarak elde edilen mülakat verilerinin yeniden düzenlenmesi gerektiğini savunurlar. Yeniden düzenlenen bu ifadelerde; duraksamalar, yanlış başlamalar, heyecan ve duyguların gösterimi olan bazı ifadeler yer almamıştır. Böyle bir düzenlemeyle mülakatın yazılı kopyası fazlalıklardan arındırılmış ve veriler daha yalın ve açık halde elde edilmiş olmaktadır [10], [83], [93]. Mülakatların analizi sürecinde; bireyin anlama düzeyi ile ilişkili olarak ne kadar kuram, teori, betimleme ve olgu bildiği, değişik bilgi alanlarını kullanarak bir araya getirdiği kavramların sayısı ve bunlar arasındaki ilişkilendirmenin düzeyi analiz edildiğinden dolayı bu şekilde bir düzenleme analiz yapmayı kolaylaştırmaktadır [93].

Mülakatlardan elde edilen verilerin nasıl analiz edileceği süregelen bir tartışma konusudur. Bu tartışmaya kesin bir sonuç bulunmamasına rağmen bu alanda söz sahibi araştırmacıların kullandıkları yöntemler bulunmaktadır [11]. Mülakat sonucunda ortaya çıkan verilerin farklı kategorilerde sınıflandırılabilceği bir çok araştırmacı tarafından ifade edilmektedir [41], [83], [92], [93]. Olaylar, fikirler ya da inançların yer aldığı “önergeler” kategorisi, ya da insanların sık sık hayal ettikleri duyuşsal algılamalarının ve zihinsel gösterimlerin bulunduğu “betimlemeler” kategorisi bu kategorilerden yalnızca birkaç tanesini oluşturmaktadır [92]. Bunun yanında mülakatların analiz edilmesinde kullanılan bir başka yöntem ise elde edilen mülakat verilerinin benzerlik ve farklılıklarına göre gruplandırılmasıdır [11], [41]. Bu düşüncenin savunucularından bir tanesi; Yin’dir. Ancak Yin [41], kategorilerin önceden belirlenmesi yerine, öğrenci cevaplarının benzerliklerine

veya zıtlıklarına göre gruplandırılması sonucunda oluşturulması gerektiğini ifade etmektedir. Cohen ve Manion [83] da Yin [41] ile benzer görüşü paylaşmaktadırlar.

Ayrıca mülakatlardan elde edilen verilerin sunulması esnasında belirlenen kategorilere örnek olarak verilebilecek ifadeler ya da tam tersi biçimde, belirlenen kategorilerin dışında olan ve diğerlerinden farklılık gösteren ifadeler mülakat kayıtlarından doğrudan alınarak verilebilir. Verilerin bu şekilde sunulması sayesinde, bireyin düşüncelerinin olduğu gibi yansıtılabileceği düşünüldüğünden bu tip ifadelerin ayrı olarak verilmesinin çok daha faydalı olacağına inanılmaktadır. Nitekim araştırma konusuyla doğrudan ilişkisi olan verilerin parantez içinde verilmesiyle, okuyucu verilerle doğrudan karşı karşıya gelmekte ve verilerin ne anlama geldiğine kendi yorumlarıyla karar vermektedir [11].

Araştırmacının ya da mülakat yapan kişinin amacına bağlı olarak bazen mülakatlar puanlandırılabilir ancak mülakat yönteminde öğrenci başarılarının puanlandırılmasının doğru olmayacağı vurgulanmaktadır [10], [93]. Özellikle öğrencilerin seçilen bir konu ya da kavramla ilgili yanlış anlamalarını ortaya çıkarmak için yürütülen bir araştırmada önemli olan; öğrencilerin verdikleri ifadelerden aldıkları puanlar değil, onların bu konu ya da kavram hakkında zihinlerinde yapılandırmış oldukları, bilimsel olarak kabul edilen fikirlerden farklı fikirlerinin neler olduğu, bu yanlış inançlarının ya da fikirlerinin kaynaklarının neler olabileceği ve onları bu yanlış anlamalara yönlendiren alt bilgilerinin neler olduğunun ortaya çıkartılmasıdır. Bu nedenle puanlandırma yerine, Yin' in belirttiği gibi mülakattan elde edilen veriler, bireylerin fikir birliğine vardığı veya varmadığı noktalar bulunarak karşılaştırılmalıdır. Genellikle karşılaştırmalardan elde edilen cevapların frekanslarının, kategoriler haline dönüştürülmesi önerilmektedir [41].

Bu çalışmada, mülakatların analiz edilmesi süreci ile ilgili toplanan bu bilgiler dikkate alınarak ve çalışmanın amacı da düşünülerek, mülakatların puanlandırılması yoluna başvurulmamış, bunun yerine; öğrencilerin mülakatta verdikleri cevaplar, kategoriler oluşturularak sunulmuştur. Mülakatlarda kullanılan kategoriler ve bu kategoriye giren öğrenci cevaplarının içeriği ile ilgili bilgiler aşağıda verilmiştir.

Anlama: Bu kategori, öğrencilerin bilimsel olarak kısmen ya da tamamen doğru olarak verdikleri açıklamaları içermektedir.

Yanlış Anlama: Bilimsel bilgilerle tutarlı olmayan öğrenci açıklamaları, bu kategoride verilmiştir.

Cevapsız: Bu kategori ise öğrencilerin “Bilmiyorum” şeklinde cevap verdikleri ya da açıklama yapmadıkları cevapları içermektedir.

Ayrıca farklı öğrenim seviyelerinde her bir kategoriye uygun açıklama yapan öğrenci sayıları belirlenip tablolar oluşturulmuştur. Belirlenen yukarıdaki kategorilere uyan öğrenci açıklamaları incelenirken; her bir kategori altında sınıflandırılan öğrenci açıklamalarından bazıları örnek olarak verilmiş ve farklı öğrenim seviyelerindeki öğrencilerin açıklamaları arasında farklılıklar varsa bu farklılıkları oluşturabilecek olası faktörler irdelenmiştir. Ayrıca öğrenci ya da öğrencilerin verdikleri spesifik cevaplar, değişikliğe uğratılmadan olduğu gibi okuyucunun dikkatine sunulmuştur. Öğrencilerden, bazı kavram ya da yapılar ile ilgili zihinlerindeki betimlemeleri ve mikroskobik yapıları çizmesinin istenildiği sorular da, diğer mülakat soruları gibi aynı kategoriler altında sınıflandırılmıştır. Benzer şekilde elde edilen veriler sunulurken öğrencilerin her bir kategoriye giren çizimlerinden örnekler de verilmiştir.

Bu çalışmada, yukarıda belirtilen analiz yöntemleri ile elde edilen bulgular bir sonraki bölümde ayrıntılı olarak verilmiştir.

3. BULGULAR

Farklı öğrenim seviyelerinde öğrenim gören öğrencilerin “kimyasal bağlar” konusu ile ilgili kavramları anlama düzeylerini belirlemek için yapılan bu çalışmada elde edilen veriler, test ve mülakat metotları kullanılarak toplanmıştır. Toplanan veriler daha çok kalitatif metotlar yardımıyla analiz edilmiş ancak basit istatistiksel metotlar da kullanılmıştır. Her iki yöntem ile toplanan verilerin analizinden elde edilen bulgular aşağıda verilmiştir.

3. 1. Testten Elde Edilen Bulgular

Bu kısımda; çalışmanın örneklemini oluşturan Lise-1 ve Lise-3 öğrencilerinin “kimyasal bağlar” konusundaki kavramları anlama düzeylerini, öğrencilerdeki kavram yanlışlarını ve bu yanlışlara ne oranda sahip olduklarını araştıran önceden geliştirilmiş çoktan seçmeli maddelerden oluşan teste verdikleri cevapların analizinden elde edilen bulgular verilmiştir. Her biri, öğrencilerin seçilen konuyla ilgili farklı kavramları anlamalarını araştıran test maddelerine öğrencilerin verdikleri cevapların yüzdeleri farklı öğrenim düzeylerine göre Tablo 4’ de verilmiştir.

Testin ilk sorusu, öğrencilerin bir kimyasal bağın nasıl gerçekleştiği hakkındaki anlamalarını araştırmaktadır. Soruda öğrencilerden doğru cevabı, verilen cevap seçenekleri arasından işaretlemeleri istenmektedir. Verilen cevap seçenekleri iki atom arasında bağlanmayı gerçekleştiren parçacıklar ile ilgili olarak literatürden belirlenen ve öğrencilerin genellikle sahip olduğu tespit edilen kavram yanlışlarını içeren ifadeleri ve ayrıca bağlanmayı sağlayan parçacıkların doğru olarak verildiği bilgi ifadesini içermektedir. Atomların bağlanması esnasında en önemli rolü oynayan parçacığın, başka bir ifadeyle bağlanmayı sağlayan ögenin her iki atomun son kabuk elektronları olduğu ifadesi “c” seçeneğinde yer almaktadır ve bu seçenek sorunun doğru cevabını oluşturmaktadır. Tablo 4’ ten de görüldüğü gibi dokuzuncu sınıf öğrencilerinin %48’ i ve on birinci sınıf öğrencilerinin % 61’ i bu soru için “c” doğru seçeneğini işaretlemişlerdir.

Tablo 4. Farklı öğrenim seviyesindeki öğrencilerin çoktan seçmeli test maddelerine verdikleri cevapların cevap seçeneklerine göre yüzdelik dağılımları

Soru No.	Dokuzuncu Sınıf (Lise-1) (%)					On Birinci Sınıf (Lise-3) (%)				
	A	B	C	D	Boş	A	B	C	D	Boş
1	0	37	48*	8	7	0	30	61*	9	0
2	61*	19	6	9	5	54*	20	0	20	6
3	13	16	25	43*	3	9	16	26	46*	3
4	17	48*	13	19	3	20	45*	4	25	6
5	16	12	57*	12	3	20	10	61*	4	5
6	13	60*	9	16	2	10	74*	2	11	3
7	21	10	46*	18	5	32	4	38*	20	6
8	18	22	16	42*	2	21	2	25	50*	2
9	16	8	10	62*	4	20	5	6	67*	2
10	54*	17	13	11	5	60*	25	4	7	4
11	15	54*	20	9	2	20	64*	9	5	2
12	13	23	23	37*	4	19	7	21	48*	5
13	27*	13	38	12	10	34*	14	25	19	8
14	13	24	42*	16	5	14	11	57*	14	4
15	42*	22	20	13	3	40*	30	18	7	5
16	20	22	34*	22	2	21	24	30*	20	5
17	31*	19	23	25	2	33*	23	20	19	5
18	27	19	30*	19	5	22	23	32*	17	6
19	30	24	17	27*	2	35	19	14	30*	2
20	17	21	30	27*	5	12	30	12	39*	7
21	23	16	33*	25	3	25	13	43*	16	3
22	21	32*	23	17	7	23	36*	25	9	7
23	19	31*	27	20	3	15	42*	27	11	5
24	18	23	28*	25	6	18	15	30*	31	6

* : Doğru cevabı içeren seçenek

Kimyasal bağlanmanın her iki atomun nötronları sayesinde gerçekleşeceği ifadesini içeren ve yanlış olan “a” seçeneğini işaretleyen öğrenci yüzdeleri ise, hem dokuzuncu sınıf için ve hem de on birinci sınıf için % 0 olarak tespit edilmiştir. Kimyasal bağlanma esnasında her iki atomun tüm elektronlarının aktif bir rol oynadığı ifadesini içeren ve yanlış olan “b” seçeneğini işaretleyen öğrencilerin yüzdeleri ise, dokuzuncu sınıf için % 37 ve on birinci sınıf için % 30 olarak bulunmuştur. İki atom arasında bağlanmayı meydana getiren parçacığın atomların protonları olduğu ifadesini içeren ve yanlış olan “d” seçeneği ise, dokuzuncu sınıf öğrencilerinin % 8’i tarafından doğru cevap olarak işaretlenirken on birinci sınıf öğrencilerinin hiçbirisi tarafından (% 0) doğru cevap olarak seçilmemiştir. Bu soru için yanlış seçenekleri işaretleyen öğrencilerin toplam yüzdeleri, dokuzuncu sınıf için % 45 ve on birinci sınıf için % 39 olarak bulunmuştur.

Testin ikinci sorusu; iyonik bileşiklerin özellikleri ile ilgili öğrencilerin bilgileri ve anlamalarını ölçmeyi amaçlamaktadır. Bu soruda öğrenci iyonik bileşiklerin genellikle katı olduğunu gerek formal öğretim süreci içerisinde öğrenmiş olduğu bilgilerden ve gerekse bu tür bileşiklerin örneklerini düşünerek bulabilir. Bu sorunun doğru cevabı “a” seçeneğinde yer almaktadır. Tablo 4’ ten de görüldüğü gibi bu soruya verilen cevaplar arasında “a” doğru seçeneğini işaretleyen öğrenci yüzdeleri; dokuzuncu sınıf için % 61 ve on birinci sınıf için % 54 olarak tespit edilmiştir. İyonik bileşiklerin genellikle sıvı olduğu ifadesini içeren ve yanlış olan “b” seçeneği, dokuzuncu sınıf öğrencilerinin % 19’ u ve on birinci sınıf öğrencilerinin % 20’ si tarafından doğru cevap olarak işaretlenmiştir. İyonik bileşiklerin genellikle gaz halde bulunduğu ifadesini içeren ve yanlış olan “c” seçeneğini işaretleyen öğrenci yüzdeleri ise, dokuzuncu sınıf için % 6 olarak belirlenirken on birinci sınıf öğrencilerinin hiçbirinin (% 0) bu seçeneği doğru cevap olarak işaretlemediği ortaya çıkmıştır. Ayrıca iyonik bileşiklerin birbirlerine kovalent bağla bağlı olduğu ifadesini içeren ve yanlış olan “d” seçeneğinin, dokuzuncu sınıf öğrencilerinin % 9’ u ve on birinci sınıf öğrencilerinin % 20’ si tarafından doğru cevap olarak işaretlendiği ortaya çıkmıştır. Bu soru için yanlış seçenekleri işaretleyen öğrencilerin toplam yüzdeleri, dokuzuncu sınıf için % 34 ve on birinci sınıf için % 40 olarak tespit edilmiştir.

Testin üçüncü sorusu bir kovalent bağın nasıl gerçekleştiği ve kovalent bağ meydana getiren atomların değerlik elektronlarının bağlanma esnasında nasıl davrandığı ile ilgili öğrencilerin anlamalarını ortaya çıkarmayı amaçlamaktadır. Ayrıca bu soru ile, öğrencilerin kimyasal bağ türlerini ve onların doğalarını ne derece birbirinden ayırt

edebildikleri de araştırılmaktadır. Verilen cevap seçenekleri, kovalent bağlanmanın iki atom arasında nasıl gerçekleştiğine dair literatürden belirlenen ve öğrencilerin genellikle sahip olduğu tespit edilen kavram yanlışlarını içeren ifadeleri ve ayrıca kovalent bağlanmada elektronların davranışları ile ilgili doğru açıklamayı içermektedir. Kovalent bağlanma esnasında bağ yapan atomların değerlik elektronlarını paylaştıkları ve ortak kullandıkları ifadesini içeren “d” seçeneği bu sorunun doğru cevabını içeren seçenektir. Doğru cevabı içeren “d” seçeneğinin dokuzuncu sınıf öğrencilerinin % 43’ ü ve on birinci sınıf öğrencilerinin % 46’ sı tarafından işaretlendiği ortaya çıkmıştır. Kovalent bağlanma esnasında bağlanmayı oluşturan elektronların kaybolduğu ifadesini içeren ve yanlış olan “a” seçeneği, dokuzuncu sınıf öğrencilerinin % 13’ ü ve on birinci sınıf öğrencilerinin % 9’ u tarafından doğru cevap olarak işaretlenmiştir. Kovalent bağlanma esnasında bağlanmayı oluşturan atomlar arasında elektron transferinin gerçekleştiği ifadesini içeren ve aslında iyonik bağ için doğru olan bu ifadeyi içeren “b” seçeneğini işaretleyen öğrencilerin yüzdelerinin; hem dokuzuncu sınıf için ve hem de on birinci sınıf için % 16 olduğu ortaya çıkmıştır. Kovalent bağlanma esnasında bağ yapan elektron ya da elektronların her iki atom arasında bölündüğü yanlış ifadesini içeren “c” seçeneğinin ise dokuzuncu sınıf öğrencilerinin % 25’ i ve on birinci sınıf öğrencilerinin % 26’ sı tarafından doğru cevap olarak işaretlendiği tespit edilmiştir. Bu soruyu yanlış cevaplandıran öğrencilerin toplam yüzdeleri, dokuzuncu sınıf için % 54 ve on birinci sınıf için % 51 olarak bulunmuştur.

Bir önceki üçüncü soruya paralel olarak testin dördüncü sorusunda ise, öğrencilerin bir iyonik bağın nasıl gerçekleştiği ve iyonik bağın meydana gelmesi sürecinde atomların nasıl davrandığı ile ilgili anlamalarını ortaya çıkarmak amaçlanmaktadır. Ayrıca bir önceki soruya benzer şekilde bu soru ile, öğrencilerin kimyasal bağ türlerini ve onların özelliklerini ne derece birbirinden ayırt edebildikleri de araştırılmaktadır. Verilen cevap seçenekleri içerisinde, sorunun doğru cevabı olan ifadeyi içeren seçenek yanında literatürden belirlenen ve öğrencilerin bu konuda genellikle sahip oldukları tespit edilen kavram yanlışlarını içeren seçenekler de bulunmaktadır. Bir iyonik bağın oluşabilmesi için bağ yapan atomlardan birinden diğerine elektron transferinin gerçekleşmesi gerektiği ifadesini içeren “b” seçeneği bu sorunun doğru cevabını oluşturmaktadır. İki atom arasında iyonik bağlanmanın meydana gelebilmesi için doğru olan bu ifadeyi içeren “b” seçeneğinin, dokuzuncu sınıf öğrencilerinin % 48’ i ve on birinci sınıf öğrencilerinin % 45’ i tarafından işaretlendiği tespit edilmiştir. İyonik bağlanma esnasında elektronların bağ yapan atomlar arasında paylaşıldığı ifadesini içeren ve aslında kovalent bağlanma için

doğru olan bu ifadeyi içeren “a” seçeneğini işaretleyen öğrencilerin yüzdelerinin; dokuzuncu sınıf için % 17 ve on birinci sınıf için % 20 olduğu belirlenmiştir. Üçüncü test maddesindeki cevap seçeneklerine benzer şekilde, iyonik bağlanma esnasında bağlanmayı oluşturan elektronların kaybolduğu ifadesini içeren ve yanlış olan “c” seçeneğinin, dokuzuncu sınıf öğrencilerinin % 13’ ü ve on birinci sınıf öğrencilerinin % 4’ ü tarafından doğru cevap olarak işaretlendiği ortaya çıkmıştır. İyonik bağlanma esnasında bağ yapan elektronların her iki atom arasında bölündüğü yanlış ifadesini içeren “d” seçeneği ise, dokuzuncu sınıf öğrencilerinin % 19’ u ve on birinci sınıf öğrencilerinin % 25’ i tarafından doğru cevap olarak işaretlenmiştir. Bu soruya yanlış cevap veren öğrencilerin toplam yüzdeleri ise her iki sınıf düzeyi için % 49 olarak ortaya çıkmıştır.

Testteki beşinci soru, öğrencilerin kovalent bağı anlamalarını araştırmaktadır. Bu soruda öğrencilerden kovalent bağı hangi atomlar arasında gerçekleştiğini verilen cevap seçenekleri arasından seçmeleri istenmektedir. Verilen cevap seçenekleri içerisinde, sorunun doğru cevabı olan bilgiyi içeren seçenek yanında kovalent bağlanmanın meydana geldiği atomlar hakkında literatürden belirlenen ve öğrencilerin genellikle sahip oldukları tespit edilen kavram yanlışlarını içeren seçenekler de bulunmaktadır. Bu sorunun doğru cevabını kovalent bağlanmanın ametaller arasında gerçekleştiği ifadesini içeren “c” seçeneği oluşturmaktadır. Doğru bilgiyi içeren bu seçeneği işaretleyen öğrencilerin yüzdeleri, dokuzuncu sınıf için % 57 ve on birinci sınıf için % 61 olarak belirlenmiştir. Kovalent bağlanmanın iki metal atomu arasında gerçekleştiği ifadesini içeren ve yanlış olan “a” seçeneği, dokuzuncu sınıf öğrencilerinin % 16’ sı ve on birinci sınıf öğrencilerinin % 20’ si tarafından doğru cevap olarak işaretlenmiştir. Kovalent bağı metaller ile ametaller arasında gerçekleştiği ifadesini içeren “b” seçeneğini işaretleyen öğrencilerin yüzdeleri ise, dokuzuncu sınıf için % 12 ve on birinci sınıf için % 10 olarak karşımıza çıkmaktadır. Kovalent bağı soy gazlar ile ametaller arasında meydana geldiği ifadesini içeren ve yanlış olan “d” seçeneğinin ise, dokuzuncu sınıf öğrencilerinin % 12’ si ve on birinci sınıf öğrencilerinin % 4’ ü tarafından doğru cevap olarak işaretlendiği ortaya çıkmıştır. Bu soru için yanlış cevabı veren öğrencilerin toplam yüzdeleri, dokuzuncu sınıf için % 40 ve on birinci sınıf için % 34 olarak bulunmuştur.

Bir önceki beşinci soruya paralel olarak testin altıncı sorusu ise, öğrencilerin iyonik bağı anlamalarını araştırmaktadır. Bu soruda da öğrencilerden, iyonik bağı hangi atomlar arasında gerçekleştiğini verilen cevap seçenekleri arasından seçmeleri istenmektedir.

Verilen cevap seçenekleri içerisinde, sorunun doğru cevabı olan bilgiyi içeren seçenek yanında iyonik bağlanmanın meydana geldiği atomlar hakkında literatürden belirlenen ve öğrencilerin genellikle sahip oldukları tespit edilen yanlış anlamaları içeren seçenekler de bulunmaktadır. Bu sorunun doğru cevabını iyonik bağın metaller ile ametaller arasında gerçekleştiği ifadesini içeren “b” seçeneği oluşturmaktadır. Doğru bilgi ifadesini içeren bu seçeneği işaretleyen öğrencilerin yüzdelere baktığımızda, dokuzuncu sınıf öğrencilerinin % 60’ ının ve on birinci sınıf öğrencilerinin % 74’ ünün bu doğru cevap seçeneğini işaretledikleri ortaya çıkmıştır. İyonik bağın metal atomları arasında olduğu ifadesini içeren ve yanlış olan “a” seçeneğinin, dokuzuncu sınıf öğrencilerinin % 13’ ü ve on birinci sınıf öğrencilerinin % 10’ u tarafından doğru cevap olarak işaretlendiği ortaya çıkmıştır. İyonik bağın metal atomları ile soy gaz atomları arasında gerçekleştiği ifadesini içeren ve yanlış olan “c” seçeneği, dokuzuncu sınıf öğrencilerinin % 9’ u ve on birinci sınıf öğrencilerinin % 2’ si tarafından doğru cevap olarak işaretlenmiştir. İyonik bağın ametal atomları arasında olduğu ifadesini içeren ve aslında kovalent bağlanma için doğru olan bu ifadeyi içeren “d” seçeneğinin ise, dokuzuncu sınıf öğrencilerinin % 16’ sı ve on birinci sınıf öğrencilerinin % 11’ i tarafından doğru cevap olarak işaretlendiği tespit edilmiştir. Bu soru için yanlış seçenekleri işaretleyen öğrencilerin toplam yüzdeleri, dokuzuncu sınıf için % 38 ve on birinci sınıf için % 23 olarak ortaya çıkmıştır.

Yedinci soru, öğrencilerin kovalent bağ türlerini ve bu tür kovalent bağlanmalar esnasında bağ yapan elektronların konumlarını ne düzeyde anladıklarını tespit edebilmek amacıyla hazırlanmıştır. Bu soruda bu türlerden yalnızca biri olan polar kovalent bağın özellikleri hakkında öğrencilerin anlamaları araştırılmıştır. Verilen cevap seçenekleri arasında, polar moleküller için doğru olan bilgi ifadesini içeren seçenek yanında öğrencilerin polar kovalent bağlanmaya ait özellikler ile ilgili yaygın olarak sahip oldukları literatürden belirlenen yanlış anlamaları içeren seçenekler de bulunmaktadır. Polar kovalent bağlar; elektronegatiflikleri farklı iki atom arasında meydana geldiklerinden, elektronların her iki atomdan birine daha yakın olduğu ifadesini içeren “c” seçeneği bu sorunun doğru cevabını içeren seçenektir. Doğru bilgi ifadesini içeren bu seçeneği işaretleyen öğrencilerin yüzdeleri, dokuzuncu sınıf için % 46 ve on birinci sınıf için % 38 olarak ortaya çıkmıştır. Polar kovalent bağlarda bağ yapan elektronların her iki atoma eşit uzaklıkta olduğu ifadesini içeren ve yanlış olan “a” seçeneği, dokuzuncu sınıf öğrencilerinin % 21’ i ve on birinci sınıf öğrencilerinin % 32’ si tarafından doğru cevap olarak işaretlenmiştir. Polar kovalent bağlarda bağ yapan elektronların iki atom arasında

kaybolduğu ifadesini içeren “b” seçeneğinin, dokuzuncu sınıf öğrencilerinin % 10’ u ve on birinci sınıf öğrencilerinin % 4’ ü tarafından doğru cevap olarak işaretlendiği ortaya çıkmıştır. Polar kovalent bağların oluşması esnasında bağ yapan atomların birinden diğerine elektron transfer edildiği ifadesini içeren ve yanlış olan “d” seçeneğini işaretleyen öğrenci yüzdeleri ise, dokuzuncu sınıf için % 18 ve on birinci sınıf için % 20 olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu soruya yanlış cevap veren öğrencilerin toplam yüzdeleri, dokuzuncu sınıf için % 49 ve on birinci sınıf için % 56 olarak tespit edilmiştir.

Testteki sekizinci soru öğrencilerin verilen bir molekül içerisinde yer alan atomlar arasındaki bağlanmaların özelliklerini ve onların türlerini ne düzeyde belirleyebildiklerini araştırmayı amaçlamaktadır. Bu soruda, günlük yaşantımızın içerisinde önemli bir yeri olan ve formal öğretim esnasında da kimyasal bağlar konusunun işlenmesi sürecinde kovalent bağa örnek olarak verilen “su” molekülünün içerisindeki bağlanma türünü, öğrencilerin verilen cevap seçenekleri arasından seçmesi istenmektedir. Ayrıca öğrencilerin bu kovalent bağın türünü de belirlemesi gerekmektedir. Cevap seçenekleri içerisinde, su molekülündeki atomlar arasında var olan doğru bağlanma çeşidinin verildiği seçenek yanında öğrencilerin su molekülündeki atomlar arasındaki bağlanmanın türüne ilişkin yaygın olarak sahip oldukları literatürden belirlenen yanlış anlamaları içeren seçenekler de bulunmaktadır. Su molekülü içerisindeki atomlar arasında polar kovalent bağ olduğu ifadesini içeren “d” seçeneği bu sorunun doğru cevabını içermektedir. Cevap seçenekleri arasından doğru bilgi ifadesini içeren bu seçeneği işaretleyen öğrencilerin yüzdeleri, dokuzuncu sınıf için % 42 ve on birinci sınıf için % 50 olarak belirlenmiştir. Su molekülü içerisindeki atomlar arasında oluşan bağın apolar kovalent bağ olduğu ifadesini içeren ve yanlış olan “a” seçeneğinin, dokuzuncu sınıf öğrencilerinin % 18’ i ve on birinci sınıf öğrencilerinin % 21’i tarafından doğru cevap olarak işaretlendiği ortaya çıkmıştır. Buna karşılık, su molekülü içerisindeki bağın iyonik bağ olduğu ifadesini içeren “b” seçeneğini doğru cevap olarak işaretleyen öğrenci yüzdeleri ise, dokuzuncu sınıf için % 22 ve on birinci sınıf için % 2 olarak tespit edilmiştir. Su molekülü içerisindeki atomlar arasındaki bağın moleküller arası bir bağ olan hidrojen bağı olduğu ifadesini içeren ve yanlış olan “c” seçeneğinin öğrenciler tarafından doğru cevap olarak işaretlenme yüzdelerine baktığımızda ise, bu yüzde oranlarının dokuzuncu sınıf için % 16 ve on birinci sınıf için % 25 olduğu belirlenmiştir. Bu soru için yanlış cevabı veren öğrencilerin toplam yüzdelerinin, dokuzuncu sınıf için % 56 ve on birinci sınıf için % 48 olduğu tespit edilmiştir.

Dokuzuncu soru öğrencilerin oktet kuralını anlama düzeylerini ölçmektedir. Bu soruda öğrencilerden bir atomun kimyasal olarak kararlı olabilmesi için genellikle en dış enerji kabuğunda kaç elektrona sahip olması gerektiği sorulmakta ve öğrencilerden bunu verilen cevap seçenekleri arasından seçmeleri istenmektedir. Bir atomun kimyasal olarak en kararlı olabilmesi için genellikle en dış enerji kabuğunda 8 elektrona sahip olması gerektiği ifadesini içeren “d” seçeneği bu sorunun doğru cevabını oluşturmaktadır. Doğru cevabı içeren “d” seçeneğinin dokuzuncu sınıf öğrencilerinin % 62’si ve on birinci sınıf öğrencilerinin % 67’ si tarafından işaretlendiği ortaya çıkmıştır. Bir atomun kimyasal olarak en kararlı olabilmesi için genellikle en dış enerji kabuğunda 2 elektrona sahip olması gerektiği ifadesini içeren ve yanlış olan “a” seçeneği, dokuzuncu sınıf öğrencilerinin % 16’ sı ve on birinci sınıf öğrencilerinin % 20’ si tarafından doğru cevap olarak seçilmiştir. Ayrıca bir atomun kararlı olabilmesi için en dış enerji kabuğunda 4 elektrona sahip olması gerektiği ifadesini içeren ve yanlış olan “b” seçeneğinin, dokuzuncu sınıf öğrencilerinin % 8’ i ve on birinci sınıf öğrencilerinin % 5’ i tarafından doğru cevap olarak işaretlendiği tespit edilmiştir. Bir atomun kararlı olabilmesi için en dış enerji kabuğunda 6 elektrona sahip olması gerektiği ifadesini içeren ve yanlış olan diğer bir seçenek de “c” seçeneğidir. Bu seçenek ise, dokuzuncu sınıf öğrencilerinin % 10’ u ve on birinci sınıf öğrencilerinin % 6’ sı tarafından doğru cevap olarak işaretlenmiştir. Bu soruda yanlış seçenekleri işaretleyen öğrencilerin toplam yüzdeleri, dokuzuncu sınıf için % 34 ve on birinci sınıf için % 31 olarak ortaya çıkmıştır.

Testin onuncu maddesinin soru kökünde iyonik bağın tanımı yer almaktadır. Bu soruda öğrencilerden, verilen bu tanımın hangi bağlanma türüne ait olduğunu seçmesi istenmektedir. İyonik bağın özelliklerini, iyonik bağın gerçekleşebilmesi için atomların sahip olması gereken özellikleri ve bağlanmanın gerçekleşebilmesi için atomların nasıl davranmaları gerektiğini bilen öğrenci bu soruyu doğru olarak işaretleyebilir. Atomlardan birinin elektron verdiği ve diğerinin ise bu elektronu kazandığı zaman oluşan bağın iyonik bağ olduğu ifadesi “a” seçeneğinde yer almaktadır ve bu seçenek onuncu soru için doğru cevabı içeren seçenektir. Cevap seçeneklerinde yer alan diğer seçenekler, öğrencilerin anlamalarının ölçülmek istendiği bu özelliklerle ilgili literatürden belirlenen kavram yanlışlarını içermektedir. Doğru tanımlamayı içeren “a” seçeneğinin, dokuzuncu sınıf öğrencilerinin % 54’ ü ve on birinci sınıf öğrencilerinin % 60’ ı tarafından işaretlendiği tespit edilmiştir. Verilen tanımlamanın kovalent bağa ait olduğunu ifade eden ve yanlış olan “b” seçeneği, dokuzuncu sınıf öğrencilerinin % 17’ si ve on birinci sınıf öğrencilerinin

% 25' i tarafından doğru cevap olarak seçilmiştir. Verilen tanımlamanın hidrojen bağına açıklayan bir ifade olduğuna işaret eden ve yanlış olan "c" seçeneğinin öğrenciler tarafından doğru cevap olarak işaretlenme yüzdelere baktığımızda ise, bu yüzde oranlarının dokuzuncu sınıf için % 13 ve on birinci sınıf için % 4 olduğu ortaya çıkmıştır. Soru kökünde verilen açıklamanın metalik bağı tanımladığını ifade eden ve yanlış olan "d" seçeneği ise, dokuzuncu sınıf öğrencilerinin % 11' i ve on birinci sınıf öğrencilerinin % 7' si tarafından doğru cevap olarak işaretlenmiştir. Bu soruyu yanlış olarak cevaplandıran öğrencilerin toplam yüzdelere ise, dokuzuncu sınıf için % 41 ve on birinci sınıf için % 36 olduğu tespit edilmiştir.

On birinci soru öğrencilerin kimyasal bağların nasıl gerçekleştiğini ve bağlanma türlerini ne düzeyde anladıklarını araştırmak için düzenlenmiştir. Soru kökü içerisinde öğrencinin tamamlaması gereken bir boşluk bulunmaktadır ve öğrenciden bu boşluğa gelebilecek en doğru ifadeyi verilen cevap seçenekleri arasından bir tanesini seçerek yerleştirmesi istenmektedir. Bu soru da cevap seçenekleri, öğrencilerin bağlanmanın gerçekleşmesi esnasında bağ yapan atomların elektronlarının davranışlarına ilişkin olarak yaygın olarak sahip oldukları literatürden tespit edilen kavram yanlışlarını içerecek şekilde düzenlenmiştir. Kimyasal bağlanmanın, bağlanmayı yapacak atomların özelliklerine göre değişen iki çeşidinden biri olan iyonik bağı; "atomlardan biri elektron kaybedip diğeri kazandığında" biçiminde ifade eden soruda "ya da" ifadesi ile öğrencilerin bağlanmanın diğeri türünün nasıl oluştuğunu söylemeleri istenmiştir. Diğeri kimyasal bağın elektronların bağ yapan atomlar arasında paylaşıldığında meydana geleceği ifadesini içeren "b" seçeneği bu sorunun doğru cevabını oluşturmaktadır. Doğru bilgi ifadesini içeren bu seçeneği işaretleyen öğrencilerin yüzdelere bakıldığında bu oranların, dokuzuncu sınıf için % 54 ve on birinci sınıf için % 64 olduğu ortaya çıkmıştır. Verilen tanımlamayı elektronlar bağ yapan atomlar arasında bölündüğünde ifadesi ile tamamlayan ve yanlış olan "a" seçeneğinin, dokuzuncu sınıf öğrencilerinin % 15' i ve on birinci sınıf öğrencilerinin % 20' si tarafından doğru cevap olarak işaretlendiği tespit edilmiştir. Kimyasal bağın bu türünün oluşması esnasında elektronların bağ yapan atomlar arasında birbiriyle bütünleştiklerini ifade eden ve yanlış olan "c" seçeneği, dokuzuncu sınıf öğrencilerinin % 20' si ve on birinci sınıf öğrencilerinin % 9' u tarafından doğru cevap olarak işaretlenmiştir. Bağlanmanın sorulan bu türünün oluşması esnasında elektronların bağ yapan atomlar arasında kaybolduğu ifadesini içeren "d" seçeneğinin ise, dokuzuncu sınıf öğrencilerinin % 9' u ve on birinci sınıf öğrencilerinin % 5' i tarafından doğru cevap

olarak işaretlendiği tespit edilmiştir. Bu soru için dokuzuncu sınıf öğrencilerinin toplam % 44' ü yanlış cevabı verirken, on birinci sınıf öğrencilerinin toplam % 34' ü soruyu yanlış cevaplandırmıştır.

On ikinci soru öğrencilerin kimyasal bağlanma türleri, bu bağlanmaları oluşturacak atomların sahip olması gereken özellikler, bu bağlanmaların var olduğu moleküllerin özellikleri ve moleküllerin şekillerini etkileyen faktörler ile ilgili anlamalarını ve onların, farklı atomların verilmesi ve bu özellikleri bakımından sorgulanmasının istenmesi durumunda sahip oldukları bilgileri ne düzeyde uygulayabildiklerini araştırmak için geliştirilmiştir. Öğrencilerden, atom numaraları verilen beş farklı atomun birbirleriyle bağ yapmaları durumu için verilen ifadeleri içeren seçenekler arasından hangi ifadeyi içeren seçeneğin yanlış olduğunu seçmeleri istenmektedir. Verilen ifadeler arasında atom numarası 15 olan G atomu ile atom numarası 9 olan Y atomunun oluşturduğu GY_3 bileşiğinin moleküllerinin düzlem üçgen biçiminde olduğu ifadesini içeren “d” seçeneği sorunun doğru cevabını oluşturmaktadır. Bu soruyu doğru cevaplayan öğrencilerin yüzdeleri, dokuzuncu sınıf için % 37 ve on birinci sınıf için % 48 olarak tespit edilmiştir. Atom numarası 10 olan Z atomunun tabiatta tek atomlu halde bulunduğunu ifade eden “a” seçeneğinin yanlış olduğunu düşünen ve bu seçeneği işaretleyen öğrencilerin yüzdelerine baktığımızda, bu yüzde oranlarının dokuzuncu sınıf için % 13 ve on birinci sınıf için % 19 olduğu ortaya çıkmıştır. Atom numarası 8 olan X atomu ile atom numarası 9 olan Y atomunun oluşturduğu XY_2 bileşiğinin moleküllerinde iki kovalent bağ olduğu ifadesini içeren “b” seçeneğinin ise, dokuzuncu sınıf öğrencilerinin % 23' ü ve on birinci sınıf öğrencilerinin % 7' si tarafından yanlış olan ifade olarak düşünüldüğü ve sorunun doğru cevabı olarak işaretlendiği ortaya çıkmıştır. Atom numarası 12 olan E atomu ile atom numarası 9 olan Y atomunun oluşturduğu EY_2 bileşiğinin sudaki çözeltisinin elektrik akımını iletceği ifadesini içeren “c” seçeneğinin yanlış olduğunu düşünen ve bu seçeneği işaretleyen öğrencilerin yüzdelerinin ise, dokuzuncu sınıf için % 23 ve on birinci sınıf için % 21 olduğu tespit edilmiştir. Bu soruyu yanlış cevaplandıran öğrencilerin toplam yüzdelerine bakıldığında bu yüzdelerin, dokuzuncu sınıf için % 59 ve on birinci sınıf için % 47 olduğu ortaya çıkmıştır.

On üçüncü soru öğrencilerin moleküller arası bağlanma ile ilgili anlamalarını araştırmayı amaçlayan bir sorudur. Soru kökü içerisinde moleküller arası bağlanmaların türleri ve onların özellikleri ile ilgili üç bilgi verilmiştir. Öğrencilerden, bu bilgi

ifadelerinden yararlanarak soruda verilen maddeler içerisinde kaynama noktası en yüksek ve en düşük olanlarını seçmeleri istenmektedir. Cevap seçenekleri içerisinde öğrencilere kaynama noktası en yüksek ve en düşük olan maddeleri belirlemelerinde örnek teşkil edecek sıralamalar yer almaktadır. Soru kökünde verilen bilgiler de dikkate alındığında, H_2O , HF , HCl , HI ve CH_4 molekülleri arasında kaynama noktası en yüksek olanının H_2O , en düşük olanının CH_4 molekülleri olduğu sıralaması bu sorunun doğru cevabını oluşturmaktadır. Cevap seçenekleri içerisinde bu sıralamanın yer aldığı seçenek “a” seçeneğidir ve bu seçenek sorunun doğru cevabını oluşturmaktadır. Bu seçeneği işaretleyen öğrencilerin yüzdelerine bakıldığında, dokuzuncu sınıf öğrencilerinin % 27’sinin ve on birinci sınıf öğrencilerinin % 34’ünün bu seçeneği işaretledikleri ortaya çıkmıştır. Verilen moleküller arasında kaynama noktası en yüksek molekülün H_2O molekülü, kaynama noktası en düşük olanının ise HF molekülü olduğunu ifade eden ve yanlış olan “b” seçeneği, dokuzuncu sınıf öğrencilerinin % 13’ü ve on birinci sınıf öğrencilerinin % 14’ü tarafından doğru cevap olarak işaretlenmiştir. Verilen moleküller arasından HI moleküllerini en yüksek kaynama noktasına sahip molekül, HF moleküllerini ise en düşük kaynama noktasına sahip molekül olarak veren “c” seçeneğinin öğrenciler tarafından doğru cevap olarak seçilme yüzdeleri, dokuzuncu sınıf için % 38 ve on birinci sınıf için % 25 olarak tespit edilmiştir. Verilen moleküller arasında kaynama noktası en yüksek ve en düşük moleküllerin sırasıyla HI ve CH_4 olduğunu ifade eden “d” seçeneğinin ise, dokuzuncu sınıf öğrencilerinin % 12’si ve on birinci sınıf öğrencilerinin % 19’u tarafından doğru cevap olarak işaretlendiği ortaya çıkmıştır. Bu soruya yanlış cevap veren öğrencilerin toplam yüzdelerinin ise, dokuzuncu sınıf için % 63 ve on birinci sınıf için % 58 olduğu tespit edilmiştir.

Testin on dördüncü sorusu, öğrencilerin bir polar kovalent bağda elektronların bağ yapan atomlar arasındaki konumu ve bunu etkileyen faktörler ile ilgili anlamalarını araştırmaktadır. Öğrencilere atomları arasında polar kovalent bağlanmanın bulunduğu bir molekül örneği verilerek, onlardan bu molekülde elektronların pozisyonu için cevap seçeneklerinde verilen bilgi ifadelerinden hangisinin doğru olduğunu seçmeleri istenmiştir. Cevap seçenekleri içerisinde, öğrencilerin polar moleküllerde bağ yapan elektronların konumuna ilişkin olarak doğru açıklamanın verildiği seçenek yanında öğrencilerin araştırılan bu özellikle ilgili yaygın olarak sahip oldukları literatürden tespit edilen yanlış anlamaları içeren seçenekler de bulunmaktadır. HF molekülünde bağ yapan elektronların flor tarafından daha fazla çekildiği ifadesini içeren “c” seçeneği sorunun doğru cevabını

oluşturmaktadır. Doğru bilgi ifadesini içeren bu seçeneği işaretleyen öğrencilerin yüzdeleri, dokuzuncu sınıf için % 42 ve on birinci sınıf için % 57 olarak tespit edilmiştir. HF molekülü için, bağlanmaya katılmayan elektronların bağ yapan elektronların pozisyonunu etkileyeceği ifadesini içeren ve yanlış olan “a” seçeneği, dokuzuncu sınıf öğrencilerinin % 13’ ü ve on birinci sınıf öğrencilerinin % 14’ ü tarafından doğru cevap olarak seçilmiştir. Hidrojen ve flor atomları arasında bir kovalent bağ oluştuğu için elektron çiftinin merkezde yerleşeceği ifadesini içeren ve yanlış olan “b” seçeneğinin, dokuzuncu sınıf öğrencilerinin % 24’ ü ve on birinci sınıf öğrencilerinin % 11’ i tarafından doğru cevap olarak işaretlendiği ortaya çıkmıştır. HF molekülünde, flor atomları hidrojenen daha büyük olduğu için bağ elektronları üzerinde daha büyük bir etkiye sahip olduğu ifadesini içeren ve yanlış olan “d” seçeneğinin ise, dokuzuncu sınıf öğrencilerinin % 16’ sı ve on birinci sınıf öğrencilerinin % 14’ ü tarafından doğru cevap olarak işaretlendiği tespit edilmiştir. Bu sorunun öğrenciler tarafından yanlış cevaplanma yüzdelerinin toplamda, dokuzuncu sınıf için % 53 ve on birinci sınıf için % 39 olduğu ortaya çıkmıştır.

Testin on beşinci sorusu; öğrencilerin oktet kuralını anlama düzeylerini ölçmektedir. Öğrencilerden, Oktet kuralını tam olarak ifade eden seçeneği verilen cevap seçenekleri arasından seçmeleri istenmektedir. Oktet kuralı; atomların son elektron kabuğunda sekiz elektrona sahip olmak için elektronlarını başka atomlar ile paylaşarak kovalent bağlar oluşturacaklarını ifade etmektedir. Oktet kuralının tam açıklamasını içeren bu ifadenin yer aldığı seçenek “a” seçeneğidir ve bu seçenek sorunun doğru cevabını oluşturmaktadır. Diğer seçeneklerde, diğer test maddelerinde olduğu gibi öğrencilerin bu kural ile ilişkili olarak yaygın bir şekilde sahip oldukları literatürden tespit edilen kavram yanlışları yer almaktadır. Oktet kuralı için doğru açıklamayı içeren “a” seçeneğini işaretleyen öğrencilerin yüzdelerine bakıldığında, dokuzuncu sınıf öğrencilerinin % 42’ sinin ve on birinci sınıf öğrencilerinin % 40’ ının bu soruyu doğru olarak cevapladıkları tespit edilmiştir. Oktet kuralının bir atomun bağ sayısının belirlenmesinde kullanılan bir kural olduğu ve bir atomun yapacağı bağlanma sayısının o atomun en dış kabuğundaki elektron sayısına eşit olduğu ifadesini içeren ve yanlış olan “b” seçeneğinin, dokuzuncu sınıf öğrencilerinin % 22’ si ve on birinci sınıf öğrencilerinin % 30’ u tarafından doğru cevap olarak işaretlendiği ortaya çıkmıştır. Oktet kuralının bir molekülün şeklinin belirlenmesinde kullanılan bir kural olduğu ve molekülün şeklinin paylaşılan elektronların sayına bağlı olduğu ifadesini içeren ve yanlış olan “c” seçeneği, dokuzuncu sınıf

öğrencilerinin % 20' si ve on birinci sınıf öğrencilerinin % 18' i tarafından doğru cevap olarak seçilmiştir. Oktet kuralının bir molekülün şeklinin yalnızca bağ yapmayan elektron çiftlerinin sayısına bağlı olduğunu ifade eden ve yanlış olan “d” seçeneğinin ise, dokuzuncu sınıf öğrencilerinin % 13' ü ve on birinci sınıf öğrencilerinin % 7' si tarafından doğru cevap olarak işaretlendiği ortaya çıkmıştır. Bu soruya yanlış cevap veren öğrencilerin toplam yüzdelerinin ise, her iki sınıf düzeyi için eşit ve % 55 olduğu tespit edilmiştir.

On altıncı soru, öğrencilerin moleküller arası kuvvetler ile ilgili anlamalarını ortaya çıkarmak için geliştirilmiş bir sorudur. Bu soruda, doğru veya yanlış verilen bazı özellikler moleküller arası kuvvetler ile ilişkilendirilmiştir. Öğrencilerden, verilen ifadeler arasından moleküller arası kuvvetler için doğru olan ifadeyi seçmeleri istenmektedir. Ayrıca bu soru ile öğrencilerin, moleküller arası kuvvetler ile molekül içi bağları birbirinden ayırt edemedikleri tespit edilmeye çalışılmaktadır. Diğer sorularda olduğu gibi bu sorunun cevap seçeneklerinde de, moleküller arası kuvvetler için verilen doğru bilgi ifadesini içeren seçenek yanında literatürden belirlenen ve öğrencilerin genellikle sahip olduğu belirlenen kavram yanılgılarını içeren seçenekler yer almaktadır. Bir maddenin molekülleri arasındaki kuvvetler ne kadar güçlü ise kaynama noktası o kadar yüksek olur ifadesini içeren seçenek bu sorunun doğru cevabını oluşturmaktadır ve bu ifade “c” seçeneğinde yer almaktadır. Moleküller arası kuvvetler ile ilgili doğru ifadeyi içeren bu seçeneği işaretleyen öğrencilerin yüzdeleri, dokuzuncu sınıf için % 34 ve on birinci sınıf için % 30 olarak tespit edilmiştir. Moleküller arası kuvvetlerin moleküller içerisindeki kuvvetler olduğu ifadesini içeren ve yanlış olan “a” seçeneğinin, dokuzuncu sınıf öğrencilerinin % 20' si ve on birinci sınıf öğrencilerinin % 21' i tarafından doğru cevap olarak işaretlendiği ortaya çıkmıştır. Bir maddenin hal değiştirmesi esnasında moleküller içerisindeki bağların kırılacağı ifadesini içeren ve yanlış olan “b” seçeneği, dokuzuncu sınıf öğrencilerinin % 22' si ve on birinci sınıf öğrencilerinin % 24' ü tarafından doğru cevap olarak seçilmiştir. Bir su molekülünde hidrojen ve oksijen atomlarını bir arada tutan kuvvetlerin hidrojen bağı olduğu ifadesini içeren yanlış olan “d” seçeneğinin ise, dokuzuncu sınıf öğrencilerinin % 22' si ve on birinci sınıf öğrencilerinin % 20' si tarafından doğru cevap olarak işaretlendiği tespit edilmiştir. Bu soruya yanlış seçeneği işaretleyerek cevap veren öğrencilerin toplam yüzdelerine bakıldığında bunların, dokuzuncu sınıf için % 64 ve on birinci sınıf için % 65 olduğu ortaya çıkmıştır.

Testteki on yedinci soru, öğrencilerin su molekülünün yapısı ile ilgili anlamalarını ölçmeyi amaçlamaktadır. Bu soruda da sekizinci soruda olduğu gibi, günlük yaşamımızın içerisinde önemli bir yeri olan ve formal öğretim esnasında da kimyasal bağlar konusunun işlenmesi sürecinde gerek molekülleri içerisindeki ve molekülleri arasındaki bağlanmalardan ve gerekse moleküllerinin özelliklerinden mutlaka bahsedilmiş olan “su” molekülü örnek olarak verilmiş ve öğrencilerden, su molekülleri için cevap seçenekleri içerisinde verilmiş olan ifadeler arasından doğru olanı işaretlemeleri istenmiştir. Ayrıca bu soru ile öğrencilerin, bağlanma türleri hakkındaki bilgileri, molekül içi bağları ve moleküller arası kuvvetleri ayırt edebilme yetenekleri ve moleküllerin özellikleri ilgili anlamaları da araştırılmaktadır. Su moleküllerinin açısız bir molekül şekline sahip olduğu ifadesi “a” seçeneğinde yer almaktadır ve bu seçenek doğru cevabı içeren seçenektir. Su molekülleri için doğru ifadeyi içeren bu seçeneğin, dokuzuncu sınıf öğrencilerinin % 31’ i ve on birinci sınıf öğrencilerinin % 33’ ü tarafından işaretlendiği tespit edilmiştir. Su moleküllerinin şeklinin sıcaklıkla değiştiği ifadesini içeren ve yanlış olan “b” seçeneğinin, dokuzuncu sınıf öğrencilerinin % 19’ u, on birinci sınıf öğrencilerinin ise % 23’ ü tarafından doğru cevap olarak işaretlendiği ortaya çıkmıştır. Su moleküllerinin doğrusal bir molekül şekline sahip olduğu ifadesini içeren ve yanlış olan “c” seçeneğini işaretleyen öğrencilerin yüzdelerine bakıldığında, dokuzuncu sınıf öğrencilerinin % 23’ ünün ve on birinci sınıf öğrencilerinin % 20’ sinin bu seçeneği doğru cevap olarak işaretledikleri belirlenmiştir. Su moleküllerinin, içerisinde bulunduğu kabın şekline göre şekil değiştirdiği ifadesini içeren “d” seçeneğinin ise, dokuzuncu sınıf öğrencilerinin % 25’ i ve on birinci sınıf öğrencilerinin % 19’ u tarafından doğru cevap olarak işaretlendiği ortaya çıkmıştır. Bu soruya yanlış cevap veren öğrencilerin toplam yüzdelerinin ise, dokuzuncu sınıf için % 67 ve on birinci sınıf için % 62 olduğu tespit edilmiştir.

Testteki on sekizinci soru, öğrencilerin metalik bağlanma ile ilgili anlamalarını araştırmak için düzenlenmiş bir sorudur. Ayrıca bu soru ile, öğrencilerin metalik bağlanmanın özelliklerini diğer bağlanma türlerinin özelliklerinden ne derece ayırt edebildikleri de araştırılmaktadır. Çünkü cevap seçenekleri içerisinde öğrencilerin metalik bağlanmanın özellikleri ile ilgili yaygın olarak sahip oldukları literatürden tespit edilen yanlış ifadeler yer almaktadır. Bu soruda öğrencilerden, cevap seçenekleri içerisinde verilen ifadelerden metalik bağların oluşumu için doğru olan açıklama ifadesini içeren seçeneği işaretlemeleri istenmektedir. Metalik bağlanmanın; metal atomları çekirdeklerinin birbirlerinin elektronlarını çekmeleriyle oluştuğu ifadesi bu sorunun doğru cevabını

oluşturmaktadır ve bu ifadenin yer aldığı seçenek “c” seçeneğidir. Cevap seçenekleri arasından metalik bağlanma için doğru tanımlamayı içeren bu seçeneği işaretleyen öğrencilerin yüzdeleri, dokuzuncu sınıf için % 30 ve on birinci sınıf için % 32 olarak belirlenmiştir. Metalik bağlanmanın; metal atomlarının arasındaki elektron alışverişi sayesinde gerçekleştiği ifadesini içeren ve yanlış olan “a” seçeneğinin, dokuzuncu sınıf öğrencilerinin % 27’ si ve on birinci sınıf öğrencilerinin % 22’ si tarafından doğru cevap olarak işaretlendiği ortaya çıkmıştır. Metalik bağlanmanın metal atomlarının kendi aralarındaki elektron ortaklaşmasıyla olduğu ifadesini içeren “b” seçeneğini doğru cevap olarak işaretleyen öğrencilerin yüzdeleri ise, dokuzuncu sınıf için % 19 ve on birinci sınıf için % 23 olarak karşımıza çıkmaktadır. Metalik bağlanmanın metal atomları arasındaki van der Waals çekim kuvvetlerinden ibaret olduğu yanlış ifadesini içeren “d” seçeneği ise, dokuzuncu sınıf öğrencilerinin % 19’ u ve on birinci sınıf öğrencilerinin % 17’ si tarafından doğru cevap olarak işaretlenmiştir. Bu soruya yanlış cevap veren öğrencilerin toplam yüzdelerinin ise, dokuzuncu sınıf için % 65, on birinci sınıf için % 62 olduğu tespit edilmiştir.

On dokuzuncu soru, iyonik bağlanma ve onun özellikleri ile ilgili bir sorudur. Bu soruda, günlük yaşamımızın içerisinde önemli bir yeri olan ve formal öğretim esnasında da iyonik bağa örnek olarak verilen bileşiklerden bir tanesi olan tuz (NaCl) molekülünde sodyum ve klor atomlarının dizilişi iki boyutlu bir diyagram olarak verilmiş ve öğrencilerden, verilen bu diyagramı da dikkate alarak diyagramın altında yer alan ifadeler arasından doğru olanı ya da olanlarını içeren cevap seçeneğini işaretlemeleri istenmiştir. İyonik bağla ve gösterilen diyagramla ilgili verilen beş önerme arasından doğru önermeleri içeren seçenek “d” seçeneğidir. Bu seçenek; diyagramdaki her bir sodyum ya da klor iyonunun etrafındaki diğer klor ya da sodyum iyonlarıyla iyonik bağlı olduğu ifadesini (3. önerme) ve sodyum ve klor iyonları arasında bağ oluşmasının nedeninin zıt yüklü olmalarından dolayı olduğu ifadesini (4. önerme) içeren seçenektir. Bu doğru ifadeleri içeren “d” seçeneği sorunun doğru cevabını oluşturmaktadır. Bu soruyu doğru cevaplayan öğrencilerin yüzdeleri, dokuzuncu sınıf için % 27 ve on birinci sınıf için % 30 olarak tespit edilmiştir. Diyagramda on iki sodyum klorür molekülünün ve on iki iyonik bağın olduğu ifadesinin (1. önerme), diyagramdaki her bir klor iyonunun yalnızca bir sodyum iyonu tarafından iyonik bağla çekildiği, diğer sodyum atomları tarafından yapılan çekimlerin ise sadece moleküller arası kuvvetler olduğu ifadesini (2. önerme) ve yukarıda ifade edilen 3. önermeyi içeren “a” seçeneğini işaretleyen öğrencilerin yüzdelerinin; dokuzuncu sınıf için

% 30 ve on birinci sınıf için % 35 olduğu belirlenmiştir. Daha önce ifade edilen 2. ve 3. önermelerin doğru olduğunu söyleyen “b” seçeneğini işaretleyen öğrencilerin yüzdelerinin; dokuzuncu sınıf için % 24 ve on birinci sınıf için % 19 olduğu belirlenmiştir. Yukarıda ifade edilen 4. önermeyi ve diyagram üzerinde bir iyonik bağın yerinin, hangi klor iyonunun hangi sodyum atomundan elektron aldığı bilinmediği sürece belirlenemeyeceği ifadesini (5. önerme) içeren “c” seçeneğinin ise, dokuzuncu sınıf öğrencilerinin % 17’ si ve on birinci sınıf öğrencilerinin % 14’ ü tarafından doğru cevap olarak işaretlendiği tespit edilmiştir. Bu soruyu yanlış cevaplayan öğrencilerin toplam yüzdelerinin, dokuzuncu sınıf için % 71, on birinci sınıf için % 68 olduğu ortaya çıkmıştır.

Yirminci soru, öğrencilerin moleküller arası kuvvetlerden biri olan dipol-dipol etkileşimlerini anlama düzeylerini ölçmektedir. Cevap seçeneklerinde moleküller arası bir kuvvet olan dipol- dipol etkileşimleri için literatürden belirlenmiş kavram yanlışlarını içeren ifadeler ve bir de dipol-dipol etkileşimlerinin doğru tanımlaması yer almaktadır. Dipol- dipol etkileşimlerinin; atomları arasında kovalent bağ bulunan HCl, HF, NH₃ gibi kutuplu moleküller arasında oluşan elektriksel çekim kuvvetleri olduğu ifadesini içeren “d” seçeneği bu sorunun doğru cevabını oluşturmaktadır. Bu seçeneği doğru cevap olarak işaretleyen öğrencilerin yüzdeleri; dokuzuncu sınıf için % 27 ve on birinci sınıf için % 39 olarak belirlenmiştir. Molekülleri arasında dipol-dipol etkileşimlerini içeren maddelerin erime ve kaynama noktalarının genellikle düşük olduğu ifadesini içeren ve yanlış olan “a” seçeneğinin, dokuzuncu sınıf öğrencilerinin % 17’ si ve on birinci sınıf öğrencilerinin % 12’ si tarafından doğru cevap olarak işaretlendiği ortaya çıkmıştır. Dipol- dipol etkileşimlerinin, He, Ar, Ne gibi simetrik elektron dağılımına sahip soy gaz atomlarının bir anlık simetrilerinin bozulması durumunda oluşan kutupluluğun etrafındaki atomları da etkilemesiyle oluşan moleküller arası bir çekim kuvveti olduğu ifadesini içeren ve yanlış olan “b” seçeneğinin, dokuzuncu sınıf öğrencilerinin % 21’ i ve on birinci sınıf öğrencilerinin % 30’ u tarafından doğru cevap olarak işaretlendiği belirlenmiştir. Dipol- dipol etkileşimlerinin van der Waals etkileşimlerinden daha zayıf olduğu ifadesini içeren ve yanlış olan diğer bir seçenek de “c” seçeneğidir. Bu seçenek ise, dokuzuncu sınıf öğrencilerinin % 30’ u ve on birinci sınıf öğrencilerinin % 12’ si tarafından doğru cevap olarak işaretlenmiştir. Bu soru için dokuzuncu sınıf öğrencilerinin toplam % 68’ i yanlış cevap verirken, on birinci sınıf öğrencilerinin toplam % 54’ ü soruyu yanlış cevaplandırmıştır.

Testin yirmi birinci sorusu, öğrencilerin molekül içi kuvvetler ve moleküller arası kuvvetler ile ilgili anlamalarını ve bunları ne derece ayırt edebildiklerini ölçmeyi amaçlamaktadır. Bu soruda öğrencilerden, molekül içi kuvvetler ile moleküller arası kuvvetleri hem birbirleri ile hem de kendi aralarında kuvvetleri yönünden karşılaştırmaları istenmektedir. Test maddesinin soru kökü içerisinde öğrencilere kuvvetlerine göre büyükten küçüğe sıralamaları gereken bağ türleri verilmiştir. Bu test maddesinin cevap seçeneklerinde ise, bağ kuvvetleri ile ilgili literatürden belirlenen ve öğrencilerin genellikle sahip olduğu tespit edilen kavram yanlışlarını içeren kuvvet sıralamaları ve bir de bu bağların kuvvetlerine göre doğru sıralanmasını içeren sıralamalar yer almaktadır. İyonik bağlanmanın en kuvvetli bağlanma olduğu, kovalent bağın ikinci en kuvvetli bağ olduğu, verilen bağ türleri arasında diğerlerinin moleküller arası bağ olması nedeniyle kuvvetleri bakımından bunlardan sonra geldiği ve bunlar arasında da hidrojen bağının van der Waals bağlarından daha kuvvetli olduğu sıralamasını içeren seçenek bu sorunun doğru cevabını oluşturmaktadır. Doğru olan bu sıralama “c” seçeneğinde verilmiştir. Bu soruyu doğru cevaplayan öğrencilerin yüzdelerine bakıldığında, dokuzuncu sınıf için % 33 ve on birinci sınıf için % 43 olduğu tespit edilmiştir. Hidrojen bağlarının en kuvvetli bağ olduğu, iyonik bağın ikinci en kuvvetli bağ olduğu, kovalent bağların kuvvetinin bunlardan daha düşük olduğu ve en zayıf olanının ise van der Waals bağları olduğu sıralamasını içeren ve yanlış olan “a” seçeneğinin, dokuzuncu sınıf öğrencilerinin % 23’ ü ve on birinci sınıf öğrencilerinin % 25’ i tarafından doğru cevap olarak işaretlendiği ortaya çıkmıştır. Verilen bağlar kuvvetlerine göre sıralandığında bu sıralamanın en kuvvetliden zayıfa doğru; kovalent bağ, iyonik bağ, hidrojen bağ ve van der Waals bağ şeklinde olacağını ifade eden ve yanlış olan “b” seçeneği, dokuzuncu sınıf öğrencilerinin % 16’ sı ve on birinci sınıf öğrencilerinin % 13’ ü tarafından doğru cevap olarak işaretlenmiştir. İyonik bağın en kuvvetli bağ olduğu, kovalent bağın ikinci en kuvvetli bağ olduğu, van der Waals bağının kuvvetinin bunlardan daha düşük olduğu ve en zayıf olanının ise hidrojen bağ olduğu sıralamasını içeren ve yanlış olan “d” seçeneğinin ise, dokuzuncu sınıf öğrencilerinin % 25’ i ve on birinci sınıf öğrencilerinin % 16’ sı tarafından doğru cevap olarak işaretlendiği belirlenmiştir. Bu soruya yanlış cevap veren öğrencilerin toplam yüzdelerinin ise, dokuzuncu sınıf için % 64, on birinci sınıf için % 54 olduğu tespit edilmiştir.

Testteki yirmi ikinci soru moleküller arası kuvvetlerden biri olan van der Waals kuvvetleri ile ilgilidir. Öğrencilerin van der Waals kuvvetlerinin yapısı ve özellikleri ile ilgili anlamalarını ölçen bu soruda ayrıca öğrencilerin, van der Waals kuvvetlerini diğer

bağlardan ne derece ayırt edebildikleri de ölçülmektedir. Soruda öğrencilerden, van der Waals kuvvetleri için cevap seçenekleri arasında verilen ifadelerden doğru olanını seçmeleri istenmektedir. Verilen cevap seçenekleri, öğrencilerin bu kuvvetler ile ilgili literatürden belirlenen ve öğrencilerin genellikle sahip olduğu tespit edilen kavram yanlışlarını içeren ifadeleri ve bir de van der Waals kuvvetleri için doğru olan ifadeyi içermektedir. Van der Waals kuvvetleri için doğru olan bilgi ifadesini içeren seçenek “b” seçeneğidir ve bu seçenek, dokuzuncu sınıf öğrencilerinin % 32’ si ve on birinci sınıf öğrencilerinin % 36’ sı tarafından işaretlenmiştir. Van der Waals bağlarının H_2 , O_2 , Cl_2 gibi apolar moleküllerde atomlar arasındaki bağ olduğu ifadesini içeren ve yanlış olan “a” seçeneğinin, dokuzuncu sınıf öğrencilerinin % 21’ i ve on birinci sınıf öğrencilerinin % 23’ ü tarafından doğru cevap olarak işaretlendiği ortaya çıkmıştır. Van der Waals bağlarının yalnızca He, Ar, Ne gibi soy gaz atomları arasında bulunduğu ifadesini içeren ve yanlış olan “c” seçeneğinin öğrenciler tarafından doğru cevap olarak işaretlenme yüzdelere baktığımızda, bu yüzde oranlarının dokuzuncu sınıf için % 23 ve on birinci sınıf için % 25 olduğu ortaya çıkmıştır. Van der Waals bağlarının kuvvetinin moleküllerin büyüklüğüne bağlı ancak molekülün şekline bağlı olmadığı yanlış ifadesini içeren “d” seçeneğinin ise, dokuzuncu sınıf öğrencilerinin % 17’ si ve on birinci sınıf öğrencilerinin % 9’ u tarafından doğru cevap olarak işaretlendiği tespit edilmiştir. Bu soruyu yanlış cevaplayan öğrencilerin toplam yüzdeleri, dokuzuncu sınıf için % 61 iken, on birinci sınıf için % 57 olarak ortaya çıkmıştır.

Testin yirmi üçüncü maddesi bağlanma türleri ile ilgilidir. Bu soruda öğrencilere atom numaraları ile birlikte üç atom verilmiş ve bu atomların arasında oluşacak bağlanmalar için, oluşan bileşiği ve aralarındaki bağlanmayı doğru olarak içeren seçenek sorulmuştur. Bu soruyu doğru olarak seçebilecek öğrencilerin, bağlanmanın özelliklerini, hangi atomların bağ yapabileceğini, kimyasal bağlanma türlerini, bu bağ türlerinin hangi özelliklere sahip atomlar arasında gerçekleşeceğini, polar-apolar kavramlarını ve atomların değerlik elektronlarının nasıl bulunacağını bilmeleri gerekmektedir. Bu sorunun doğru cevabı; atom numarası 12 olan X atomu ile atom numarası 17 olan Z atomu arasında oluşan bileşiğin XZ_2 olduğu ve atomlar arasında oluşan bağın ise iyonik bağ olduğu bilgilerini içeren “b” seçeneğidir. Doğru ilişkilendirmeyi içeren bu seçeneğin öğrenciler tarafından doğru cevap olarak seçilme yüzdelere bakıldığında, dokuzuncu sınıf için % 31 ve on birinci sınıf için % 42 olduğu ortaya çıkmıştır. Atom numarası 12 olan X atomu ile atom numarası 16 olan Y atomunun oluşturduğu bileşiğin XY olduğu ve bu molekülde

atomlar arasındaki bağlanma türünün apolar kovalent olduğu önermesini içeren ve yanlış olan “a” seçeneği, dokuzuncu sınıf öğrencilerinin % 19’ u ve on birinci sınıf öğrencilerinin % 15’ i tarafından doğru cevap olarak seçilmiştir. Atom numarası 17 olan Z atomunun yaptığı Z_2 bileşiğindeki bağlanma türünün metalik bağ olduğu ilişkilendirmesini içeren “c” seçeneğinin, hem dokuzuncu sınıf öğrencilerinin hem de on birinci sınıf öğrencilerinin % 27’ si tarafından doğru cevap olarak işaretlendiği tespit edilmiştir. Atom numarası 16 olan Y atomu ile atom numarası 17 olan Z atomunun oluşturduğu bileşiğin XZ_2 olduğu ve bu molekülde atomlar arasındaki bağlanma türünün iyonik bağ olduğu yanlış önermesini içeren “d” seçeneğinin ise, dokuzuncu sınıf öğrencilerinin % 20’ si ve on birinci sınıf öğrencilerinin % 11’ i tarafından doğru cevap olarak işaretlendiği ortaya çıkmıştır. Bu soruya yanlış cevap veren öğrencilerin toplam yüzdelerinin, dokuzuncu sınıf için % 66, on birinci sınıf için % 53 olduğu tespit edilmiştir.

Testteki yirmi dördüncü ve son soru, öğrencilerin elmas ve grafitin elektrik iletkenlikleri arasındaki farkın onların yapılarındaki hangi farktan dolayı meydana geldiği konusundaki anlamalarını araştırmak için geliştirilmiş bir sorudur. Soruda öğrencilerden, bu farklılığın nedeni için cevap seçenekleri arasında verilen ifadelerden doğru olanını seçmesi istenmektedir. Verilen cevap seçenekleri öğrencilerin, bu farklılığın nedenleri ve bu iki kovalent örgülü bileşiğin yapısını anlamaları ile ilgili literatürden belirlenen ve öğrencilerin genellikle sahip olduğu tespit edilen kavram yanlışlarını içeren ifadeleri ve ayrıca bu farklılığın doğru neden ifadesini içermektedir. Grafitin elektriği iletmesinin, elmasın ise elektriği iletmemesinin sebebinin; grafitteki bir karbon atomunun son kabuk elektronlarının sadece dörtte üçünün bağlanmaya dahil olmasına karşılık elmastaki bir karbon atomunun tüm elektronlarının bağ yapması olduğu doğru ifadesini içeren “c” seçeneği bu sorunun doğru cevabını oluşturmaktadır. Bu seçeneği doğru cevap olarak işaretleyen öğrencilerin yüzdeleri, dokuzuncu sınıf için % 28 ve on birinci sınıf için % 30 olarak tespit edilmiştir. Grafitin elektriği iletmesinin sebebi olarak grafitteki karbon atomlarının birbirine sıkı bağlanmamalarını, atomlardan bazılarının bağ yapmamalarını ve molekül içinde serbest olarak hareket etmelerini gösteren ifadeyi içeren ve yanlış olan “a” seçeneği, hem dokuzuncu sınıf öğrencilerinin hem de on birinci sınıf öğrencilerinin % 18’ i tarafından doğru cevap olarak işaretlenmiştir. Grafitteki elektrik iletkenliğinin sebebi olarak grafitteki bazı karbon atomlarının delokalize olması ve bu delokalize atomların elektriği iletmediği açıklamasını içeren ve yanlış olan “b” seçeneğinin, dokuzuncu sınıf öğrencilerinin % 23’ ü ve on birinci sınıf öğrencilerinin % 15’ i tarafından doğru cevap

olarak işaretlendiği tespit edilmiştir. Grafitin elektriği iletmesini sağlayan faktörün grafitteki birbiri üzerinde kayabilen karbon atomu tabakaları olduğu yanlış ifadesini içeren “d” seçeneğinin ise, dokuzuncu sınıf öğrencilerinin % 25’ i ve on birinci sınıf öğrencilerinin % 31’ i tarafından doğru cevap olarak işaretlendiği ortaya çıkmıştır. Bu soruya yanlış cevap veren öğrencilerin toplam yüzdelerinin ise, dokuzuncu sınıf için % 66, on birinci sınıf için % 64 olduğu tespit edilmiştir.

Geliştirilen çoktan seçmeli testten her iki farklı seviyedeki öğrencilerin başarı durumlarını karşılaştırmak amacıyla yapılan t- testi sonucunda elde edilen bulgular Tablo 5’ de verilmiştir. Öğrencilerin testin her bir maddesine verdikleri doğru cevap 4 puan değerindedir. Tablo 5’ den görüldüğü gibi, testin uygulamasında Lise-1. sınıf öğrencileri ile Lise-3. sınıf öğrencilerinin testten elde ettikleri ortalamalar arasında istatistiksel olarak Lise-3. sınıf lehinde anlamlı bir fark olduğu belirlenmiştir ($t(248) = 3,160, p < 0.05$).

Tablo 5. Lise-1 ve Lise-3. sınıfların test puanlarına uygulanan t-testi sonuçları

Sınıflar	N	Ortalama	Standart sapma	df	t	p
Lise-1	128	39,22	9,90	248	3,160	0,002
Lise-3	122	43,24	10,25			

α : 0,05 anlamlılık düzeyindedir.

Çizelgeden görüleceği gibi, testin uygulamasında Lise-1 öğrencileri ile Lise-3 öğrencilerinin testten elde ettikleri ortalamalar arasında istatistiksel olarak Lise-3 lehinde anlamlı bir fark vardır ($t(248) = 3,160, p < 0.05$).

3. 2. Mülakatlardan Elde Edilen Bulgular

Araştırmada kullanılan çoktan seçmeli test aracının seçilen örnekleme uygulanması sonucunda ortaya çıkan sonuçlar, öğrencilerin kimyasal bağ konusu ve içerdiği kavram ve teorilerle ilgili sahip oldukları yanlış anlamalara ilişkin bilgiler vermektedir. Fakat çoktan seçmeli bu test, öğrencilerin bu konu ve kavramlarla ilgili gerçekte nasıl düşündükleri, sahip oldukları bilgilerin altında var olan asıl nedenleri, başka bir deyişle onların bu

bilgileri yapılandırırken kullandıkları alt bilgileri ile ilgili ayrıntılı bilgi sağlamada yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle, öğrencilerin araştırılan bu konu ve kavramlarla ilgili bilgilerini tam olarak ortaya çıkarmak için bu çalışmada mülakat yöntemi de uygulanmıştır. Mülakatlar, her bir okuldan araştırmacı tarafından belirlenen kriterlere uygun olarak öğretmenler tarafından seçilmiş olan toplam 20 öğrenci ile birlikte yürütülmüştür. Bireysel olarak yürütülen mülakatlar yaklaşık 35-50 dakikalık bir zaman dilimi içerisinde gerçekleştirilmiştir. Bu bölümde mülakat verilerinden elde edilen bulgular verilirken bazı kısaltmalar kullanılmıştır. Bu kısaltmaların açılımı aşağıda verilmiştir. Örneğin, L1.4'ün açılımı; “Lise-1 seviyesinde yapılan mülakatlardaki dördüncü öğrenci” şeklindedir.

A: Araştırmacı (Mülakatçı), L.1: Lise-1, L.3: Lise-3

Mülakatlardan elde edilen bulgular, mülakat rehberinde yer alan her bir soruya verilen öğrenci cevapları, daha önce ifade edilen kategoriler altında ayrı ayrı sınıflandırılarak ve bu sınıflandırmalar tablolara aktararak verilmiştir. Ayrıca mülakatta yer alan her bir soru için ifade edilen kategorilere uygun olarak verilen öğrenci cevapları ayrıntılı olarak verilmiştir.

1. Soru: Kimyasal bağ deyince aklınıza ne geliyor? Kimyasal bağ tanımlar mısınız?

Bu soruya verilen öğrenci cevapları analiz edilerek daha önce belirlenen “anlama, yanlış anlama ve cevapsız” kategorileri altında sınıflandırılmıştır. Her bir kategoriye giren cevaplar veren öğrenci sayıları belirlenerek Tablo 6 oluşturulmuştur.

Tablo 6. Mülakatın 1. sorusuna belirlenen kategorilerde açıklama yapan öğrenci sayıları

Soru No.	Dokuzuncu Sınıf (Lise-1)			On Birinci Sınıf (Lise-3)		
	Anlama	Yanlış Anlama	Cevapsız	Anlama	Yanlış Anlama	Cevapsız
1.	7	3	-	7	3	-

Tablo 6’ da görüldüğü gibi kimyasal bağın tanımın istendiği birinci soruda Lise-1 öğrencilerinden 7 kişi anlama kategorisine giren açıklamalar yaparken, aynı seviyedeki öğrencilerden 3 öğrenci ise yanlış anlama kategorisine giren açıklamalar yapmıştır. Buna

karşılık, Lise-3 öğrencilerinin 7' si anlama kategorisine giren açıklamalar yaparken, aynı seviyedeki öğrencilerden 3 öğrenci ise yanlış anlama kategorisine giren açıklamalar yapmışlardır. Her iki farklı öğrenim düzeyindeki öğrencilerden bu soruda kimyasal bağ için bir tanımlama getirmeyen öğrenci ise bulunmamaktadır.

Anlama kategorisinde cevap veren öğrenciler, kimyasal bağın; iki ya da daha fazla atomu yeni bir bileşik oluşturmaları için bir arada tutan çekim kuvveti olduğunu ifade ederek bilimsel bilgilerle tutarlı tanımlamalar vermişlerdir. Lise-1 seviyesinde ve Lise-3 seviyesinde anlama kategorisinde cevap veren iki öğrencinin kimyasal bağ için yaptığı tanım örnek teşkil etmesi açısından aşağıda verilmiştir.

(A) : Kimyasal bağ deyince aklına ne geliyor? Kimyasal bağ tanımlar mısın?

(L1.10) : Atomların birleşirken aralarındaki bağlardır kimyasal bağlar..

(A) : Peki.. Ben sana zaten bağın tanımını sordum sen tanımında bağlardır dedin.

(L1.10) : Yani atomlar arasındaki bu çekim kuvvetine denir...bağ bu kuvvettir.

(A) : Neden birleşiyor bu atomlar?

(L1.10) : Bileşik oluşturmak için

(A) : Tamam. Son olarak ifadelerini birleştirirsen nasıl tanımlarsın kimyasal bağ?

(L1.10) : Atomların bileşik oluşturmak için birleşirken aralarındaki çekim kuvveti...

.....

(A) : Kimyasal bağ nedir? Kimyasal bağ bir tanımlar mısın?

(L3.8) : Bir metalle ametalin ya da iki ametalin bileşik oluşturmak için yaptıkları bağ...

(A) : Ben sana zaten bağın tanımını sordum sen tanımında bağ kelimesini kullandın

(L3.8) : Şey...bu kuvvet... bir arada tutan...elementleri bir arada tutan...

Yanlış anlama kategorisindeki cevaplara; öğrencilerin genellikle kimyasal bağ yalnızca bir elektriksel çekim kuvveti olarak düşündükleri, kimyasal bağ bir enerji olarak ifade ettikleri, kimyasal bağın elektron olduğunu söyledikleri veya kimyasal bağ atomların bir isteği olarak ifade ettikleri tanımlamalar girmektedir. Lise-1 ve Lise-3 seviyesindeki öğrencilerden tanımlamaları bu kategoriye girenler ile yapılan mülakatların ilgili kısımları aşağıdaki gibidir:

(A) : Kimyasal bağ nedir? Kimyasal bağın tanımını yapar mısın?

(L1.5) : Molekülleri bir arada tutan bağ diyebiliriz...

(A) : Peki...ben sana zaten bağın tanımını sordum sen tanımında bağ dedin.

(L1.5) : Yani...aslında tam bir tanım yok aklımda...atomlar birleşerek yeni bir madde oluşturuyor...madde olmaz molekül herhalde...

(A) : *Tamam. Söylediklerini de dikkate alarak kimyasal bağın tanımına dönelim. Nasıl yaparız kimyasal bağın tanımını?*

(L1.5) : *Moleküllerin oluşması için atomların bir arada durmasını sağlayan etkileşim...bir yol işte...bir elektron olabilir*

(A) : *Bunu biraz açar mısın?*

(L1.5) : *Bu elektronlar onların arasında bağ yapmalarını sağlıyor...elektronların birbirini çekmesi olabilir, bağ denen şey...iki atom arasındaki bu elektronlardır kimyasal bağlar...onları bir arada tutar. Budur herhalde...*

(A) : *Kimyasal bağ nedir? Kimyasal bağı bir tanımlar mısın?*

(L3.6) : *Aynı ya da farklı elementlerin birbirleri ile oluşturdukları etkileşim...mesela karbon ile oksijen molekülü karbondioksit oluşturur...bağ bu ikisi arasındaki şeydir...onları bir arada tutan...*

(A) : *Onları bir arada tutan nedir?*

(L3.6) : *Bağdır işte...*

(A) : *Ama ben sana zaten bağın tanımını sordum sen bana onları bir arada tutan bağdır diyorsun.*

(L3.6) : *...nasıl söyleyeyim... hani atomların elektronlarının bulunduğu orbitaller var ya... onlar birbiri ile birleşiyorlar ve böylece bağ oluşuyor...*

(A) : *Peki onları birleştiren ne? Neden birleşiyorlar?*

(L3.6) : *Atomlardan birinin elektron alma isteği vardır diğerinin de fazladır... elektronlarını verme isteği vardır...bunlar birbiri ile bağ yaparlar...*

(A) : *Peki toparlarsak kimyasal bağ için en son nasıl bir tanım yaparsın?*

(L3.6) : *...elementlerin birbirlerine karşı olan bu istekleridir...bir arada durmak isterler...birbirlerinin eksiklerini tamamlarlar çünkü...*

“Bu ifadeleri biraz daha açar mısın? Tam olarak kastettiğin nedir” sorusu öğrencilerin kimyasal bağ için yaptıkları tanımlarda kullandıkları ifadeleri biraz daha açıklamalarını isteyerek, verdikleri bu tanımlar ile ilgili anlamalarını araştırmaktadır. Öğrencilerden bazıları kimyasal bağ için doğru tanımlamayı yapmalarına ve kimyasal bağın atomları bir arada tutan kuvvet olduğunu söylemelerine rağmen, bu tanımlarını açıklamaları istendiğinde veya bu kuvvetten kastettiklerinin tam olarak ne olduğu sorusu onlara yöneltildiğinde yanlış olan ve bilimsel gerçeklerle tutarlı olmayan açıklamalar yapmışlardır. Ayrıca kimyasal bağın tanımını da yanlış yapan öğrencilere de bu soru yöneltilerek onların yaptıkları bu tanımlarını tam olarak açıklamamaları istenmiştir. Bu soruya verilen öğrenci cevapları analiz edilerek daha önce belirlenen “anlama, yanlış anlama ve cevapsız” kategorileri altında sınıflandırılmıştır. Her bir kategoriye giren cevaplar veren öğrenci sayıları belirlenerek Tablo 7 oluşturulmuştur.

Tablo 7. Mülakatın 1A sorusuna belirlenen kategorilerde açıklama yapan öğrenci sayıları

Soru No.	Dokuzuncu Sınıf (Lise-1)			On Birinci Sınıf (Lise-3)		
	Anlama	Yanlış Anlama	Cevapsız	Anlama	Yanlış Anlama	Cevapsız
1. A	5	3	2	5	4	1

Tablo 7’ de görüldüğü gibi kimyasal bağ için verdikleri tanımın tam olarak ne anlama geldiğinin sorulduğu alt soruda Lise-1 öğrencilerinden 5 kişi anlama kategorisine giren açıklamalar yaparken, aynı seviyedeki öğrencilerden 3 öğrenci ise yanlış anlama kategorisine giren açıklamalar yapmıştır. Aynı seviyedeki 2 öğrenci verdikleri tanımlamayı tam olarak açıklayamamışlardır. Buna karşılık, Lise-3 öğrencilerinin 5’ i anlama kategorisine giren açıklamalar yaparken, aynı seviyedeki öğrencilerden 4, ü yanlış anlama kategorisine giren açıklamalar yapmışlardır. Bu seviyedeki 1 öğrenci verdiği doğru tanımlamada kullandığı ifadelerde kuvvet ifadesi ile neyi kastettiğini tam olarak açıklayamamıştır.

Anlama kategorisinde cevap veren öğrenciler, kimyasal bağın; iki ya da daha fazla atomu yeni bir bileşik oluşturmaları için bir arada tutan çekim kuvveti olduğunu ifade ederek bilimsel bilgilerle tutarlı tanımlamalar vermişler ve ayrıca verdikleri bu tanımın içerisinde yer alan durumları ve kavramları da doğru olarak açıklayabilmişlerdir. Lise-1 seviyesinde anlama kategorisinde cevap veren bir öğrencinin mülakatından alıntı yapılan ve kimyasal bağ için verdiği tanımlamanın açıklamasıyla ilgili ifadelerinin yer aldığı kısım örnek teşkil etmesi açısından burada verilmiştir:

(A) : o zaman kimyasal bağın tanımını son olarak toparlar mısın?

(L1.1) : Bileşiklerde atomları bir arada tutan çekim kuvveti...

(A) : Peki bu kuvvet dediğin ne? Bunu biraz açar mısın?

(L1.1) : ...mesela şey...bu kuvvet ...mesela iyonik bağda...biri (+) yüklü biri (-) yüklü ya...böyle olduğu için aradaki bağ bu kuvvettir...(+) (-) nin birbirini çekmesi yani... yani yüklerinden dolayı çekerler...(+) (-)yi çeker değil mi...işte bunun gibi...ya da kovalent bağda atomlar elektronlarını ortak kullandıkları için bir arada dururlar...ortak kullandıklarına göre yan yana olmaları gerekiyor...bu ortaklık onları bir arada tutar

(A) : Bu kuvvetin atomların özelliklerine göre farklı farklı olabileceğini mi söylüyorsun?

(L1.1) : Evet...değişebilir bu kuvvet dediğimiz şey...

Yanlış anlama kategorisindeki cevaplara; hem kimyasal bağın tanımını yanlış olarak yapan hem de kimyasal bağı doğru olarak tanımlamasına rağmen verdiği bu tanımın içerisinde yer alan durumları ve kavramları yanlış olarak açıklayan öğrenci ifadeleri girmektedir. Bu kategoriye giren öğrenci cevaplarına; öğrencilerin atomları bir arada tutan bu kuvveti yalnızca bir elektriksel çekim kuvveti olarak düşündükleri, kimyasal bağı bir enerji olarak ifade ettikleri, kimyasal bağın iki atom arasındaki bir elektron olduğunu söyledikleri veya kimyasal bağı atomların birbirlerine olan ihtiyaçlarından dolayı oluşan birbirleri ile bağ yapma isteği olarak ifade ettikleri açıklamalar girmektedir. Örnek olarak Lise-1 ve Lise-3 seviyesindeki öğrencilerden açıklamaları bu kategoriye girenler ile yapılan mülakatların ilgili kısımları aşağıdaki gibidir:

(A) : ...kimyasal bağın tanımını son olarak bir toparlayalım. Nasıl ifade edersin kimyasal bağı?

(L3.1) : İki atomun bir bileşik oluşturması esnasında onları bir arada tutan kuvvet olarak diyebiliriz...

(A) : Peki bu kuvvetten kastın ne? Nasıl bir kuvvettir bu?

(L3.1) : ...elektriksel çekim kuvvetleri yani... atomlardan birinin (+) birinin

(-) yüklü olmasından kaynaklanır herhalde...

(A) : Peki tüm kimyasal bağlarda böyle midir? Yani, elektriksel çekim kuvvetlerinden dolayı mı bir arada dururlar?

(L3.1) : ...normalde evet...tüm atomlar mutlaka (+) veya (-) yüklüdür. Mesela (+) yüklü sodyumla (-) yüklü klorun birleşmesi gibi...her atomda vardır bu...

.....

(A) : ...kimyasal bağı son olarak tanımlarsak...söylediklerini dikkate alarak nasıl bu tanımlı yaparsın?

(L1.4) : atomları bir arada tutan bir etkileşim...bir istek olabilir bu

(A) : Bu söylediğini biraz açıklar mısın? Nasıl bir istek bu?

(L1.4) : ...su mesela. Oksijen molekülü ile hidrojen molekülü arasında...oksijen (-2) olduğundan 2 eksiği var, hidrojen de (+1) demek ki bir fazlası var. İşte bu yüzden bağ yapmak isterler.

(A) : Peki örnekle açıkladın ama genellersek nasıl yaparız bu açıklamayı, nasıl bir istek bu?

(L1.4) : Atomlardan birinin elektron ihtiyacı vardır, diğerinin de elektron fazlası vardır...bu yüzden yani...bir arada dururlar...birbirlerinin ihtiyaçlarını karşılıyorlar... bir arada olmak isterler...birbirlerine ihtiyaçları vardır bileşik oluşturmak için...

(A) : Her zaman böyle midir kimyasal bağlarda?

(L1.4) : Evet... yoksa niye bağ yaparlar... birbirlerine ihtiyaçları var ki bağ yapıyorlar...

“Atomlar neden kimyasal bağ yaparlar?” sorusu öğrencilerin kimyasal bağ için verdikleri tanımın arkasından sorulan alt sorulardan bir tanesidir. Bu soru ile öğrencilerin kimyasal bağlanma ile ilgili anlamaları daha derinlemesine araştırılmaya çalışılmıştır. Öğrencilerin büyük çoğunluğu mülakatın bu sorusunu doğru olarak cevaplandırmışlardır. Bu soruda belirlenen kategorilere uygun olarak açıklama yapan iki farklı öğrenim düzeyindeki öğrencilerin sayıları Tablo 8’ de verilmektedir.

Tablo 8. Mülakatın 1B sorusuna belirlenen kategorilerde açıklama yapan öğrenci sayıları

Soru No.	Dokuzuncu Sınıf (Lise-1)			On Birinci Sınıf (Lise-3)		
	Anlama	Yanlış Anlama	Cevapsız	Anlama	Yanlış Anlama	Cevapsız
1. B	9	1	-	10	-	-

Tablo 8’ den de görüldüğü gibi atomların neden bağ yaptıklarının sorulduğu alt soruda Lise-1 öğrencilerinden 9 kişi anlama kategorisine giren açıklamalar yaparken, aynı seviyedeki öğrencilerden yalnızca 1 öğrenci yanlış anlama kategorisine giren açıklamalar yapmıştır. Buna karşılık, Lise-3 öğrencilerinin 10’ u yani tamamı anlama kategorisine giren açıklamalar yapmışlardır. Her iki farklı öğrenim düzeyindeki öğrenciler arasında bu soruya açıklama getiremeyen öğrenci ise bulunmamaktadır.

Anlama kategorisinde cevap veren öğrenciler, atomların son yörüngelerindeki elektron sayılarını sekize tamamlayarak daha kararlı olan soy gaz düzenine ulaşmak için bağ yaptıklarını belirtmek suretiyle bilimsel bilgilerle tutarlı açıklamalarda bulunmuşlardır. Lise-3 seviyesinde anlama kategorisinde cevap veren bir öğrencinin kimyasal bağ için yaptığı tanım örnek teşkil etmesi açısından aşağıda verilmiştir.

(A) : ...peki...neden bağ yapar bu atomlar?

(L.3.8) : kararlı hale geçmek için...

(A) : Nasıl kararlı hale geçtiler? Ne oluyor bağ yapınca?

(L.3.8) : Son yörüngesini tam dolu yapmaya çalışırlar...böylece soy gaza benzerler...fazlası olan atom elektron alır eksiği olan atom ise elektron verir...

(A) : Her zaman sekize tamamlamak için atomlardan birinin elektron verip diğerinin alması mı gerekiyor?

(L.3.8) : Hayır bu bazılarında...bazen de ortak kullanırlar...diyelim ikisinin de bir eksiği var... o zaman da ortak kullanarak yörüngelerini sekize tamamlarlar...

(A) : ...peki ne oluyor son yörüngelerinde sekiz elektron olunca? Ne oluyor da kararlı diyorsun bu durum için?

(L.3.8) : *ya...kararlı...şey aslında...daha düşük enerjili oluyorlar...bu tam dolu olunca bir de yarı dolu olunca oluyordu...buna şey deniyor...hatırlamıyorum ama bir adı vardı...*

Yanlış anlama kategorisindeki cevaplar; öğrencinin atomların neden bağ yaptıkları ile ilgili olarak verdikleri, yanlış olan ve bilimsel bilgilerle tutarlı olmayan ifadeleri içermektedir. Bu soru için yanlış anlama kategorisine giren tek açıklama Lise-1 seviyesindeki öğrencilerden ikincisi tarafından verilen açıklamadır. Bu öğrenciyle yapılan mülakatın ilgili bölümü alıntı yapılarak aşağıdaki verilmiştir:

(A) : *...Peki kimyasal bağ için atomları bir arada tutan çekim kuvveti dedin. Bu çekim kuvveti neden oluşuyor. Neden bağ yapıyor bu atomlar?*

(L1.2) : *...bileşik yapma ihtiyacı duyuyorlar değil mi yani... yani elektron veriyorlar ya da alıyorlar... belli bir bileşik oluşuyor...*

(A) : *Peki bir atom neden tek başına atom olarak durmuyor da bileşik yapma ihtiyacı duyuyor?*

(L1.2) : *...şimdi...atomlar...yalnızca... bir yerde yalnız başlarına duruyorlarda yanına başka bir atom geldiğinde bileşik yapma ihtiyacı duyarlar...*

(A) : *Neden?*

(L1.2) : *...şimdi son yörüngesinde bir elektronu varsa bunu vermek isteyecektir. Bir alt yörüngeye geçer...bu yüzden olabilir...*

(A) : *Neden alt yörüngeye geçmek istiyor?*

(L1.2) : *Tam olarak bilmiyorum...şey olabilir...birinin verme isteği var birinin alma isteği var...böylece bu istekleri gerçekleştirmiş olacak...ikisinin de artık son yörüngeleri dolu olduğu için...eğer zaten bir arada olmasalardı bu elektronu kime vereceklerdi...*

"Tüm kimyasal bağlar aynı mıdır? Kimyasal bağların türleri var mı? Varsa bunlar ve farklı tarafları nelerdir?" sorusu öğrencilerin verdikleri kimyasal bağ tanımının ve verdikleri açıklamaların bir nevi tüm durumlara genellenip genellenemeyeceğinin sorulduğu bir sorudur. Aslında bu soru ile öğrenciden alınmak istenen cevap; öğrencinin kimyasal bağın türlerinin olduğunu ifade etmesi ve bu bağ türlerinin isimlerini söylemesidir. Çünkü bu şekilde araştırmacı mülakatın devamında, kimyasal bağ için öğrencinin ifade ettiği veya etmediği bağ türleri hakkındaki anlamalarını araştırmak için onlara daha ileri sorular yöneltecektir. Ayrıca bu soru; öğrencilerin yaptıkları kimyasal bağ tanımını ne ölçülerde genişlettiklerini inceleme fırsatı da vermektedir. Çünkü moleküller arası olan etkileşimler bu seviyelerdeki öğrencilerin hemen hemen tamamı tarafından kimyasal bağ olarak ifade edilmektedir. Bu soruda belirlenen kategorilere uygun olarak

açıklama yapan iki farklı öğrenim düzeyindeki öğrencilerin sayıları Tablo 9' da verilmektedir.

Tablo 9. Mülakatın 1C sorusuna belirlenen kategorilerde açıklama yapan öğrenci sayıları

Soru No.	Dokuzuncu Sınıf (Lise-1)			On Birinci Sınıf (Lise-3)		
	Anlama	Yanlış Anlama	Cevapsız	Anlama	Yanlış Anlama	Cevapsız
1. C	4	6	-	6	4	-

Tablo 9' da görüldüğü gibi tüm kimyasal bağların aynı özellikte mi olduğunun ve eğer farklılık varsa bu bağ türlerinin neler olduğunun sorulduğu bu alt soruya Lise-1 öğrencilerinden 6 kişi yanlış anlama kategorisine giren açıklamalar yaparken, aynı seviyedeki öğrencilerden 4 öğrenci anlama kategorisine giren açıklamalar yapmıştır. Buna karşılık, Lise-3 öğrencilerinin yalnızca 4' ü yanlış anlama kategorisine giren açıklamalar yaparken, aynı seviyedeki öğrencilerden 6 öğrenci anlama kategorisine giren açıklamalar yapmışlardır. Her iki farklı öğrenim düzeyindeki öğrenciler arasında bu soruya açıklama getiremeyen öğrenci ise bulunmamaktadır.

Anlama kategorisinde cevap veren öğrenciler, kimyasal bağların atomlar arasındaki bağlanmalar olduklarını ifade etmektedirler. Moleküller arası kuvvetlerin ise molekülleri bir arada tutan kuvvetler olduklarını ifade ederler. Bu ikisini ayırt edebilen öğrenci hem kimyasal bağ türlerinin isimlerinin hem de moleküller arası kuvvetlerin türlerinin isimlerinin hepsini ya da bir kısmını doğru olarak verebilmiştir. Lise-3 seviyesinde anlama kategorisinde cevap veren bir öğrencinin bu soru için kullandığı ifadeler, örnek teşkil etmesi açısından aşağıda verilmiştir:

(A) : ...kimyasal bağın tanımını yaptın, peki türleri var mı bu kimyasal bağın?

(L3.9) : Var. Molekül içi ve moleküller arası olmak üzere iki çeşit var. Molekül içi olanlar kovalent ile iyonik... molekül dışı olanlar hidrojen, dipol-dipol ve metalik...bunun haricinde bildiğim kadarıyla yok... bir de van der Waals vardı hatırladım...

(A) : Peki onları molekül içi ve moleküller arası diye ayırdın? Ne anlama geliyor bunlar, biraz daha açar mısın?

(L3.9) : molekül içi dediğimde bu... o maddenin özelliğini gösteren tek bir molekülün oluşması esnasında diyeyim...molekül oluşuyor ya atomlar arasında...oluşurken meydana gelen bağlar...moleküller arası bağlar ise yani ... mesela su molekülleri arasında daha büyük kütleli madde oluşurken...yani...bir

molekül su varken...bir kilo...mmm bir litre suyun oluşması gibi...onların birleşmesi esnasında oluşan

Yanlış anlama kategorisinde cevap veren öğrenciler, kimyasal bağların bir molekülü oluşturan atomlar arasındaki bağlanmalar olduğunu, moleküller arası kuvvetlerin ise molekülleri bir arada tutan kuvvetler olduklarını ayırt edemeyen ve bağlanma konusunda bildiği tüm kimyasal bağ ve moleküller arası kuvvet türlerinin hepsini kimyasal bağ olarak isimlendiren öğrencilerdir. Bu ikisini ayırt edemeyen öğrenci hem kimyasal bağ türlerinin isimlerinin hem de moleküller arası kuvvetlerin türlerinin isimlerinin hepsini ya da bir kısmını kimyasal bağlar olarak yanlış sınıflandırmışlardır. Lise-1 seviyesinde yanlış anlama kategorisinde cevap veren bir öğrencinin bu soru için kullandığı ifadeleri örnek teşkil etmesi açısından aşağıda verilmiştir:

(A) : *Peki kimyasal bağın türleri var mı? Yoksa tüm atomlar aynı şekilde mi bağ yapıyor?*

(L1.6) : *Var ... iyonik bağ vardı kovalent bağ vardı... polar bağ... apolar kovalent var...dipol-dipol vardı...bu da kovalent miydi?...*

(A) : *Peki bir çok isim söyledin ben kaçırdım. Bu söylediklerini yazar mısın?*

(L1.6) : *(yazdıktan sonra) iyonik bağ ve kovalent bağ ve hidrojen bağı diye üçe ayrılıyordu sanırım...işte bu da ...kovalent bağları da polar bağ, apolar bağ ve dipol-dipol bağı diye ayırmıştık...ha bir de koordinat... şey...koordine kovalent bağ vardı...*

(A) : *Peki bu söylediğin bağ türleri hep kimyasal bağ mı? Yani bunlar da başka bir şekilde sınıflandırılmaz mı?*

(L1.6) : *...nasıl yani...bunlar bağ türleri işte atomlar arasında...öyleydi...böyle gösterdi hoca bize...kimyasal bağlar konusunda ilk derste ayırmıştı...tam hatırlamıyorum ama böyleydi...*

2. Soru: İyonik bağ deyince aklına ne geliyor?

Bu soruya verilen öğrenci cevapları analiz edilerek, bu cevaplar daha önce belirlenen “anlama, yanlış anlama ve cevapsız” kategorileri altında sınıflandırılmıştır. Bu soru için her bir kategoriye giren cevaplar veren öğrenci sayıları belirlenerek Tablo 10 oluşturulmuştur.

Tablo 10. Mülakatın 2. sorusuna belirlenen kategorilerde açıklama yapan öğrenci sayıları

Soru No.	Dokuzuncu Sınıf (Lise-1)			On Birinci Sınıf (Lise-3)		
	Anlama	Yanlış Anlama	Cevapsız	Anlama	Yanlış Anlama	Cevapsız
2	5	4	1	6	4	-

Tablo 10' da görüldüğü gibi iyonik bağ deyince öğrencilerin akıllarına gelen kavramları araştırmak için sorulan ikinci soru için, Lise-1 öğrencilerinden 5 kişi anlama kategorisine giren doğru kavram ve açıklamaları verirken, aynı seviyedeki öğrencilerden 4 öğrenci ise yanlış anlama kategorisine giren kavram ve açıklamalardan bahsetmiştir. Buna karşılık, Lise-3 öğrencilerinin 6' sısı iyonik bağlanma için anlama kategorisine giren açıklamalar yaparken, aynı seviyedeki öğrencilerden 4 öğrenci ise yanlış anlama kategorisine giren açıklamalar yapmışlardır. Tablo 10' da görüldüğü gibi Lise-3 öğrencilerinin tamamı iyonik bağlanma için doğru ya da yanlış açıklamalarda bulunmalarına ve iyonik bağla ilgili olduklarını düşündükleri kavramları ifade etmelerine rağmen Lise-1 öğrencilerinden bir tanesi iyonik bağa ilişkin bir açıklama veya ifade vermemiştir.

Anlama kategorisinde cevap veren öğrenciler, iyonik bağ için bilimsel bilgilerle tutarlı kavramlar ve tanımlamalar vermişlerdir. Lise-1 ve Lise-3 seviyelerinde anlama kategorisinde cevap veren iki öğrencinin mülakatından alıntı yapılan ve iyonik bağ için verdikleri kavramların ve ifadelerinin yer aldığı kısım örnek teşkil etmesi açısından aşağıda verilmiştir:

(A) : ...peki...iyonik bağ deyince aklına ne geliyor? İyonik bağı tanımlaman istense sende, nelerden bahsedersin?

(L3.4) : metallere ametaller arasındaki bağ geliyor aklıma. İşte...metallerin son yörüngelerindeki fazla elektronları vererek ve bu elektronları son yörüngelerinde eksik olan atomlar alarak...her ikisinin de sonuçta kararlı olması ile sonuçlanan bir bağ...yani artık ihtiyaçları olmuyor çünkü orbitalleri doldu.

.....

(A) : İyonik bağ deyince aklına ne geliyor? İyonik bağdan bahsedelim şimdi?

(L1.4) : İyonik bağ deyince metallere ametaller arasında meydana gelen bağ geliyor aklıma...metallerin elektron verme isteği olduğu için...ametallerinde elektron alma isteği vardır...biri (+) olurken ametaller (-) oluyor...bunlar arasındaki etkileşim aklıma geliyor...başka...yok herhalde bu kadar.

İyonik bağ ile ilgili bu soru için yanlış anlama kategorisine giren cevaplara; öğrencilerin genellikle iyonik bağı metaller arasındaki bağ olarak düşünmeleri nedeniyle verdikleri kavram ve açıklamalar, iyonik bağı daha önce kimyasal bağın tanımını yaparken de ifade ettikleri gibi bir enerji olarak düşünmeleri sebebiyle verdikleri kavram ve açıklamalar, iyonik bağı yalnızca halojenler ve alkali metaller arasında gerçekleşen bir bağ olarak sınırlandırmalarından dolayı verdikleri açıklamalar veya iyonik bağı kovalent bağ ile karıştırmalarından dolayı verdikleri kavram ve ifadeler girmektedir. Lise-1 ve Lise-3 seviyesinde, iyonik bağ için verdikleri açıklamaları bu kategoriye giren öğrencilerden bazılarının ifadeleri aşağıdaki gibidir:

(A) : *Tamam. Şimdi iyonik bağa geçelim. İyonik bağ deyince aklına neler geliyor?*

(L1.7) : *Ametallerin metalle birleşmesi için ortaya çıkan enerji geliyor aklıma...bileşik oluşturması için...*

(A) : *Nasıl yani biraz açar mısın ifadelerini?*

(L1.7) : *ametaller elektron alma ihtiyacı duyar metallerin de fazlası vardır, verme ihtiyacı duyar...işte aralarında elektron alışverişi olur...işte biri alırken ya da verirken enerji açığa çıkar, böylece bu enerji ile bağlanırlar yani...*

(A) : *İyonik bağ deyince başka aklına neler geliyor?*

(L1.7) : *Başka...bu kadar yani...iyonik bileşikler arasındaki bağ...*

.....

(A) : *İyonik bağ deyince aklına ne geliyor?*

(L3.1) : *1A grubu elementleri ile 7A grubu elementleri arasındaki bağ geliyor aklıma...mesela alkali metallerle halojenler arasındaki bileşiklerde oluşan kuvvetli bağlardır...yani ayrılması daha zordur...fiziksel olarak ayrılması daha zordur...*

(A) : *Tamam başka ne geliyor aklına? Sadece hangi atomlar arasında meydana geldiği mi?*

(L3.1) : *Normalde iyonik bağ...bu söylediğim gibi yani...daha önce de söylediğim gibi elektriksel çekim kuvveti yani...her atomun yapısında (+) ve (-) yükler vardır, bunlar birbirini çeker...(+) , (-) yi çekeceğinden iyonik bağlı bir bileşik oluşur yani...bunlar aklımda var iyonik bağla ilgili...*

.....

(A) : *İyonik bağ deyince aklına ne geliyor?*

(L3.3) : *Metaller arasında yapılan bağlar aklıma geliyor...çok güçlü bağlar...koparmak zordur...bir de, yine elektron alışverişi yani; metallerden biri elektron veriyor öbürü alıyor...bu şekildeki bağlar geliyor aklıma... yörüngesinde fazla olan eksik olana veriyor...*

(A) : *Sen zaten bütün bağlar bu şekilde oluşuyor demiştin değil mi?*

(L3.3) : *Evet, bütün bağlarda bu vardır. Son yörüngelerini tamamlamak isterler. Fazla olan verir eksik olan alır.*

(A) : Peki madem öyle bağları niye ayırdın, iyonik, kovalent falan diye? Yani iyonik bağ deyince başka neler aklına geliyor?

(L3.3) : Ya zaten hepsi aynı. İyonik bağın tek farkı metaller arasında olması...metaller akla gelir hemen...yoksa mantık aynı...başka...bu kadar herhalde...

“İyonik bağ hangi tür atomlar arasında gerçekleşir?” alt sorusu, öğrencilere yöneltilen ilk soruda iyonik bağ ile ilgili olduklarını düşündükleri kavramları ifade ederken iyonik bağın hangi atomlar arasında gerçekleştiğini ifade etmeyen öğrencilerin de bu konuyla ilgili anlamalarını araştırmaktır. Zaten öğrencilerin tamamına yakını, iyonik bağ ile ilişkilendirdikleri kavramları ifade ederken araştırılan bu bilgi ile ilgili düşündüklerinden de bahsetmişlerdir. Bu soruya belirlenen kategorilere uygun olarak açıklama yapan her iki farklı öğrenim düzeyindeki öğrencilerin sayıları Tablo 11’ de gösterilmektedir.

Tablo 11. Mülakatın 2A sorusuna belirlenen kategorilerde açıklama yapan öğrenci sayıları

Soru No.	Dokuzuncu Sınıf (Lise-1)			On Birinci Sınıf (Lise-3)		
	Anlama	Yanlış Anlama	Cevapsız	Anlama	Yanlış Anlama	Cevapsız
2. A	7	2	1	7	3	-

Tablo 11’ de görüldüğü gibi iyonik bağın hangi tür atomlar arasında meydana geldiğinin sorulduğu mülakatın ikinci sorusunun bu alt sorusu için, Lise-1 öğrencilerinden 7 kişi anlama kategorisinde cevap verirken, aynı seviyedeki öğrencilerden 2 öğrenci ise yanlış anlama kategorisine giren kavram ve açıklamalarda bulunmuştur. Buna karşılık, Lise-3 öğrencilerinin 7’ si iyonik bağlanmanın gerçekleştiği atomları doğru olarak verip için anlama kategorisine giren açıklamalar yaparken, aynı seviyedeki öğrencilerden 3 öğrenci ise yanlış anlama kategorisine giren açıklamalar yapmışlardır. Tablo 11’ de görüldüğü gibi Lise-3 öğrencilerinin tamamı iyonik bağlanmanın gerçekleştiği atomların isimlerini doğru ya da yanlış vermelerine rağmen Lise-1 öğrencilerinden bir tanesi iyonik bağın hangi atomlar arasında gerçekleştiği konusunda bir açıklama yapamamıştır.

Anlama kategorisinde cevap veren öğrenciler, iyonik bağın metal atomları ile ametal atomları arasında gerçekleştiğini doğru olarak ifade eden öğrencilerdir. Mülakatın bu sorusuna verilen cevaplar arasından bu kategoriye girenlerden bazıları aşağıdaki gibidir:

(A) : ...daha önce söylemiştik belki ama, kimler arasında gerçekleşiyor demiştin iyonik bağı?

(L3.8) : Metaller ile ametal atomları arasında. Metal elektron veriyor ametal alıyor...

Bu soru için yanlış anlama kategorisine giren cevapları veren öğrenciler, iyonik bağlanmanın metal atomları arasında olduğunu, ametal atomları arasında olduğunu veya metal atomlarından yalnızca alkali metaller ile ametal atomlarından yalnızca halojenler arasında olduğunu ifade eden öğrencilerdir. Lise-1 ve Lise-3 seviyesinde, iyonik bağın hangi atomlar arasında gerçekleştiği ile ilgili verdikleri cevapları bu kategoriye giren öğrencilerden iki tanesi ile yapılan mülakatların ilgili kısımları aşağıdaki gibidir:

(A) : ...Az önce söylemiştin ama tekrar sorayım. İyonik bağ hangi atomlar arasında gerçekleşiyordu?

(L3.3) : Metaller arasında

(A) : Yani? İki metal atomu arasında mı?

(L3.3) : Evet, az önce söylediğim gibi...birbirlerinin eksiklerini tamamlıyorlar yani biri elektron veriyor diğeri elektronu alıyor...

.....

(A) : Peki bu bağ (iyonik bağ) hangi atomlar arasında gerçekleşiyor?

(L1.3) : Ametaller arasında...çünkü ametallerin elektron eksikliği var.

(A) : Ne oluyor elektron eksikliği olunca bu bağ sadece elektron eksikliği olan atomlar arasında mı oluşuyor?

(L1.3) : Ortak kullanıyorlar elektronlarını, metal ametal olsaydı biri verirdi öteki alırdı böylece tamamlarlardı ama bunların alacağı bir yer yok. Çünkü ikisinin de eksikliği var...bu yüzden ametaller, aralarında ortak kullanırlar elektronlarını...

(A) : İyonik bağ mı yaparlar diyorsun?

(L1.3) : Evet...

“İyonik bağ neden bu tür atomlar arasında oluşur?” alt sorusu, öğrencilerin iyonik bağlanmanın gerçekleştiğini ifade ettikleri atomlar arasında neden böyle bir bağlanmanın gerçekleştiğini düşündükleri ile ilgili zihin yapılarını ve verdikleri cevaplar için nedenlerini ortaya çıkarmayı amaçlamaktadır. Zaten öğrencilerden bazıları, iyonik bağ ile ilişkilendirdikleri kavramları ifade ettikleri ve iyonik bağlanmanın hangi atomlar arasında gerçekleştiğini söyledikleri daha önceki iki soruda verdikleri bilgilerin nedenlerinden de biraz bahsetmişlerdir. Ancak bu soru, öğrencilerin iyonik bağın neden bu tür atomlar arasında gerçekleştiği konusunda sahip oldukları nedenleri araştırdığından ayrı olarak sorulma ihtiyacı hissedilmiştir. Bu soruya belirlenen kategorilere uygun olarak açıklama

yapan her iki farklı öğrenim düzeyindeki öğrencilerin sayıları Tablo 12' de gösterilmektedir.

Tablo 12. Mülakatın 2B sorusuna belirlenen kategorilerde açıklama yapan öğrenci sayıları

Soru No.	Dokuzuncu Sınıf (Lise-1)			On Birinci Sınıf (Lise-3)		
	Anlama	Yanlış Anlama	Cevapsız	Anlama	Yanlış Anlama	Cevapsız
2. B	5	2	3	6	1	3

Tablo 12' de görüldüğü gibi iyonik bağın neden bu tür atomlar arasında meydana geldiğinin sorulduğu mülakatın ikinci sorusunun bu alt sorusu için, Lise-1 öğrencilerinden 5 kişi anlama kategorisine giren açıklamalarda bulunurken, aynı seviyedeki öğrencilerden 2 öğrenci ise yanlış anlama kategorisine giren açıklamalarda bulunmuştur. Buna karşılık, Lise-3 öğrencilerinin 6' sı iyonik bağlanmanın neden bu tür atomlar arasında meydana geldiğine ilişkin doğru ve anlama kategorisine giren açıklamalar yaparken, aynı seviyedeki öğrencilerden 1 öğrenci ise yanlış anlama kategorisine giren açıklamalar yapmışlardır. Her iki farklı sınıf düzeyinde de bu soru için açıklama yapamayan üçer öğrenci bulunmaktadır.

Bu soru için verilen cevapların anlama kategorisinde sınıflandırılabilmesi için bu öğrencilerin verdikleri açıklamalarında, elektron alışverişi sayesinde gerçekleşen iyonik bağın, son yörüngelerinde elektron fazlası olan metal atomlarının kararlı hale geçebilmek için elektron verme isteklerinden ve bunun tersi şekilde de son yörüngesinde elektron eksikliği olan ametal atomlarının kararlı hale geçebilmek için elektron alma isteklerinden dolayı bu atomlar arasında gerçekleştiğinden bahsetmeleri gerekmektedir. Lise-1 ve Lise-3 seviyelerinde anlama kategorisinde cevap veren iki öğrencinin mülakatından alıntı yapılan ve iyonik bağın neden bu tür atomlar (öğrencinin bir önceki soruda ifade ettiği atomlar) arasında gerçekleştiğine dair açıklamalarının yer aldığı kısım örnek teşkil etmesi açısından aşağıda verilmiştir:

(A) : İyonik bağın metal atomları ile ametal atomları arasında olduğunu söyledin. Peki neden bu tür atomlar arasında oluşuyor?

(L1.4) : Nasıl yani, iyonik bağ metallerle ametaller arasında gerçekleşir zaten...

(A) : Yani şunu demek istiyorum. Mesela...neden ametal ametal arasında gerçekleşmiyor iyonik bağ? Ne olması lazım atomların iyonik bağ yapmaları için? Hangi özelliklere sahip atomlar iyonik bağ yapar?

(L1.4) : Ametal atomlarının eksikliği var, bu yüzden onlar tamamlamak için elektronlarını ortak kullanırlar. İyonik bağda ise birinin vermesi lazım birinin de

alması. İşte o yüzden...metal atomlarının fazlası vardır, hep (+) dir onlar, ametallerinde eksikliği vardır, (-) dir...birbirlerini tamamlarlar yani...bu yüzden...

(A) : Yani bu bağı yapacak atomlar...?

(L1.4) : Birinin fazlası olacak, diğerinin de eksikliği...ancak o zaman bağ yapabilirler.

.....

(A) : Neden bu atomlar (metal ve ametal) arasında peki?

(L3.9) : Çünkü metallerin son yörüngelerindeki fazla elektronları vererek ve eksik olan ametallerin de alarak sonuçta her ikisinin de kararlı hale geçmeleri gerekir...

(A) : Peki ametaller neden kendi aralarında iyonik bağ yapmıyor?

(L3.9) : Ama onların eksikleri var ikisinin de. Metal ametal arasında kovalent bağ oluyor. Metal ametal arasında iyonik bağ olur. Metaller (+) dir, ametaller (-) dir. Yani birinin vermesi diğerinin alması...o zaman iyonik bağ olur yani, değil mi?

(A) : Yani diyorsun ki; illaki birinin vermesi birinin alması gerekiyor...peki metaller niye elektron veriyor da, ametaller alıyor?

(L3.9) : ... metallerin fazla elektronları var. Bunları verip (+) oluyor. Ametallerin de eksikliği var. Onun da alması gerek, o da (-) oluyor...ametaller nasıl biri verecek biri alacak. İkisinin de eksikliği var, onlar iyonik bağ yapmaz...

Yanlış anlama kategorisine giren cevapları veren öğrenciler, bir önceki soruda iyonik bağlanmanın metal atomları arasında olduğunu, ametal atomları arasında olduğunu veya metal atomlarından yalnızca alkali metaller ile ametal atomlarından yalnızca halojenler arasında olduğunu ifade eden öğrenciler arasından verdikleri bu ifadeler için yanlış nedenler veren öğrencilerdir. Ayrıca iyonik bağlanmanın metal ametal atomları arasında gerçekleştiğini doğru ifade eden ancak bunun sebebi olarak yanlış açıklamalarda bulunan öğrencilerde bu kategoriye alınmaktadır. Lise-1 seviyesinde, iyonik bağın hangi atomlar arasında gerçekleştiği ile ilgili bu kategoriye giren açıklama yapan bir öğrencinin mülakatından alıntı yapılan ilgili kısım örnek teşkil etmesi açısından verilmiştir:

(A) : ...şimdi ne dedin iyonik bağ için?

(L1.3) : Ametal ametal arasındaki bağlar...

(A) : Neden bu tür atomlar arasında gerçekleşiyor iyonik bağlar?

(L1.3) : Ametallerde elektron eksikliği vardır son yörüngelerinde. Kararlı hale geçmek için bunlar elektronlarını ortak kullanırlar, bu yüzden...

(A) : Biraz daha açar mısın? Yani iyonik bağın gerçekleştiği atomlar nasıl özellikteki atomlardır?

(L1.3) : Yani ikisinin de ametal olması lazım...

(A) : Tamam anladım ametaller arasında olduğunu. Yani şunu soruyorum: mesela iyonik bağ neden metaller arasında gerçekleşmiyor da veya metal ametal arasında gerçekleşmiyor da ametaller arasında gerçekleşiyor?

(L1.3) : ...dedim ya işte bunların elektron eksikliği var son yörüngelerinde, tamamlamak için ortak kullanmak zorundalar...yoksa...mesela metallerle ametaller arasındaki bağ kovalent bağ, orda da biri elektron veriyor biri de alıyor. Birinin fazlası var onları ötekine veriyor, böylece kararlı hale geliyorlar. İyonikte ise ikisinin de eksikliği var zaten. Yani bunlardan biri alıp biri veremez. O zaman kovalent olurdu zaten. Bunlar ametal...

(A) : Şunu mu demek istiyorsun: iyonik bağ elektron eksikliği olan atomlar arasında oluşur?

(L1.3) : Evet, ametaller işte...

“İyonik bağ bu tür atomlar arasında nasıl gerçekleşir?” alt sorusu, öğrencilerin iyonik bağlanmanın ifade ettikleri atomlar arasında nasıl gerçekleştiğini düşündükleri ile ilgili zihin yapılarını ortaya çıkarmayı amaçlamaktadır. Öğrencilerden bazılarının daha önceki üç soruya cevaplar verirken kullandıkları açıklamalar içerisinde bu sorunun cevabı da kısmen ifade edilmiştir. Ancak bu soru, öğrencilerin iyonik bağın oluşumu ile ilgili anlamalarını daha derinlemesine araştırma imkanı verdiğinden özellikle ayrı olarak sorulma ihtiyacı hissedilmiştir. Bu soruya belirlenen kategorilere uygun olarak açıklama yapan her iki farklı öğrenim düzeyindeki öğrencilerin sayıları Tablo 13’ de verilmiştir.

Tablo 13. Mülakatın 2C sorusuna belirlenen kategorilerde açıklama yapan öğrenci sayıları

Soru No.	Dokuzuncu Sınıf (Lise-1)			On Birinci Sınıf (Lise-3)		
	Anlama	Yanlış Anlama	Cevapsız	Anlama	Yanlış Anlama	Cevapsız
2. C	5	3	2	6	3	1

Tablo 13’ de görüldüğü gibi iyonik bağın bu tür atomlar arasında nasıl meydana geldiğinin sorulduğu mülakatın ikinci sorusunun bu alt sorusu için, Lise-1 öğrencilerinden 5 kişi anlama kategorisinde cevap verirken, aynı seviyedeki öğrencilerden 3 öğrenci ise yanlış anlama kategorisine giren kavram ve açıklamalardan bahsetmişlerdir. Buna karşılık, Lise-3 öğrencilerinin 6’ sı iyonik bağlanmanın bu tür atomlar arasında nasıl gerçekleştiğine dair doğru ve anlama kategorisine giren açıklamalar yaparken, aynı seviyedeki öğrencilerden 3 öğrenci ise yanlış anlama kategorisine giren açıklamalar yapmışlardır. Tablo 13’ de görüldüğü gibi Lise-3 öğrencilerinden 1 öğrenci bu soru için açıklama getiremezken Lise-1 öğrencilerinden 2 tanesi iyonik bağlanmanın bu tür atomlar arasında nasıl gerçekleştiği konusunda bir açıklama yapamamıştır.

Anlama kategorisinde sınıflandırılan açıklamalar veren öğrenciler, iyonik bağın elektron alışverişi sayesinde gerçekleştiğinden, kararlı hale geçebilmek için metal atomlarının elektron vererek (+) yüklü olduğundan, ametal atomlarının ise elektron alarak (-) yüklü olduğundan ve iyonik bağın da bu iki yüklü atom arasındaki elektriksel bir çekim kuvveti olduğundan bahseden öğrencilerdir. Lise-1 ve Lise-3 seviyelerinde anlama kategorisinde cevap veren iki öğrencinin mülakatından alıntı yapılan ve iyonik bağın bu tür atomlar arasında nasıl gerçekleştiğine dair açıklamalarının yer aldığı kısım örnek teşkil etmesi açısından aşağıda verilmiştir:

(A) : ...peki nasıl gerçekleşiyor bu bağ metallerle ametaller arasında?

(L3.2) : ...işte metallerin son yörüngelerindeki elektronları vermesi ile ve bu elektronları da son yörüngelerinde eksik olan ametallerin alması ile birinin (+) birinin (-) yüklü olması...böylece aralarında bir çekimin oluşması yani...

(A) : Nasıl bir çekim bu?

(L3.2) : ...elektriksel bir çekim, yani yüklerinden dolayı oluşuyor.

.....

(A) : Tamam. Dedin ya iyonik bağ metallerle ametaller arasında oluşuyor. Ne oluyor da bir bağ oluşuyor aralarında? Nasıl gerçekleşiyor bu bağ?

(L1.9) : ...şimdi metal elektron veriyor ametal de bu elektronu alıyor böylece aralarında bir bağ oluşuyor.

(A) : neden metal elektronlarını veriyor?

(L1.9) : metallerin son yörüngelerinde fazla elektronları vardır, onları vermek ister. Ametallerde alır çünkü son yörüngelerinde eksikliği vardır. İkisi de sekize tamamlamak ister son yörüngelerini...işte bu yüzden de aralarında bir etkileşim oluşur...

(A) : Tamam. Metal elektron verdi ametal de aldı. Peki aralarındaki bağ nedir bunların? Yani nasıl oluştu bu bağ? Birbirlerine elektron verdiler diye mi?

(L1.9) : Hayır sadece bu yüzden değil. Şimdi metal elektron verdi ya (+) yüklü olur o zaman, ametal de elektronu alıp (-) yüklü olur. İşte bunlar arasında bir çekim kuvveti oluşur yani. Mıknatıs gibi...mıknatısın zıt kutupları birbirini çeker, işte öyle. Elektriksel bir çekim var aralarında...

Yanlış anlama kategorisine giren cevaplar veren öğrenciler, iyonik bağlanmanın metal atomları arasında nasıl gerçekleştiğine dair, ametal atomları arasında nasıl gerçekleştiğine dair, yalnızca alkali metaller ile yalnızca halojenler arasında nasıl gerçekleştiğine dair açıklamalar veren öğrencilerdir. Ayrıca iyonik bağlanmanın metal ametal atomları arasında gerçekleştiğini doğru ifade etmesine rağmen, bağlanmanın nasıl oluştuğuna ilişkin yanlış açıklamalarda bulunan öğrenciler de bu kategoriye alınmaktadır. Bu kategoride cevap veren öğrenciler genellikle iyonik bağlanmanın; atomların birbirlerine

olan ihtiyaçları sayesinde, tüm atomlarda bulunan (+) ve (-) yükler sayesinde, elektron alış-verişı esnasında açığa çıkan enerjinin sayesinde ve elektronların ortak kullanımı sayesinde olduğunu ifade etmişlerdir. Lise-1 ve Lise-3 seviyelerinde iyonik bağın nasıl gerekleştiiğine ilişkin yanlış anlama kategorisinde cevap veren iki öğrencinin mülakatından alıntı yapılan ve ilgili açıklamalarının yer aldığı kısım örnek teşkil etmesi açısından aşağıda verilmiştir:

(A) : şimdi bazı sorular daha soracağım...sen söylemiştin gerçi...İyonik bağ hangi atomlar arasında gerçekleşiyordu?

(L1.7) : Metalle ametal arasında.

(A) : Nasıl gerçekleşiyor peki bağ bu atomlar arasında? Yani bağ denen şey ne orda?

(L1.7) : enerji...ametallerin metalle birleşmesi sırasında bir enerji ortaya çıkıyor, bileşik oluşturması için...bağ denen şey enerjidir herhalde...

(A) : biraz açar mısın ne demek istediğini? Nasıl bir enerji bu?

(L1.7) : ...şimdi...ametaller elektron alıyor, metallerde elektron veriyor...bu sırada işte...enerji...işte aralarında elektron alışverişi olurken, yani biri alırken ya da verirken açığa çıkan enerjidir... böylece bağlanırlar yani...

(A) : İyonik bağda diyorsun ki atomları bir arada tutan açığa çıkan bu enerjidir?

(L1.7) : Evet...

.....

(A) : İyonik bağ hangi atomlar arasında demiştin sen?

(L3.7) : Ametallerle metallerin arasında...

(A) : Peki nasıl gerçekleşiyor bu bağ? Nasıl bir arada duruyor bu atomlar?

(L3.7) : ...metal elektron veriyor şeye...ametale...O elektron verme ihtiyaı hissediyor o da alma ihtiyaı hissediyor.

(A) : Peki neden böyle bir ihtiyaç hissediyorlar?

(L3.7) : yarı dolu varsa...onlar işe yaramaz...tam dolu yapmak ister...bu da kararlı olur...

(A) : Biraz açıklar mısın ne demek istediğini?

(L3.7) : Metal elektron fazla olduğu için veriyor, ametallerde elektronu alıyor. Aralarında bir etkileşim oluşuyor yani...bağ oluşuyor işte...

(A) : Tamam biri elektron verdi birisi aldı? Peki ne oldu da bağ yaptı bunlar? Bu bağ nasıl oluştu?

(L3.7) : ya işte birbirine ihtiyaçları var...birinin vermesi birinin alması gerekiyor, o yüzden.

(A) : O zaman bir arada durmalarının sebebi ne diyorsun sen şimdi?

(L3.7) : Bu isteklerdir...birbirlerine ihtiyaç duyarlar. Bu işte...

3. Soru: Kovalent bağ deyince aklına ne geliyor?

Bu soruya verilen öğrenci cevapları analiz edilerek, bu cevaplar daha önce belirlenen “anlama, yanlış anlama ve cevapsız” kategorileri altında sınıflandırılmıştır. Bu soru için her bir kategoriye giren cevaplar veren öğrenci sayıları belirlenerek Tablo 14 oluşturulmuştur.

Tablo 14. Mülakatın 3. sorusuna belirlenen kategorilerde açıklama yapan öğrenci sayıları

Soru No.	Dokuzuncu Sınıf (Lise-1)			On Birinci Sınıf (Lise-3)		
	Anlama	Yanlış Anlama	Cevapsız	Anlama	Yanlış Anlama	Cevapsız
3	6	3	1	6	4	-

Tablo 14’ de görüldüğü gibi öğrencilerin kovalent bağ ile ilişkilendirdikleri kavramları ve onların kovalent bağ kavramı ile ilişki kurdukları kavramların sınırlarını araştırmak için sorulan üçüncü soru için, Lise-1 öğrencilerinden 6 kişi anlama kategorisine giren doğru kavram ve açıklamaları verirken, aynı seviyedeki öğrencilerden 3 öğrenci ise yanlış anlama kategorisine giren kavram ve açıklamalardan bahsetmiştir. Buna karşılık, Lise-3 öğrencilerinin 6’ sısı kovalent bağlanma için anlama kategorisine giren açıklamalar yaparken, aynı seviyedeki öğrencilerden 4 öğrenci ise yanlış anlama kategorisine giren açıklamalar yapmışlardır. Tablo 14’ de görüldüğü gibi Lise-3 öğrencilerinin tamamı kovalent bağlanma için doğru ya da yanlış açıklamalarda bulunmalarına ve ilgili olduklarını düşündükleri kavramları ifade etmelerine rağmen Lise-1 öğrencilerinden bir tanesi kovalent bağa ilişkin bir açıklama veya ifade vermemiştir.

Üçüncü soruya anlama kategorisinde cevap veren öğrenciler, ifadelerinde kovalent bağ için bilimsel bilgilerle tutarlı kavram ve tanımlamalara yer vermişlerdir. Lise-1 ve Lise-3 seviyelerinde anlama kategorisinde cevap veren iki öğrencinin mülakatından alıntı yapılan ve kovalent bağ için verdikleri kavramların ve ifadelerinin yer aldığı kısım örnek teşkil etmesi açısından aşağıda verilmiştir:

(A) : Diğer bir kimyasal bağ da kovalent bağ demiştin. Kovalent bağ deyince aklına ne geliyor? Neler geliyor aklına... özet bir şekilde?

(L1.4) : Kovalent bağ...bir kere ametaller geliyor aklıma...ametallerin son yörüngelerinde elektron eksikliği olduğu için elektronlarını başka bir ametalle ortak kullanıyorlar...işte...bu elektronlar iyonik bağdaki gibi biri veriyor biri alıyor değil

de, ikisinin de oluyor artık...bu kadar...bunlar var aklımda kovalent bağla ilgili...ha birde polar ve apolar diye ikiye ayırılır kovalent bağlar...

.....

(A) : Peki biraz da kovalent bağdan bahsedelim...kovalent bağ deyince aklına ne geliyor önce ondan başlayalım?

(L3.4) : Kovalent bağ deyince ametaller arasındaki bağlar geliyor aklıma. Ametallerin son yörüngelerindeki elektronlarını ortak kullandıkları bağlar işte. İkisinin de elektron alması gerekir, çünkü ikisi de kararlı hale geçmek için son yörüngelerini sekize tamamladıkları bağ türü...

(A) : Başka aklına gelen bir şey var mı? Kovalent bağ deyince şundan mutlaka bahsetmek gerekir dediğin?

(L3.4) : ...türleri var: polar, apolar diye...ametaller arasında...bu kadar yani...

Kovalent bağ ile ilgili bu soru için yanlış anlama kategorisine giren cevaplara; öğrencilerin genellikle kovalent bağı daha önce kimyasal bağın tanımını yaparken de ifade ettikleri gibi bir enerji olarak düşünmeleri sebebiyle verdikleri kavram ve açıklamalar, kovalent bağın ortaklaşa kullanılan elektronların birbirini çekmesi ile oluştuğunu düşünmeleri sebebiyle verdikleri açıklamalar, kovalent bağı iyonik bağ ile karıştırmalarından dolayı verdikleri kavram ve ifadeler girmektedir. Lise-1 ve Lise-3 seviyesinde, kovalent bağ için verdikleri açıklamalar bu kategoriye giren öğrencilerden ikisi ile yapılan mülakatların ilgili kısımları aşağıdaki gibidir:

(A) : Peki kovalent bağ deyince aklına neler geliyor? Nedir kovalent bağ?

(L1.3) : Kovalent bağ deyince metallerle ametaller arasındaki bağ geliyor aklıma...metallerin fazla olan elektronlarını ametallere verdiği, ametallerin de aldığı böyle bir bağ...

(A) : Nasıl yani? Biraz daha açıklar mısın?

(L1.3) : Metaller her zaman (+) yüklüdür, bu yüzden elektron vermek isterler. Ametallerde (-) yüklüdür her zaman elektron almak isterler...bu yüzden biri verir ametale de alır, işte aralarında bir bağ oluşur.

(A) : Elektron alışverişi vardır diyorsun kovalent bağda?

(L1.3) : Evet...bunların birbirini çekmesi ile oluşan bağdır işte.

.....

(A) : kovalent bağ deyince aklına ne geliyor?

(L3.7) : Ametaller aklıma geliyor...ametaller arasındaki bağlar.

(A) : Başka neler geliyor ?

(L3.7) : Birbirlerine elektron alışverişi var işte.

(A) : Nasıl yani?Ametaller arasındaki elektron alışverişi mi diyorsun kovalent bağ için?

(L3.7) : Evet...

(A) : Başka neler geliyor aklına?

(L3.7) : mmm...bu kadar...karşılıklı elektron alışverişinin olduğu bağlar...

“Kovalent bağ hangi tür atomlar arasında gerçekleşir?” alt sorusu, öğrencilerin kovalent bağın meydana geldiği atomların isimlerini bilip bilmediklerini araştırmaktadır. Aslında bu sorunun cevabı öğrencilerin çoğu tarafından ilk soruda bahsedilmiştir. Ancak bu alt soru, kovalent bağ ile ilgili olduklarını düşündükleri kavramları ifade ederken kovalent bağın hangi atomlar arasında gerçekleştiğini ifade etmeyen öğrencilerin de bu bilgilerini araştırmak açısından özellikle ayrı olarak sorulmuştur. Bu soruya belirlenen kategorilere uygun olarak açıklama yapan her iki farklı öğrenim düzeyindeki öğrencilerin sayıları Tablo 15’ de gösterilmektedir.

Tablo 15’ de görüldüğü gibi kovalent bağın hangi tür atomlar arasında meydana geldiğinin sorulduğu mülakatın üçüncü sorusunun bu alt sorusu için, Lise-1 öğrencilerinden 7 kişi anlama kategorisine giren cevaplar verirken, aynı seviyedeki öğrencilerden 2 öğrenci ise yanlış anlama kategorisine giren ifadeler kullanmıştır. Buna karşılık, Lise-3 öğrencilerinin 7’ si kovalent bağın gerçekleştiği atomları doğru olarak vererek anlama kategorisine giren açıklamalar yaparken, aynı seviyedeki öğrencilerden 3 öğrenci ise yanlış anlama kategorisine giren açıklamalar yapmışlardır. Tablo 15’ de görüldüğü gibi Lise-3 öğrencilerinin tamamı kovalent bağın arasında olduğu atomlar için doğru ya da yanlış isimler vermelerine ve soruyu cevapsız bırakmamalarına karşılık Lise-1 öğrencilerinden bir tanesi kovalent bağın hangi atomlar arasında gerçekleştiği konusunda bir açıklama yapamamıştır.

Tablo 15. Mülakatın 3A sorusuna belirlenen kategorilerde açıklama yapan öğrenci sayıları

Soru No.	Dokuzuncu Sınıf (Lise-1)			On Birinci Sınıf (Lise-3)		
	Anlama	Yanlış Anlama	Cevapsız	Anlama	Yanlış Anlama	Cevapsız
3. A	7	2	1	7	3	-

Anlama kategorisinde cevap veren öğrenciler, kovalent bağın ametal atomları arasında gerçekleştiğini doğru olarak ifade eden öğrencilerdir. Mülakatın bu sorusuna verilen cevaplar arasından bu kategoriye girenlerden bazıları şunlardır:

(A) : Kovalent bağ hangi atomlar arasında oluyor?

(L3.10) : Ametalle ametal arasında oluşuyor. İkisinin de elektron eksikliği vardır, elektronlarını ortak kullanırlar.

Yanlış anlama kategorisine giren cevapları veren öğrenciler, kovalent bağın metal atomları ile ametal atomları arasında oluştuğunu ifade eden veya kovalent bağın metal atomlarının arasındaki bağ olduğunu ifade eden öğrencilerdir. Kovalent bağın hangi atomlar arasında gerçekleştiği ile ilgili verdikleri cevapları bu kategoriye giren öğrencilerden iki tanesi ile yapılan mülakatların ilgili kısımları şöyledir:

(A) : Kovalent bağ hangi tür atomlar arasında meydana geliyor?

(L3.3) : Ametaller arasında ya da metal ametal arasındaki bağıdır.

(A) : Nasıl yani? Hem ametal ametal hem de bir metalle bir ametal arasında mı?

(L3.3) : Evet...ya zaten burada önemli olan birbirlerini sekize tamamlamaları gerisi işte sadece türü farklı, yoksa mantığı aynı. Diyelim iyonikte metaller arasındayken kovalentte metalle ametal arasında oluyor. Bağ hepside...sadece ismi değişiyor atomların cinsi değişince...

.....

(A) : Peki kovalent bağ hangi tür atomlar arasında gerçekleşiyor? Daha önce bahsetmiştin ama...

(L1.3) : Metallerle ametaller arasında oluyor. Metaller elektron veriyor ametaller de alıyor.

“Kovalent bağ neden bu tür atomlar arasında oluşur?” alt sorusu, öğrencilerin kovalent bağlanmanın gerçekleştiğini ifade ettikleri atomlar arasında neden böyle bir bağlanmanın gerçekleştiğine dair zihin yapılarını ve verdikleri cevaplar için nedenlerini ortaya çıkarmayı amaçlamaktadır. Zaten öğrencilerden bazıları, kovalent bağ ile ilişkilendirdikleri kavramları ifade ettikleri ve kovalent bağlanmanın hangi atomlar arasında gerçekleştiğini söyledikleri daha önceki iki soruda verdikleri bilgilerin nedenlerinden de biraz bahsetmişlerdir. Ancak bu soru, öğrencilerin kovalent bağın neden bu tür atomlar arasında gerçekleştiği konusunda sahip oldukları daha ileri anlamaları araştırdığından ayrı olarak sorulma ihtiyacı hissedilmiştir. Bu soruya belirlenen kategorilere uygun olarak açıklama yapan her iki farklı öğrenim düzeyindeki öğrencilerin sayıları Tablo 16’ da verilmektedir.

Tablo 16. Mülakatın 3B sorusuna belirlenen kategorilerde açıklama yapan öğrenci sayıları

Soru No.	Dokuzuncu Sınıf (Lise-1)			On Birinci Sınıf (Lise-3)		
	Anlama	Yanlış Anlama	Cevapsız	Anlama	Yanlış Anlama	Cevapsız
3. B	5	1	4	6	2	2

Tablo 16 'da görüldüğü gibi kovalent bağın neden bu tür atomlar arasında meydana geldiğinin sorulduğu mülakatın üçüncü sorusunun bu alt sorusu için, Lise-1 öğrencilerinden 5 kişi anlama kategorisine giren açıklamalarda bulunurken, aynı seviyedeki öğrencilerden 1 öğrenci ise yanlış anlama kategorisine giren açıklamalarda bulunmuştur. Buna karşılık, Lise-3 öğrencilerinin 6' sını kovalent bağlanmanın neden bu tür atomlar arasında meydana geldiğine ilişkin doğru ve anlama kategorisine giren açıklamalar yaparken, aynı seviyedeki öğrencilerden 2 öğrenci ise yanlış anlama kategorisine giren açıklamalar yapmışlardır. Lise-1 seviyesindeki 4 öğrenci kovalent bağın neden bu tür atomlar arasında meydana geldiği konusunda bir açıklama yapamazken, Lise-3 seviyesinde ise 2 öğrenci bu soru için bir açıklamada bulunmamıştır.

Bu soru için verilen cevapların anlama kategorisinde sınıflandırılabilmesi için; öğrencilerin verdikleri açıklamalarında kovalent bağın elektron ortaklaşması biçiminde oluşan bir bağ olduğundan ve bu nedenle son yörüngelerinde elektron eksikliği olan ametallerin kararlı hale geçebilmek için aralarında bu bağlanmayı yaptıklarından bahsetmeleri gerekmektedir. Lise-1 ve Lise-3 seviyelerinde anlama kategorisinde cevap veren iki öğrencinin mülakatından alıntı yapılan ve iyonik bağın neden bu tür atomlar (öğrencinin bir önceki soruda ifade ettiği atomlar) arasında gerçekleştiğine dair açıklamalarının yer aldığı kısım örnek teşkil etmesi açısından aşağıda verilmiştir:

(A) : Kovalent bağ ametal ametal atomları arasında oluşur dedin. Peki neden?

(L1.8) : Çünkü onların elektron eksikleri var. Tamamlamak için kovalent bağ yaparlar aralarında...

(A) : Yani şunu demek istiyorum. Mesela, neden metal ametal arasında gerçekleşmiyor kovalent bağ? Ne olmaları lazım atomların kovalent bağ yapmaları için?

(L1.8) : Ametal atomlarının eksikliği var, bu yüzden...şimdi ikisinin de eksikliği olduğu için. Aslında... biri eksi biri de (+) olsaydı o zaman iyonik bağ olurdu. Ama ikisi de eksi olduğu için tek çare birbirlerinden faydalanıyorlar...tamamlamak için elektronlarını, ortak kullanırlar ametaller bağ yaptığı zaman.

(A) : Yani ne diyorsun son olarak, kovalent bağ niye bu atomlar arasında, ametaller arasında?

(L1.8) : Ya şimdi kovalent bağ ortaklaşa kullanma olduğu zaman ki bağ olduğu için ametaller arasında gerçekleşiyor...metallerle ametaller arasında olmaz çünkü orda birinin fazlası var birinin eksigi. İkisinin de eksik olması gerek ki ortak kullansınlar

.....

(A) : Neden kovalent bağ ametaller arasında? Yani neden kovalent bağ metalle ametal arasında olmuyor da bunlar arasında oluyor? Onların özellikleri ne?

(L3.8) : Çünkü ametallerin son yörüngelerinde elektron eksigi var ve bunu tamamlamaları lazım. İkisinin de eksigi olduğu için de ortak kullanırlar. Aralarında da kovalent bağ oluşur işte...metalle ametal olsaydı o zaman iyonik olurdu... demiştik zaten ya...orda birisi veriyor birisi alıyordu. O zaman iyonik bağ oluyordu. Kovalentte ise ortak kullanıyorlar... bu yüzden

(A) : Peki şunu mu diyorsun: kovalent bağın oluşması için iki atom arasında, o atomların elektron eksigi olması gerekir?

(L3.8) : Evet... ikisinin de son yörüngesinde eksiginin olması gerekir. Böyle atomlar kovalent bağ yapar...öbür dediğimiz olsa tam tersi olurdu...o zaman iyonik olurdu...

Yanlış anlama kategorisine giren cevapları veren öğrenciler, bir önceki soruda kovalent bağlanmanın metal atomları arasında olduğunu ifade eden veya metaller ile ametaller arasında olduğunu ifade eden öğrenciler arasından verdikleri bu ifadeler için yanlış nedenler veren öğrencilerdir. Ayrıca kovalent bağlanmanın ametal ametal atomları arasında gerçekleştiğini doğru ifade eden ancak bunun sebebi olarak yanlış açıklamalarda bulunan öğrencilerde bu kategoriye alınmaktadır. Lise-1 seviyesinde, kovalent bağın neden bu tür atomlar arasında gerçekleştiği ile ilgili yanlış anlama kategorisine giren açıklamalar yapan bir öğrencinin mülakatının ilgili kısımları aşağıdaki gibidir:

(A) : Evet, kovalent bağ için ne demiştin?

(L1.3) : Metal atomlarıyla ametal atomları arasındaki bağlar. Elektron alışverişi olmasıyla, birinin (+) birinin (-) olduğu, böylece birbirini çektiği bağlar...

(A) : Neden metalle ametal arasında gerçekleşiyor bu bağlar?

(L1.3) : Çünkü metallerin son yörüngelerinde oynak elektronları var demişti hocamız...işte bunları vermek ister. Ametallerin de eksiktir son yörüngeleri, sekize tamamlamak isterler. Onlarda bu elektronları alırlar işte, aralarında bir etkileşim oluşur yani...

(A) : Bu etkileşim dediğin ne? Biraz daha açar mısın? Yani kovalent bağın gerçekleştiği atomlar nasıl özellikteki atomlardır? Ne olması lazım da bu bağ oluşsun o atomlar arasında?

(L1.3) : Elektron alışverişinin olması lazım kovalent bağ için...birinin alıp birinin vermesi gerekir...

(A) : Peki kovalent bağ neden ametaller arasında gerçekleşmiyor?

(L1.3) : ...ametallerde...iki ametal arasında gerçekleşmez ki...ikisi de ametal o zaman ikisi de eksik. Kim kime verecek o zaman, öyle olmaz. İyonik bağ var

onlarda. Birinin fazla olması lazım ki elektronu ona versin, tamamlasın... kovalent bağ olması için...

(A) : O zaman son olarak bir toparlayalım. Kovalent bağ metallere ametal atomları arasında meydana gelir bunun da nedeni

(L1.3) : Metal atomlarının elektron fazlası olması ametallerinde eksik olmasıdır... ikisi de vermek isterler; metaller verir ametaller de alır işte... bu şekilde olması gerekiyor atomların...

“Kovalent bağ bu tür atomlar arasında nasıl gerçekleşir?” alt sorusu, öğrencilerin kovalent bağlanmanın ifade ettikleri atomlar arasında nasıl gerçekleştiğini düşündükleri ile ilgili zihin yapılarını ortaya çıkarmayı amaçlamaktadır. Öğrencilerden bazılarının daha önceki sorulara verdikleri cevaplarda kullandıkları açıklamalar içerisinde bu sorunun cevabı da kısmen ifade edilmiştir. Ancak bu soru, öğrencilerin kovalent bağın oluşumu ile ilgili anlamalarını daha derinlemesine araştırma imkanı verdiği için özellikle ayrı olarak sorulma ihtiyacı hissedilmiştir. Ayrıca bu sorunun ayrı olarak sorulması mülakattan elde edilen verilerin analizi sürecinde de hem kolaylık hem de vakit açısından oldukça faydalı olmuştur. Bu soruya belirlenen kategorilere uygun olarak açıklama yapan her iki farklı öğrenim düzeyindeki öğrencilerin sayıları Tablo 17’ de gösterilmektedir.

Tablo 17. Mülakatın 3C sorusuna belirlenen kategorilerde açıklama yapan öğrenci sayıları

Soru No.	Dokuzuncu Sınıf (Lise-1)			On Birinci Sınıf (Lise-3)		
	Anlama	Yanlış Anlama	Cevapsız	Anlama	Yanlış Anlama	Cevapsız
3. C	4	4	2	5	4	1

Tablo 17’ de görüldüğü gibi kovalent bağın bu tür atomlar arasında nasıl meydana geldiğinin sorulduğu mülakatın üçüncü sorusunun bu alt sorusu için, Lise-1 öğrencilerinden 4 kişi anlama kategorisinde cevap verirken, aynı seviyedeki öğrencilerden 4 öğrenci ise yanlış anlama kategorisine giren kavram ve açıklamalardan bahsetmişlerdir. Buna karşılık, Lise-3 öğrencilerinin 5’ i iyonik bağlanmanın bu tür atomlar arasında nasıl gerçekleştiğine dair doğru ve anlama kategorisine giren açıklamalar yaparken, aynı seviyedeki öğrencilerden 4 öğrenci ise yanlış anlama kategorisine giren açıklamalar yapmışlardır. Tablo 17’ de görüldüğü gibi Lise-3 öğrencilerinden 1 öğrenci kovalent bağlanmanın nasıl gerçekleştiğine dair bir açıklama yapamamasına karşılık Lise-1 öğrencilerinden 2 tanesi bu soruya bir açıklamada bulunamamıştır.

Öğrencilerin kovalent bağlanmanın nasıl gerçekleştiği ile ilgili daha ileri anlamalarını araştıran bu alt soru için anlama kategorisinde sınıflandırılan açıklamalar veren öğrenciler, kovalent bağın son yörüngesinde elektron eksikliği olan atomların soy gaz düzeni olan kararlı yapıya geçmek için elektronlarını ortak kullanacağından ve bu atomların artık bir arada bulunma sebebinin de, başka bir ifadeyle kovalent bağın da, ortaklaşa kullanılan elektronların her iki atomun çekirdeği tarafından çekilmesi olduğundan bahseden öğrencilerdir. Lise-3 seviyesinde anlama kategorisinde cevap veren bir öğrencinin mülakatından alıntı yapılan ve kovalent bağın bu tür atomlar arasında nasıl gerçekleştiğine dair açıklamalarının yer aldığı kısım örnek teşkil etmesi açısından aşağıda verilmiştir:

(A) : Kovalent bağ ametaller arasında gerçekleşiyor dedin sen. Peki nasıl oluyor bu? Nasıl bu atomlar bağ yapıyor?

(L3.10) : Elektronlarını ortaklaşa kullanarak...

(A) : Tamam. Ortak kullanıyorlar da, ne demek istiyorsun? Yani ortaklıktan kastın ne?

(L3.10) : İkisinin de elektrona ihtiyacı var şimdi bunların. Mesela suda; hidrojenin 1 elektronu var, oksijen de kaçtı?...sekiz, sekiz elektronu var. Son yörüngesinde... (elektron dağılımını yapıyor)...altı, iki elektrona, iki elektron alması lazım sekize tamamlamak için. İşte iki tane hidrojenle ortak kullanıyorlar...

(A) : Tamam, ortak kullandılar. Ben sana şunu soruyorum: bağ nasıl oluştu, yani ne oldu da birbirleriyle bir arada duruyorlar.

(L3.10) : ...şimdi bu elektronlar...her ikisinin oldu yani, hem oksijenin hem de hidrojenin de iki tane oldu. İkisi de bu elektronları çektiği için bir arada dururlar artık.

(A) : Ne çekimi bu?

(L3.10) : Hidrojenin çekirdeği ile oksijenin çekirdeği çekiyor bu elektronları... ondan artık ikisi de bağ yapmış gibi oldu...

(A) : o zaman kovalent bağ için ne diyorsun son olarak, bu çekirdeklerin çekimi mi?

(L3.10) : Evet, bu elektronlar artık her iki çekirdek tarafından çekiliyor. Böylece bir bağ oluşuyor arada.

Bu soru için yanlış anlama kategorisine giren cevaplar veren öğrenciler, kovalent bağlanmanın metal atomları arasında nasıl gerçekleştiğine dair, metaller ile ametaller arasında nasıl gerçekleştiğine dair açıklamalar veren öğrencilerdir. Ayrıca kovalent bağlanmanın ametal atomları arasında gerçekleştiğini doğru ifade etmesine rağmen, bağlanmanın nasıl oluştuğuna ilişkin yanlış açıklamalarda bulunan öğrencilerde bu kategoriye alınmaktadır. Bu kategoride cevap veren öğrenciler genellikle kovalent bağlanmanın; atomların birbirlerine olan ihtiyaçları sayesinde, tüm atomlarda bulunan (+)

ve (-) yükler sayesinde veya elektronların iki atom arasında gidip gelmesi; yani bir tür elektron alış-verişi (öğrenci bunu ödünç verme olarak adlandırıyor) sayesinde oluştuğunu ifade etmişlerdir. Lise-3 seviyesinde kovalent bağın nasıl gerçekleştiğine ilişkin yanlış anlama kategorisinde cevap veren iki öğrencinin mülakatından alıntı yapılan ve ilgili açıklamalarının yer aldığı kısım örnek teşkil etmesi açısından aşağıda verilmiştir:

(A) : Kovalent bağı biraz daha açıklamamı isteyeceğim senden. Hangi atomlar arasında oluşuyor demiştin?

(L3.7) : Ametaller arasında.

(A) : Neden bu atomlar arasında gerçekleştiğini söylerken biraz bahsetmiştin ama benim sana bir sorum daha olacak. Şimdi iki tane ametal atomu var ve bunlar bağ yapacak. Ne oluyor bunlar arasında bağ oluşurken?

(L3.7) : ...ya şimdi...ametallerin ...ametaller (-) olduğu için elektron almaları gerekiyor, kararlı olabilmek için. Bu yüzden birbirlerine elektron veriyorlar yani ikisi de...

(A) : Tam anlayamadım. Biraz daha açıklar mısın?

(L3.7) : Şimdi... diyelim bir ametal atomu olsun. Bu ametal atomunun diyelim bir eksiği var. Öbür ametal atomunun da bir eksiği var. Ne yapacak bunlar; işte biri elektron veriyor diğeri de alıyor?

(A) : Peki sen az önce de iyonik bağ için aynı şeyleri söylemiştin. O zaman iyonik bağdan farkı ne?

(L3.7) : Aslında...tam bir alıp verme yok burada...yani ikisinin de eksiği olduğu için iyonik bağdaki gibi değil. Yani elektronlar tam vermiyor da...ödünç gibi... birbirlerine ödünç veriyorlar...

(A) : Yani? Tam anlayamadım. Biraz daha açıklar mısın?

(L3.7) : Elektronlar bağ yaptığı atomların arasında... biri birine geçiyor bir birine geçiyor gibi yani.

(A) : Peki bu yüzden mi bir arada bulunuyorlar?

(L3.7) : Evet, artık o elektronlar... bağı oluşturuyorlar işte atomlar arasında gidip gelerek...sürekli o elektron bir ona geçiyor bir ona... bu şekilde de bir arada duruyorlar zaten.

4. Soru: Metalik bağ deyince aklına ne geliyor?

Bu soruya verilen öğrenci cevapları analiz edilerek, bu cevaplar daha önce belirlenen “anlama, yanlış anlama ve cevapsız” kategorileri altında sınıflandırılmıştır. Bu soru için her bir kategoriye giren cevaplar veren öğrenci sayıları belirlenerek Tablo 18 oluşturulmuştur.

Tablo 18. Mülakatın 4. sorusuna belirlenen kategorilerde açıklama yapan öğrenci sayıları

Soru No.	Dokuzuncu Sınıf (Lise-1)			On Birinci Sınıf (Lise-3)		
	Anlama	Yanlış Anlama	Cevapsız	Anlama	Yanlış Anlama	Cevapsız
4	6	3	1	7	2	1

Tablo 18’ de görüldüğü gibi öğrencilerin metalik bağ ile ilişkilendirdikleri kavramları ve onların metalik bağ kavramı ile ilişki kurdukları kavramların sınırlarını araştırmak için sorulan üçüncü soru için, Lise-1 öğrencilerinden 6 kişi anlama kategorisine giren doğru kavram ve açıklamalar verirken, aynı seviyedeki öğrencilerden 3 öğrenci ise yanlış anlama kategorisine giren kavram ve açıklamalarda bulunmuştur. Buna karşılık, Lise-3 öğrencilerinin 7’ si metalik bağlanma için anlama kategorisine giren açıklamalar yaparken, aynı seviyedeki öğrencilerden 2 öğrenci ise yanlış anlama kategorisine giren açıklamalar yapmışlardır. Lise-1 ve Lise-3 seviyelerinin her ikisinden de birer öğrenci metalik bağa ilişkin bir açıklama veya ifade vermemiştir.

Bu soruya anlama kategorisinde cevap veren öğrenciler, ifadeleri içerisinde metalik bağ için bilimsel bilgilerle tutarlı kavram ve tanımlamalara yer vermişlerdir. Verilen öğrenci cevapları bu soru için pek tatminkar değildir ancak her soru için olduğu gibi bu soruda da cevaplar öğrencilerin ifade ettikleri kadarıyla değerlendirilmiştir. Lise-1 ve Lise-3 seviyelerinde anlama kategorisinde cevap veren iki öğrencinin mülakatından alıntı yapılan ve metalik bağ için verdikleri kavramların ve ifadelerinin yer aldığı kısım örnek teşkil etmesi açısından aşağıda verilmiştir:

(A) : Metalik bağ deyince aklıma ne geliyor?

(L1.1) : Metalik bağ deyince metaller arasındaki bağ geliyor aklıma...bütün metallerdeki...

(A) : Biraz daha açar mısın ifadelerini? Nasıl yani bütün metaller?

(L1.1) : Yani dediğim; mesela demir maddesindeki... magnezyumda...falan işte, yani metaller arasında oluşan bağ geliyor aklıma.

(A) : Başka? Başka ne geliyor aklıma?

(L1.1) : ... yok, bu kadar.

.....

(A) : Metalik bağ deyince aklıma ne geliyor?

(L3.9) : Metalik bağ; metal atomları arasındaki bağdır. Eee...metallerin son yörüngelerindeki oynak elektronları sayesinde oluşan bağdır

(A) : İfadelerini biraz daha açar mısın? Oynak elektronlar dediğin ne?

(L3.9) : Tüm metaller de son yörüngelerinde elektron fazlaları vardır işte bu elektronların dolaşması ile oluşuyor metaller arasında...ne diyeyim...metallerin son yörüngelerindeki çekim kuvveti az. Bu azlıktan dolayı yani oynak denmesi...

Metalik bağ ile ilgili bu soru için yanlış anlama kategorisine giren cevaplara; öğrencilerin genellikle metalik bağın metal atomları arasında elektron alışverişi sayesinde olduğunu düşünmeleri sebebiyle verdikleri kavram ve açıklamalar veya metalik bağda metal atomlarının elektronlarını ortaklaşa kullandıklarını düşünmeleri sebebiyle verdikleri açıklamalar girmektedir. Lise-1 ve Lise-3 seviyesinde, metalik bağ için verdikleri açıklamaları bu kategoriye giren öğrencilerden ikisi ile yapılan mülakatların ilgili kısımları aşağıdaki gibidir:

(A) : Metalik bağ deyince aklına ne geliyor?

(L1.5) : Metalik bağ...metal atomları arasında meydana gelen bağdır. Metal atomlarının aralarında elektronlarını ortak kullanmaları ile olur... Mesela demir atomunda... birbirleri ile ortak kullanırlar, bir çok demir atomu...bir arada dururlar...metallerin son yörüngeleri tam dolmadığı için... kuvvetli bağlardır...demir çubuk mesela...

(A) : Biraz daha açıklar mısın söylediklerini? Metal atomları birbirleri ile elektronlarını ortak mı kullanıyorlar?

(L1.5) : Evet... elektronlarını ortak kullanıyorlar hepsi de... sekize tamamlamak için...tam emin değilim ama öyle demişti hoca bize...

(A) : Başka? Başka ne geliyor aklına?

(L1.5) : ...bu kadar.

.....

(A) : Metalik bağ deyince aklına ne geliyor?

(L3.1) : Metalik bağ deyinde...mesela bir demir maddesindeki bağlar ya da alüminyum maddesindeki bağlar geliyor aklıma...

(A) : Peki başka?

(L3.1) : ... sadece bunlar geliyor aklıma...iyonik bağ vardır aralarında herhalde...

(A) : Metalik bağ ve iyonik bağ aynı şeyler mi?

(L3.1) : İyonik bağ dememin sebebi bunlar birbirlerine elektron veriyorlar ya, metallerin elektron verme istekleri vardı, işte o yüzden...bir de iyonik bağ en kuvvetli bağ olduğuna göre o yüzden aralarında iyonik bağ vardır herhalde. Taneciklerin birbirini çekmesi daha güçlüdür iyonik bağda, demirde olduğu gibi...o yüzden metaller arasındaki bağ da iyonik bağ olabilir...

“Metalik bağ hangi tür atomlar arasında gerçekleşir?” alt sorusu, öğrencilerin metalik bağın meydana geldiği atomların isimlerini bilip bilmediklerini araştırmaktadır.

Aslında bu sorunun cevabından öğrencilerin çoğu tarafından ilk soruda bahsedilmiştir. Ancak bu alt soru, kovalent bağ ile ilgili olduklarını düşündükleri kavramları ifade ederken kovalent bağın hangi atomlar arasında gerçekleştiğini ifade etmeyen öğrencilerin de bu bilgilerini araştırmak açısından özellikle ayrı olarak sorulmuştur. Bu soruya belirlenen kategorilere uygun olarak açıklama yapan her iki farklı öğrenim düzeyindeki öğrencilerin sayıları Tablo 19' da verilmektedir.

Tablo 19. Mülakatın 4A sorusuna belirlenen kategorilerde açıklama yapan öğrenci sayıları

Soru No.	Dokuzuncu Sınıf (Lise-1)			On Birinci Sınıf (Lise-3)		
	Anlama	Yanlış Anlama	Cevapsız	Anlama	Yanlış Anlama	Cevapsız
4. A	9	-	1	9	-	1

Tablo 19' da görüldüğü gibi metalik bağın hangi tür atomlar arasında meydana geldiğinin sorulduğu mülakatın dördüncü sorusunun bu alt sorusu için, hem Lise-1 hem de Lise-3 seviyesindeki öğrencilerden dokuzar kişi doğru olan ve anlama kategorisine giren cevabı verirken her iki seviyeden de yalnızca birer kişi metalik bağın hangi atomlar arasında gerçekleştiği konusunda bir açıklama yapamamıştır.

Anlama kategorisinde cevap veren öğrenciler, metalik bağın metal atomlarının kendi aralarında gerçekleştiğini doğru olarak ifade eden öğrencilerdir. Mülakatın bu sorusuna verilen cevaplar arasından bu kategoriye girenlerden biri aşağıdaki gibidir:

(A) : ...Az önce söyledin gerçi, kimler arasında gerçekleşiyor metalik bağ?

(L3.7) : Metal metal arasında...

“Metalik bağ bu tür atomlar arasında nasıl gerçekleşir?” alt sorusu, öğrencilerin metalik bağlanmanın metal atomları arasında nasıl gerçekleştiğini düşündükleri ile ilgili zihin yapılarını ortaya çıkarmayı amaçlamaktadır. Bu soru, öğrencilerin metalik bağın oluşumu ile ilgili anlamalarını daha derinlemesine araştırma imkanı verdiğinden özellikle önemlidir. Bu soruda belirlenen kategorilere uygun olarak açıklama yapan her iki farklı öğrenim düzeyindeki öğrencilerin sayıları Tablo 20' de verilmektedir.

Tablo 20. Mülakatın 4B sorusuna belirlenen kategorilerde açıklama yapan öğrenci sayıları

Soru No.	Dokuzuncu Sınıf (Lise-1)			On Birinci Sınıf (Lise-3)		
	Anlama	Yanlış Anlama	Cevapsız	Anlama	Yanlış Anlama	Cevapsız
4. B	3	3	4	5	2	3

Tablo 20’ de görüldüğü gibi metalik bağın bu tür atomlar arasında nasıl meydana geldiğinin sorulduğu mülakatın dördüncü sorusunun bu alt sorusu için, Lise-1 seviyesinden 3 öğrenci anlama kategorisinde cevap verirken, aynı seviyedeki öğrencilerden 3 öğrenci ise yanlış anlama kategorisine giren açıklamalar yapmışlardır. Buna karşılık, Lise-3 öğrencilerinin 5’ i metalik bağlanmanın metal atomları arasında nasıl gerçekleştiğine dair doğru ve anlama kategorisine giren açıklamalar yaparken, aynı seviyedeki öğrencilerden 2 öğrenci ise yanlış anlama kategorisine giren açıklamalar yapmışlardır. Tablo 20’ de görüldüğü gibi Lise-3 öğrencilerinden 3 öğrenci metalik bağlanmanın nasıl gerçekleştiğine dair bir açıklama yapamamasına karşılık Lise-1 öğrencilerinden 4 tanesi metalik bağlanmanın oluşumu ile ilgili bu soruya bir açıklamada bulunamamıştır.

Bu soru için anlama kategorisinde cevap veren öğrenciler; açıklamalarında metallerin son yörüngelerindeki orbitallerin boş olduğundan ve değerlik elektronlarının her bir metal atomunun boş olan bu orbitalleri arasında hareket ettiğinden bahsetmeleri gerekmektedir. Lise-1 ve Lise-3 seviyelerinde anlama kategorisinde cevap veren iki öğrencinin mülakatından alıntı yapılan ve iyonik bağın neden bu tür atomlar (öğrencinin bir önceki soruda ifade ettiği atomlar) arasında gerçekleştiğine dair açıklamalarının yer aldığı kısım örnek teşkil etmesi açısından aşağıda verilmiştir:

(A) : Metalik bağ metaller arasında meydana geliyor dedin. Peki nasıl meydana geliyor bu bağ açıklar mısın?

(L1.2) : Metallerin son yörüngeleri tam dolu olmadığı için metallerde elektronlar bu yörüngeler arasında dolanıp duruyor...başka bir metalde böyle yanına geldiği zaman onunda aynı şekilde elektronları var. Onlar da yörüngelerde dolanıyor... Hoca bize hatta bunun iyonik bağ olmadığını söylemişti... yani elektron alışverişi değil de daha farklı bir şeymiş. Yani birçok elektron var işte...bunlar, bir sürü metal atomları bir araya gelince...İşte bu elektronlarla sanki bir nevi tüm atomlar bir arada duruyorlar...karışmış gibi yani.

.....

(A) : Peki nasıl oluşuyor bu bağ aralarında?

(L3.2) : metalik bağ metallerin son yörüngelerindeki oynak elektronların ...dolaşmasıyla oluşuyor metaller arasında...ne diyeyim?... Metallerin son yörüngesindeki çekim kuvveti az. Bu azlıktan dolayı da bu elektronlara oynak elektronlar deniyor işte. Bunların...nasıl diyeyim? Şimdi yan yana geldikleri zaman diğer metal atomlarının çekim etkisine girmesiyle yani. Mesela; demir...diyelim son yörüngesinde 5 elektron var...atıyorum yani tam bilmiyorum, yazmak lazım onu şimdi... işte bunlar diyelim, yanında da bir demir atomu var onun da aynı şekilde, bu elektronları artık tüm ametaller arasında dolaştığı için hepsi çekiyor...bir bulut gibi...yani artık öbür demir de onu çekiyor, bir başka atom da.

Bu soru için yanlış anlama kategorisine giren cevaplar veren öğrenciler, metalik bağın metal atomları arasında elektron alışverişi sayesinde olduğunu ifade ederek bu şekilde bağlanmayı açıklayan veya metalik bağda metal atomlarının elektronlarını ortaklaşa kullandıklarını düşünmeleri sebebiyle bağlanmayı buna uygun açıklayan öğrencilerdir. Lise-1 ve Lise-3 seviyelerinde metalik bağın nasıl gerçekleştiğine ilişkin yanlış anlama kategorisinde cevap veren iki öğrencinin mülakatından alıntı yapılan ve ilgili açıklamalarının yer aldığı kısım örnek teşkil etmesi açısından aşağıda verilmiştir:

(A) : Peki metalik bağ için metaller arasındaki bağıdır dedin sen. Ama demir atomları arasında da iyonik bağ var dedin. Şimdi biraz açıklar mısın: bu metaller arasındaki bağ nasıl gerçekleşiyor?

(L3.1) : İyonik bağ dememin sebebi az önce de söylediğim gibi metaller elektron vermek isterler...bir de diyelim demir çubuk...serttir. İyonik bağ da en güçlü bağ olduğuna göre iyonik bağ vardır herhalde aralarında...

(A) : Peki o zaman neden iyonik değil de metalik demişler?

(L3.1) : Tam bilemiyorum...belki bu metaller arasında olduğu içindir. İyonik bağıdır bence yine...bir elektron alış veriş var metaller arasında. Elektron alışverişi olunca iyonik olmuyor muydu?

.....

(A) : Metalik bağ nasıl meydana geliyor bu atomlar?Ne oluyor da bağ yapıyor bunlar?

(L1.5) : ...Dediğim gibi işte metal atomlarının elektronlarını ortak kullanmaları ile olur...Mesela demir atomunu vermiştik...demir atomunun son yörüngeleri dolu olmadığı için ortak kullanırlar elektronlarını...

(A) : Biraz daha açıklar mısın söylediklerini? Metal atomları birbirleri ile elektronlarını ortak mı kullanıyorlar?

(L1.5) : Evet...

(A) : Peki diyorsun ki elektron ortaklaşması var? Peki neden ortak kullanıyorlar bunlar elektronlarını?

(L1.5) : Sekize tamamlamak için...tam emin değilim ama öyleydi...

(A) : Peki ortak kullandılar elektronlarını diyorsun, sekize de tamamladılar. Peki bu atomlar bir arada nasıl duruyor; ortak kullandılar da ne oldu? Bağ dediğimiz ne burada?

(L1.5) : Ya tam bilmiyorum ama birbirlerine ihtiyaçları var tamamlamaları için... bu yüzden bir arada duruyor olabilirler.

5. Soru: Hidrojen bağı deyince aklına ne geliyor?

Bu soruya verilen öğrenci cevapları analiz edilerek, bu cevaplar daha önce belirlenen “anlama, yanlış anlama ve cevapsız” kategorileri altında sınıflandırılmıştır. Bu soru için her bir kategoriye giren cevaplar veren öğrenci sayıları belirlenerek Tablo 21 oluşturulmuştur.

Tablo 21. Mülakatın 5. sorusuna belirlenen kategorilerde açıklama yapan öğrenci sayıları

Soru No.	Dokuzuncu Sınıf (Lise-1)			On Birinci Sınıf (Lise-3)		
	Anlama	Yanlış Anlama	Cevapsız	Anlama	Yanlış Anlama	Cevapsız
5	4	4	2	5	4	1

Tablo 21’ de görüldüğü gibi öğrencilerin hidrojen bağı ile ilişkilendirdikleri kavramları ve onların hidrojen bağı kavramı ile ilişki kurdukları kavramların sınırlarını araştırmak için sorulan üçüncü soru için, Lise-1 öğrencilerinden 4 kişi anlama kategorisine giren doğru kavram ve açıklamaları verirken, aynı seviyedeki öğrencilerden 4 öğrenci ise yanlış anlama kategorisine giren kavram ve açıklamalardan bahsetmiştir. Buna karşılık, Lise-3 öğrencilerinin 5’ i hidrojen bağı için anlama kategorisine giren açıklamalar yaparken, aynı seviyedeki öğrencilerden 4 öğrenci ise yanlış anlama kategorisine giren açıklamalar yapmışlardır. Lise-1 seviyesindeki öğrencilerden 2 öğrenci hidrojen bağı için hiçbir açıklamada bulunmazken, Lise-3 seviyesinden yalnızca 1 öğrenci hidrojen bağına ilişkin bir açıklama veya ifade vermemiştir.

Bu soruya anlama kategorisinde cevap veren öğrenciler, ifadeleri içerisinde hidrojen bağı için bilimsel bilgilerle tutarlı kavram ve tanımlamalara yer vermişlerdir. Verilen öğrenci cevapları bu soru için pek tatminkar değildir ancak her soru için olduğu gibi bu soruda da cevaplar öğrencilerin ifade ettikleri kadarıyla değerlendirilmiştir. Lise-1 ve Lise-3 seviyelerinde anlama kategorisinde cevap veren iki öğrencinin mülakatından alıntı yapılan ve hidrojen bağı için verdikleri kavramların ve ifadelerinin yer aldığı kısım örnek teşkil etmesi açısından aşağıda verilmiştir:

(A) : Hidrojen bağı için ne söyleyebilirsin peki, hidrojen bağı deyince aklına ne geliyor?

(L1.9) : Hidrojen bağı hidrojenle F,O,N elementleri arasındaki bağı...bunları biliyorum...Bu atomların elektronegatiflikleri yüksek olduğu için işte bu atomlar arasında meydana geldiğini biliyorum...Başka...bu kadar.

(A) : Şimdi hidrojenle F,O,N arasında meydana geliyor dedin peki bu da iyonik ve kovalent gibi bir bağı mı? Yani nasıl meydana geliyor? Daha doğrusu bu atomlar arasında meydana gelen bir bağı mı?

(L1.9) : Bu atomlar arasında meydana geliyor ama, şey değil yani, aynı bileşikteki atomlar arasında değil. Şimdi diyelim iki tane bileşik var bu ikisindeki atomlar arasında. Yani moleküller arası bir bağı hidrojen bağı.

(A) : Peki başka? Başka neler geliyor aklına?

(L1.9) : ...başka bu atomlar arasında olduğunu biliyorum yani...bu kadar.

.....

(A) : Hidrojen bağına geldik. Hidrojen bağı nedir peki, hidrojen bağı deyince aklına ne geliyor?

(L3.9) : Hidrojen bağı...moleküller arası bir bağı, van der Waals gibi, dipol-dipol gibi...Yapısında F,O,N bulunan ve H bulunan moleküllerde molekülleri bir arada tutan kuvvet geliyor aklıma...bunlar işte.

(A) : Peki molekülleri bir arada tutan kuvvet dedin. Bağı mı, kuvvet mi?

(L3.9) : Kuvvet ama bağı deniyor...bilmiyorum yani ama...iyonik ve kovalentteki gibi bir elektron ortaklaşması falan yok aralarında. Kuvvettir bu...yapı değişmediğine göre kuvvettir.

Öğrencilerin hidrojen bağı ile ilişkilendirdikleri kavramları, bilgileri ve bunların sınırlarını ölçen bu soru için yanlış anlama kategorisine giren cevaplara; öğrencilerin genellikle hidrojen bağına bir kimyasal bağı olarak düşünmelerinden dolayı verdikleri kavram ve açıklamalar ya da moleküller arası bir kuvvet olarak düşünmelerine rağmen nasıl gerçekleştiğine dair yanlış olarak verdikleri açıklama ve ifadeler girmektedir. Lise-1 ve Lise-3 seviyesinde, hidrojen bağı için verdikleri açıklamaları bu kategoriye giren öğrencilerden ikisi ile yapılan mülakatların ilgili kısımları aşağıdaki gibidir:

(A) : Hidrojen bağı deyince ne aklına geliyor?

(L1.6) : ...hidrojen bağı hidrojenle ametaller arasındaki bağı galiba... kovalent bağı bir türüydü...hidrojenin atom numarası 1 olduğu için elektron almak ister, ametallerde aynı şekilde bir elektron almak ister. Böylece oluşan bağı yani... ortaklaşa kullanırlar elektronlarını...

(A) : Hidrojen bağı kovalent bağı bir türü diyorsun?

(L1.6) : Evet, polar kovalent vardı, apolar kovalent vardı, hidrojen bağı vardı galiba...ha, bir de van der Waals vardı...

(A) : Hidrojen bağı deyince ne aklına geliyor?

(L3.7) : Adından da anlaşılacağı gibi hidrojenin yaptığı bağlardır...

(A) : Nasıl yani biraz daha açıkla mısın ifadelerini?

(L3.7) : Ya işte diyelim...HCl de bir hidrojenle klor atomunun yaptığı bağ mesela...

(A) : HCl molekülünde hidrojen atomu ile klor atomu arasındaki bağ diyorsun yani?

(L3.7) : Evet.

(A) : Peki hidrojen ve klor ne tür atomlar, metal mi ametal mi? Yani buradan şunu çıkarmak istiyorum: belli özellikteki atomlar mı hidrojen bağı yapıyor?

(L3.7) : Hidrojen de farklı bir durum var +1 ama ametaldi. Klor da -1, o da ametal...ikisi de ametal. Ya burada hidrojen olunca...hidrojen bağı yapıyorsa o zaman hidrojen bağı oluyor.

(A) : Yani diyorsun ki hidrojen bağı moleküldeki atomlar arasında meydana gelen bir bağ? Bir kimyasal bağ?

(L3.7) : Evet.

“Hidrojen bağı kimler arasında oluşur?” alt sorusu, öğrencilerin hidrojen bağının moleküller arası bir kuvvet olup olmadığını ve elektronegatifliği yüksek olan F,O,N atomlarından birini ve hidrojen atomunu içeren moleküller arasında oluştuğunu bilip bilmediklerini araştırmaktadır. Aslında bu sorunun cevabı öğrencilerin çoğu tarafından bir önceki soruya verdikleri cevaplarda bahsedilmiştir. Ancak bu alt soru, hidrojen bağı ile ilgili olduğunu düşündükleri kavramları ifade ederken hidrojen bağının kimler arasında gerçekleştiğini ifade etmeyen öğrencilerin de bu bilgilerini araştırmak açısından özellikle ayrı olarak sorulmuştur. Bu soruya belirlenen kategorilere uygun olarak açıklama yapan her iki farklı öğrenim düzeyindeki öğrencilerin sayıları Tablo 22’ de verilmektedir.

Tablo 22. Mülakatın 5A sorusuna belirlenen kategorilerde açıklama yapan öğrenci sayıları

Soru No.	Dokuzuncu Sınıf (Lise-1)			On Birinci Sınıf (Lise-3)		
	Anlama	Yanlış Anlama	Cevapsız	Anlama	Yanlış Anlama	Cevapsız
5. A	4	3	3	7	2	1

Tablo 22’ de görüldüğü gibi hidrojen bağının kimler arasında meydana geldiğinin sorulduğu mülakatın beşinci sorusunun bu alt sorusu için, Lise-1 öğrencilerinden 4 kişi anlama kategorisine giren ifadeler verirken, aynı seviyedeki öğrencilerden 3 öğrenci ise yanlış anlama kategorisine giren ifadeler kullanmıştır. Buna karşılık, Lise-3 öğrencilerinin

7' si hidrojen bağıının kimler arasında oluştuğunu doğru olarak ifade ederek anlama kategorisine giren açıklamalar yaparken, aynı seviyedeki öğrencilerden 2 öğrenci ise yanlış anlama kategorisine giren açıklamalar yapmışlardır. Lise-3 öğrencilerinden 1 öğrenci bu suru için bir açıklama getiremezken, Lise-1 seviyesindeki 3 öğrenci hidrojen bağıının kimler arasında meydana geldiği konusunda bir açıklama yapamamıştır.

Anlama kategorisinde cevap veren öğrenciler, hidrojen bağıının yapılarında hidrojen atomu ve elektronegatifliği yüksek atomların bulunduğu moleküller arasında oluşan bir kuvvet olduğunu kısmen veya tamamen ifade eden öğrencilerdir. Mülakatın bu sorusuna verilen cevaplar arasından bu kategoriye girenlerden bazıları aşağıdaki gibidir:

(A) : Peki hidrojen bağı kimler arasında oluşur?

(L1.1) : F,O,N elementleri ile hidrojen arasında.

(A) : Nasıl yani bu atomlar arasında mı? Biraz daha açıklar mısın?

(L1.1) : Bu atomlar arasında da şey ama, yani...aynı atomlar...yani molekülün içindeki değilde...iki moleküldeki bu atomlar arasında. Su mesela; H_2O ya. Sudaki H ile O arasında değilde bir tane daha su olursa; H_2O , H_2O arasında yani. Bunların mesela birinin hidrojeni ile öbürünün oksijeni arasında oluşan bağ. Zaten öbürü olsa kovalent olurdu.

.....

(A) : Hidrojen bağı kimler arasında oluşuyor peki, az önce söyledin ama?

(L3.8) : Hidrojen bağı moleküller arasında oluşuyor. Yapısında F,O,N bulunan ve hidrojen bulunan tabi, moleküller arasında.

Yanlış anlama kategorisine giren cevaplar veren öğrenciler, hidrojen bağıının hidrojen ile F,O,N elementleri arasında olduğunu ya da hidrojen ile ametaller arasında olduğunu ifade ederek onun bir kimyasal bağ olduğunu dile getiren, hidrojen bağından moleküler arası bir kuvvet olarak bahsetmeyen öğrencilerdir. Hidrojen bağıının kimler arasında gerçekleştiği ile ilgili verdikleri cevapları bu kategoriye giren öğrencilerden iki tanesi ile yapılan mülakatların ilgili kısımları şöyledir:

(A) : Hidrojen bağı kimler arasında meydana gelir demiştin sen? Az önce bahsetmiştin.

(L1.6) : Hidrojenle ametaller arasında...

(A) : Peki nasıl oluyor bu? Az önce bazı şeyler söylemiştin?

(L1.6) : Ya, kovalent bağıın bir türü demiştim. Aynı şekilde elektronların ortak kullanılması ile oluşuyor.

(A) : Peki o zaman kovalentten farkı ne?

(L1.6) : Ya fark yok zaten. Hidrojenle olduğu için hidrojen bağı diyoruz.

.....

(A) : Hidrojen bağı kimler arasında demiştin?

(L3.10) : F,O,N ile hidrojen arasında.

(A) : Biraz açıklar mısın bunu?

(L3.10) : F,O,N atomlarının bulunduğu bileşiklerdeki bağ.

(A) : Yani...diyelim HF molekülünde... nerde bu bağ?

(L3.10) : Hidrojen ile flor arasında.

(A) : Ama sen buna daha önce kovalent bağ demiştin?

(L3.10) : Tamam. Hidrojen bağda olur. Bir bileşikte birden fazla bağ olabiliyordu, öyle hatırlıyorum ben. Kovalent bağ ama hidrojen bağı da olabilir. Bu bağ kovalent bağ ama aynı zamanda hidrojen olduğu için hidrojen bağı

“Hidrojen bağı bunlar arasında nasıl oluşur?” alt sorusu, öğrencilerin hidrojen bağının ifade ettikleri atomlar ya da moleküller arasında nasıl gerçekleştiğini düşündükleri ile ilgili zihin yapılarını ortaya çıkarmayı amaçlamaktadır. Bu soru, öğrencilerin hidrojen bağının oluşumu ile ilgili anlamalarını daha derinlemesine araştırma imkanı verdiğinden özellikle önemlidir. Bu soruya belirlenen kategorilere uygun olarak açıklama yapan her iki farklı öğrenim düzeyindeki öğrencilerin sayıları Tablo 23’ de gösterilmektedir.

Tablo 23. Mülakatın 5B sorusuna belirlenen kategorilerde açıklama yapan öğrenci sayıları

Soru No.	Dokuzuncu Sınıf (Lise-1)			On Birinci Sınıf (Lise-3)		
	Anlama	Yanlış Anlama	Cevapsız	Anlama	Yanlış Anlama	Cevapsız
5. B	4	3	3	5	4	1

Tablo 23’ de görüldüğü gibi hidrojen bağının ifade ettiği atomlar ya da moleküller arasında nasıl meydana geldiğinin sorulduğu mülakatın beşinci sorusunun bu alt sorusu için, Lise-1 seviyesinden 4 öğrenci anlama kategorisinde cevap verirken, aynı seviyedeki öğrencilerden 3 öğrenci ise yanlış anlama kategorisine giren açıklamalar yapmışlardır. Buna karşılık, Lise-3 öğrencilerinin 5’ i hidrojen bağının moleküller arasında nasıl gerçekleştiğine dair doğru ve anlama kategorisine giren açıklamalar yaparken, aynı seviyedeki öğrencilerden 4 öğrenci ise yanlış anlama kategorisine giren açıklamalar yapmışlardır. Lise-3 öğrencilerinden 1 öğrenci hidrojen bağının nasıl gerçekleştiğine dair

bir açıklama yapmazken, Lise-1 öğrencilerinden 3 öğrenci hidrojen bağının oluşumu ile ilgili bu soruya bir açıklamada bulunamamıştır.

Bu soru için anlama kategorisinde cevap veren öğrenciler; hidrojen bağının, yapılarında hidrojen atomu ve elektronegatifliği yüksek atomlar bulunan moleküller arasında bu atomlar arasındaki oluşan bir çekim kuvveti olduğunu kısmen veya tamamen ifade eden öğrencilerdir. Mülakatın bu sorusuna verilen cevaplar arasından bu kategoriye girenlerden bir tanesi aşağıdaki gibidir:

(A) : Hidrojen bağ için moleküller arasında oluşan bir kuvvet diyorsun. Nasıl bir kuvvet bu? Nasıl oluşuyor?

(L1.4) : F,O,N atomlarının olduğu bir bileşikte mesela...suda; oksijen ve hidrojen arasında oluşan bir kuvvet.

(A) : Tamam. Bu kuvvet nasıl oluşuyor, bunu biraz açıkla mısın?

(L1.4) : Bu atomlar ametal olduğu için elektron almak isterler yani elektronegatif atomlardır bunlar. Dolayısıyla diyelim bir su molekülü daha olsa yanında (su molekülünün açık formülü üzerinde göstererek açıklıyor) bunun oksijenleri bu hidrojeni de biraz çekecektir .

(A) : Bir bağ oluşuyor mu arada?

(L1.4) : ...buna işte bağ değil de...gerçi bağ deniyor ama...bilmiyorum yani elektron alıp verme falan olmuyor sadece bir çekim var aralarında...bağ... bilmiyorum.

Yanlış anlama kategorisine giren cevaplar veren öğrenciler, hidrojen bağını molekül içi bir bağ olarak düşünen ve hidrojen ile F,O,N elementleri arasında kovalent bağ gibi elektron ortaklaşması sayesinde oluştuğunu ifade eden öğrenciler ile yine hidrojen bağını molekül içi bir bağ olarak düşünüp hidrojen ile ametaller arasında elektron ortaklaşması sayesinde gerçekleştiğini ifade eden öğrencilerdir. Hidrojen bağının ifade ettiği atomlar arasında nasıl gerçekleştiği ile ilgili verdiği açıklamaları bu kategoriye giren öğrencilerden biri ile yapılan mülakatların ilgili kısımları şöyledir:

(A) : Hidrojen bağı nasıl meydana geliyor, biraz açıkla mısın?

(L3.10) : Yine HF molekülünü vermiştik, ondan bahsedelim. Şimdi hidrojen (1) ya, bunun bir elektron daha alması lazım kararlı olabilmesi için. Flor da (-1), onunda bir elektron alması lazım. İşte bunlar ikisinin de ihtiyacı olduğu için ortak kullanıyorlar.

(A) : Peki söylemiştin gerçi ama ben tekrar sorayım. Kovalent bağla aynı mı?

(L3.10) : Aynı. Ama onun biraz değişliği. Yani tek özelliği hidrojen olması F,O,N la birlikte olması o zaman kovalent bağ oluyor. Aynı zamanda da hidrojen bağı oluyor?

5. Soru: Van der Waals kuvvetleri ya da bağı deyince aklına ne geliyor?

Bu soruya verilen öğrenci cevapları analiz edilerek, bu cevaplar daha önce belirlenen “anlama, yanlış anlama ve cevapsız” kategorileri altında sınıflandırılmıştır. Bu soru için her bir kategoriye giren cevaplar veren öğrenci sayıları belirlenerek Tablo 24 oluşturulmuştur.

Tablo 24. Mülakatın 6. sorusuna belirlenen kategorilerde açıklama yapan öğrenci sayıları

Soru No.	Dokuzuncu Sınıf (Lise-1)			On Birinci Sınıf (Lise-3)		
	Anlama	Yanlış Anlama	Cevapsız	Anlama	Yanlış Anlama	Cevapsız
6	3	5	2	4	1	5

Tablo 24’ de görüldüğü gibi öğrencilerin van der Waals bağı ile ilişkilendirdikleri kavramları ve onların bu kavram ile ilişki kurdukları kavramların sınırlarını araştırmak için sorulan altıncı soru için, Lise-1 öğrencilerinden 3 öğrenci anlama kategorisine giren doğru kavram ve açıklamaları verirken, aynı seviyedeki öğrencilerden 5 öğrenci ise yanlış anlama kategorisine giren kavram ve açıklamalardan bahsetmiştir. Buna karşılık, Lise-3 öğrencilerinin 4’ ü van der Waals bağı için anlama kategorisine giren açıklamalar yaparken, aynı seviyedeki 1 öğrenci ise yanlış anlama kategorisine giren açıklama yapmıştır. Lise-1 seviyesindeki öğrencilerden 2 öğrenci van der Waals bağı için hiçbir açıklamada bulunmazken, Lise-3 seviyesinden ise 5 öğrenci van der Waals bağına ilişkin bir açıklama veya ifade vermemiştir.

Bu soruya anlama kategorisinde cevap veren öğrenciler, ifadeleri içerisinde van der Waals kuvvetleri için bilimsel bilgilerle tutarlı kavram ve tanımlamalara yer vermişlerdir. Verilen öğrenci cevapları bu soru için pek tatminkar değildir ancak her soru için olduğu gibi bu soruda da cevaplar öğrencilerin ifade ettikleri kadarıyla değerlendirilmiştir. Lise-1 ve Lise-3 seviyelerinde anlama kategorisinde cevap veren bazı öğrencilerin mülakatından alıntı yapılan ve van der Waals için verdikleri kavramların ve ifadelerinin yer aldığı kısım örnek teşkil etmesi açısından aşağıda verilmiştir:

(A) : Van der Waals kuvvetleri ya da bağı deyince aklına ne geliyor?

(L1.3) : Moleküller arası bir bağ van der Waals...en zayıf bağ diye biliyorum bir de sadece...

.....

(A) : Van der Waals kuvvetleri ya da bağı deyince aklına ne geliyor peki?

(L1.1) : Apolar moleküller arasındaki bağı...apolar moleküllerin hepsinde vardı...bir de soy gazlarda vardı herhalde...neden böyleydi tam bilmiyorum ama yani...

(A) : Peki nasıl bir bağı bu moleküller arasında? Hem moleküller arasında dedin bir de soy gazlar dedin? Biraz açsana bu dediklerini?

(L1.1) : Tam bilmiyorum nedenini ama...derste böyle söylemiştik tüm apolar moleküllerin arasında vardır diye yani ama...açıklamıştı hoca aslında ama unuttum.

(A) : Peki bir de soy gazlar dedin?

(L1.1) : Dedim ya... öyle demiştik ama neden böyle olduğunu hatırlamıyorum.

.....

(A) : Van der Waals kuvvetleri deyince aklına ne geliyor?

(L3.2) : Zayıf çekim kuvvetleri geliyor aklıma, apolar moleküller arasındaki... İşte moleküllerin bir anlık simetrilerinin bozulması ile oluşuyordu...bunlar geliyor aklıma ilk olarak...

Öğrencilerin van der Waals kuvvetleri ile ilişkilendirdikleri kavramları, bilgileri ve bunların sınırlarını ölçen bu soru için yanlış anlama kategorisine giren cevaplara; öğrencilerin van der Waals kuvvetlerinin metaller arasındaki bir bağı olduğunu ifade ettikleri açıklamalar, van der Waals kuvvetlerinin bir kimyasal bağı olduğunu ve kovalent bağı bir türü olduğunu ifade ettikleri açıklamalar ya da van der Waals kuvvetlerinin kutuplu bileşiklerdeki moleküller arası kuvvetler olduğunu ifade ettikleri açıklamalar girmektedir. Lise-1 ve Lise-3 seviyesinde, van der Waals kuvvetleri için verdikleri açıklamaları bu kategoriye giren öğrencilerden birkaçı ile yapılan mülakatların ilgili kısımları şu şekildedir:

(A) : Van der Waals kuvvetleri deyince aklına ne geliyor?

(L1.4) : ...En zayıf bağıdır. Kuvvetsizdir. Metaller arasında oluyor. Metaller arasında bulunan zayıf bir bağıdır.

(A) : Biraz daha açıklayabilir misin?

(L1.4) : İyi bilmiyorum. Bu konuyu zaten üstün körü geçtik ama. Sadece metaller arasında olduğunu biliyorum o kadar.

.....

(A) : Van der Waals kuvvetleri deyince aklına ne geliyor?

(L1.8) : Moleküller arası bağıdır...Kutuplu bileşiklerde olur. Hani diyelim iyonik bileşiklerde (+) (-) kutuplar oluyor ya. O iki iyonik bileşik mesela, bir araya

geldiğinde, işte birinin (+) kutbuyla ötekinin (-) kutbu birbirini çeker. Bu şekilde oluşan bağdır yani.

.....

(A) : Van der Waals kuvvetleri deyince aklına ne geliyor, gerçi sen bağ dedin ona?

(L3.6) : Apolar moleküllerdeki bağ...

(A) : Biraz daha açar mısın dediğini?

(L3.6) : Ametaller arasında oluşan bağlardan biri yani...kovalent bağ ama şöyle; eğer molekül apolarsa oluşuyor.

(A) : Tam olarak ne demek istiyorsun? Biraz daha açıklarsan.

(L3.6) : Yine kovalent bağ gibi ama sadece apolar moleküllerde oluşunca van der Waals deniyor.

(A) : Kovalent bağ gibi ametal atomları arasında oluşuyor diyorsun?

(L3.6) : Evet, ama molekülün apolar olması durumunda sadece van der Waals deniyordu hatırlıyorsam.

“Van der Waals bağları ya da kuvvetleri kimler arasında oluşur?” alt sorusu, öğrencilerin van der Waals kuvvetlerinin moleküller arası bir kuvvet olduğunu ve tüm apolar moleküller arasında oluştuğunu bilip bilmediklerini araştırmaktadır. Aslında bu sorunun cevabından, öğrencilerin çoğu tarafından bir önceki soruya verdikleri cevaplarda bahsedilmiştir. Ancak bu alt soru, van der Waals bağı ile ilgili olduğunu düşündükleri kavramları ifade ederken van der Waals bağının kimler arasında gerçekleştiğini ifade etmeyen öğrencilerin de bu bilgilerini araştırmak açısından özellikle ayrı olarak sorulmuştur. Bu soruya belirlenen kategorilere uygun olarak açıklama yapan her iki farklı öğrenim düzeyindeki öğrencilerin sayıları Tablo 25’ de gösterilmektedir.

Tablo 25’ de görüldüğü gibi van der Waals bağının kimler arasında meydana geldiğinin sorulduğu mülakatın altıncı sorusunun bu alt sorusu için, Lise-1 öğrencilerinden 2 kişi anlama kategorisine giren doğru ifadeler verirken, aynı seviyedeki öğrencilerden 4 öğrenci ise yanlış anlama kategorisine giren ifadeler vermiştir. Buna karşılık, Lise-3 öğrencilerinin 4’ ü van der Waals bağının kimler arasında oluştuğunu doğru olarak ifade ederek anlama kategorisine giren açıklamalar yaparken, aynı seviyedeki öğrencilerden 1 öğrenci ise yanlış anlama kategorisine giren açıklamalar yapmıştır. Lise-3 öğrencilerinden 5 öğrenci bu soru için bir açıklama yapamazken, Lise-1 seviyesinde ise, 4 öğrenci van der Waals bağının kimler arasında meydana geldiği konusunda bir açıklama yapamamıştır.

Tablo 25. Mülakatın 6A sorusuna belirlenen kategorilerde açıklama yapan öğrenci sayıları

Soru No.	Dokuzuncu Sınıf (Lise-1)			On Birinci Sınıf (Lise-3)		
	Anlama	Yanlış Anlama	Cevapsız	Anlama	Yanlış Anlama	Cevapsız
6. A	2	4	4	4	1	5

Anlama kategorisinde cevap veren öğrenciler, van der Waals bağının kovalent bağlı tüm apolar moleküller arasında oluşan bir kuvvet olduğunu kısmen veya tamamen ifade eden öğrencilerdir. Mülakatın bu sorusuna verilen cevaplar arasından bu kategoriye girenlerden bazıları aşağıdaki gibidir:

(A) : Van der Waals kuvvetleri kimler arasında meydana geliyor demiştin?

(L1.1) : Apolar moleküller arasında, bir de soy gazlarda vardı demiştim. Soy gazlardan emin olmadığımı söylemişim.

(A) : Peki biraz düşünsen. Soy gazlar var mı?

(L1.1) : Tam bilmiyorum ama vardı.

.....

(A) : Van der Waals kuvvetleri kimler arasında meydana geliyor şimdi?

(L1.1) : Apolar moleküllerde. Tüm apolar moleküller arasında

.....

(A) : Van der Waals kuvvetleri kimler arasında peki?

(L3.2) : Kovalent bağlı bileşiklerdeki moleküller arasında. Mesela suda. İki su molekülü arasında. Birinin hidrojeni ile diğerinin oksijeni arasında oluşur.

(A) : Peki genelleme yaparsak? Van der Waals kuvvetleri için?

(L3.2) : ...atomları arasında kovalent bağ bulunan ve yapısında F,O,N elementleri bulunan hidrojenli moleküller arasındaki bağıdır van der Waals.

Yanlış anlama kategorisine giren cevaplar veren öğrenciler, van der Waals bağının metaller arasında, kovalent bağın bir türü olarak ametaller arasında veya kutuplu bileşiklerde (iyonik bağ için bu terimi kullanıyor) moleküller arasında oluştuğunu ifade eden öğrencilerdir. Van der Waals bağının kimler arasında gerçekleştiği ile ilgili verdikleri cevapları bu kategoriye giren öğrencilerden iki tanesi ile yapılan mülakatların ilgili kısımları şöyledir:

(A) : Van der Waals kuvvetleri deyince aklına ne geliyor?

(L1.4) : ...En zayıf bağıdır. Kuvvetsizdir. Metaller arasında oluyor. Metaller arasında bulunan zayıf bir bağıdır.

(A) : Biraz daha açıklayabilir misin?

(L1.4) : İyi bilmiyorum. Bu konuyu zaten üstün körü geçtik ama. Sadece metaller arasında olduğunu biliyorum o kadar.

.....

(A) : Van der Waals kuvvetleri deyince aklına ne geliyor, gerçi sen bağ dedin ona?

(L3.6) : Apolar moleküllerdeki bağ...

(A) : Biraz daha açar mısın dediğini?

(L3.6) : Ametaller arasında oluşan bağlardan biri yani...kovalent bağ ama şöyle; eğer molekül apolarsa oluşuyor.

(A) : Tam olarak ne demek istiyorsun? Biraz daha açıklarsan.

(L3.6) : Yine kovalent bağ gibi ama sadece apolar moleküllerde oluşunca van der Waals deniyor.

“Van der Waals kuvvetleri bunlar arasında nasıl oluşur?” alt sorusu, öğrencilerin van der Waals kuvvetlerinin ifade ettikleri atomlar ya da moleküller arasında nasıl gerçekleştiğini düşündükleri ile ilgili zihin yapılarını ortaya çıkarmayı amaçlamaktadır. Bu soru, öğrencilerin van der Waals kuvvetlerinin oluşumu ile ilgili anlamalarını daha derinlemesine araştırma imkanı verdiğinden özellikle önemlidir. Bu soruya belirlenen kategorilere uygun olarak açıklama yapan her iki farklı öğrenim düzeyindeki öğrencilerin sayıları Tablo 26’ da verilmektedir.

Tablo 26. Mülakatın 6B sorusuna belirlenen kategorilerde açıklama yapan öğrenci sayıları

Soru No.	Dokuzuncu Sınıf (Lise-1)			On Birinci Sınıf (Lise-3)		
	Anlama	Yanlış Anlama	Cevapsız	Anlama	Yanlış Anlama	Cevapsız
6. B	-	4	6	3	1	6

Tablo 26’ da görüldüğü gibi van der Waals kuvvetlerinin öğrencinin ifade ettiği atomlar ya da moleküller arasında nasıl meydana geldiğinin sorulduğu mülakatın altıncı sorusunun bu alt sorusu için, Lise-1 seviyesinden hiçbir öğrenci anlama kategorisinde cevap veremezken, aynı seviyedeki öğrencilerden 4 öğrenci ise yanlış anlama kategorisine giren açıklamalar yapmışlardır. Buna karşılık, Lise-3 seviyesindeki 3 öğrenci van der Waals kuvvetlerinin moleküller arasında nasıl gerçekleştiğine dair doğru ve anlama kategorisine giren açıklamalar yaparken, aynı seviyedeki öğrencilerden 1 öğrenci ise yanlış anlama kategorisine giren açıklamalar yapmışlardır. Bu soruda hem Lise-1 seviyesinde

hem de Lise-3 seviyesindeki 6' şar öğrenci van der Waals kuvvetlerinin nasıl gerçekleştiğine dair bir açıklamada bulunamamıştır.

Bu soru için anlama kategorisinde cevap veren öğrenciler; van der Waals kuvvetlerinin, normalde yüksüz olan apolar moleküllerde bir anlık yük dağılımının bozulmasının moleküllerin birbirine bir çekim uygulaması ile sonuçlanması sayesinde meydana geldiğini kısmen veya tamamen ifade eden öğrencilerdir. Mülakatın bu sorusuna verilen cevaplar arasından bu kategoriye girenlerden bir tanesi aşağıdaki gibidir:

(A) : Peki genelleme yaparsak? Van der Waals kuvvetleri için?

(L3.2) : ...atomları arasında kovalent bağ bulunan ve yapısında F,O,N elementleri bulunan hidrojenli moleküller arasındaki bağdır van der Waals.

(A) : Peki nasıl oluşuyor bu bağ aralarında?

(L3.2) : Daha önce de söylediğim gibi yani...işte bu apolar moleküllerin...apolar moleküllerde yük dağılımı nötrdür ya ...yani dengelidir...diyelim (+) ve (-) yükler molekülde dengelidir. İşte bir anlık bu dengenin bozulması durumunda molekül kutuplu olur; diyelim bir tarafı (+) olurken diğer tarafı (-) olur. Aynı şekilde başka bir molekülünde böyle olduğu zamanlarda işte, bunların zıt kutupları arasında bir çekim oluşur. Bu şekilde.

Yanlış anlama kategorisine giren cevaplar veren öğrenciler, van der Waals bağının kovalent bağın bir türü olarak ametaller arasında elektron ortaklaşması şeklinde veya kutuplu bileşiklerde (iyonik bağ için bu terimi kullanıyor) moleküller arasında moleküllerin zıt kutupları arasındaki bir elektrikselsel çekim kuvveti şeklinde oluştuğunu ifade eden öğrencilerdir. Van der Waals ifade ettiği atom ya da moleküller arasında nasıl gerçekleştiği ile ilgili verdiği açıklamaları bu kategoriye giren öğrencilerden biri ile yapılan mülakatların ilgili kısımları şöyledir:

(A) : Van der Waals kuvvetleri deyince aklına ne geliyor?

(L1.8) : Moleküller arası bağdır...Kutuplu bileşiklerde olur. Hani diyelim iyonik bileşiklerde (+) (-) kutuplar oluyor ya. O iki iyonik bileşik mesela, bir araya geldiğinde, işte birinin (+) kutbuyla ötekini (-) kutbu birbirini çeker. Bu şekilde oluşan bağdır yani.

(A) : Yani?

(L1.8) : Yani bu şekilde işte iyonik gibi. (+) ve (-) nin çekmesi ile oluşan bağ, moleküller arasında olan iyonik bağın gibi bir şey.

7. Soru. Suyun yapısını açıklar mısın?

“Suyun formülünü yazar mısın?” alt sorusu, öğrencilerin suyun meydana geldiği atomları bilip bilmediklerini ve molekül formülünü doğru yazıp yazmadıklarını araştırmaktadır. Bu soruyu belirlenen kategorilere uygun olarak cevaplayan her iki farklı öğrenim düzeyindeki öğrencilerin sayıları Tablo 27’ de verilmektedir.

Tablo 27. Mülakatın 7A sorusuna belirlenen kategorilerde açıklama yapan öğrenci sayıları

Soru No.	Dokuzuncu Sınıf (Lise-1)			On Birinci Sınıf (Lise-3)		
	Anlama	Yanlış Anlama	Cevapsız	Anlama	Yanlış Anlama	Cevapsız
7. A	10	-	-	10	-	-

Tablo 27’ de görüldüğü gibi her iki öğrenim seviyesinde de öğrencilerin tamamı suyun formülünün sorulduğu bu soru için anlama kategorisine giren H_2O doğru cevabını vermişlerdir.

“Su molekülü içerisinde hangi bağ vardır?” alt sorusu, öğrencilerin suyun yapısını ve suyu oluşturan atomların özelliklerini ne düzeyde bildiklerini ve bunlardan yola çıkarak onu hangi bağ türü ile ilişkilendirdiklerini ortaya çıkarmak için sorulmuştur. Bu soruyu belirlenen kategorilere uygun olarak cevaplayan her iki farklı öğrenim düzeyindeki öğrencilerin sayıları Tablo 28’ de verilmektedir.

Tablo 28. Mülakatın 7B sorusuna belirlenen kategorilerde açıklama yapan öğrenci sayıları

Soru No.	Dokuzuncu Sınıf (Lise-1)			On Birinci Sınıf (Lise-3)		
	Anlama	Yanlış Anlama	Cevapsız	Anlama	Yanlış Anlama	Cevapsız
7. B	5	4	1	7	3	-

Tablo 28’ de görüldüğü gibi öğrencilerin su molekülünün yapısını ve bağlanma türlerini anlama düzeylerini araştırmak için sorulan bu alt soru için, Lise-1 öğrencilerinden 5 öğrenci anlama kategorisine giren cevaplar verirken, aynı seviyedeki öğrencilerden 4 öğrenci ise yanlış anlama kategorisine giren bağ türleri veya ifadelerden bahsetmiştir. Buna karşılık, Lise-3 seviyesindeki 7 öğrenci bu soru için anlama kategorisine giren cevaplar verirken, aynı seviyedeki 3 öğrenci ise yanlış anlama kategorisine giren cevaplar vermiştir.

Lise-1 seviyesindeki 1 öğrenci bu soruyu cevaplamazken, Lise-3 seviyesinde bu soruyu cevaplamayan öğrenci bulunmamaktadır.

Anlama kategorisinde cevap veren öğrenciler, su molekülü içerisindeki atomlar arasında apolar kovalent bağın olduğunu ifade eden ya da sadece kovalent bağın olduğunu ifade eden öğrencilerdir. Mülakatın bu sorusuna verilen cevaplar arasından bu kategoriye girenlerden ikisi aşağıdaki gibidir:

(A) : Su molekülü içerisinde hangi bağ var?

(L1.4) : Farklı ametaller arasında olduğu için apolar kovalent bağ.

.....

(A) : Su moleküllerinde hangi bağ var?

(L3.4) : Moleküller arasında mı, atomlar arasında mı?

(A) : Su molekülündeki atomlar arasında?

(L3.4) : Kovalent bağ.

Yanlış anlama kategorisinde cevap veren öğrenciler, su molekülü içerisindeki atomlar arasında iyonik bağın veya hidrojen bağının olduğunu ifade eden öğrencilerdir. Mülakatın bu sorusuna verilen cevaplar arasından bu kategoriye girenlerden ikisi aşağıdaki gibidir:

(A) : Su molekülü içerisinde hangi bağ var?

(L1.2) : Hidrojenle oksijen arasında... hidrojen bağı...hidrojen bağı vardır.

(A) : Molekülün içindeki atomların arasında mı?

(L1.2) : Evet.

.....

(A) : Su molekülünde atomlar arasında hangi bağ var?

(L1.1) : İyonik bağ var. Hidrojen (+1) olduğu için, oksijen de (-1). Metal ametal arasında yani.

“Suyun molekül şeklini çizer misin?” alt sorusu, öğrencilerin suyun yapısını ve molekül şeklini ne düzeyde bildiklerini ve molekülün bu şekilde olmasının nedenleriyle ilgili sahip oldukları bilgileri ortaya çıkarmak için sorulmuştur. Bu soruyu belirlenen kategorilere uygun olarak cevaplayan her iki farklı öğrenim düzeyindeki öğrencilerin sayıları Tablo 29’ da verilmektedir.

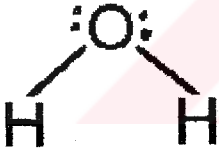
Tablo 29. Mülakatın 7C sorusuna belirlenen kategorilerde açıklama yapan öğrenci sayıları

Soru No.	Dokuzuncu Sınıf (Lise-1)			On Birinci Sınıf (Lise-3)		
	Anlama	Yanlış Anlama	Cevapsız	Anlama	Yanlış Anlama	Cevapsız
7. C	6	4	-	6	4	-

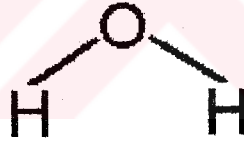
Tablo 29’ da görüldüğü gibi öğrencilerin su molekülünün şekli ile ilgili anlamalarını araştırmak için sorulan bu alt soru için, Lise-1 öğrencilerinden 6 öğrenci anlama kategorisine giren çizimler yaparken, aynı seviyedeki 4 öğrenci ise yanlış anlama kategorisine giren çizimler yapmışlardır. Buna karşılık, Lise-3 seviyesindeki 6 öğrenci su molekülünün şekli için doğru ve anlama kategorisine giren çizimler yaparken, aynı seviyedeki 4 öğrenci ise yanlış anlama kategorisine giren çizimler yapmışlardır. Lise-1 ve Lise-3 seviyesinde bu soruyu cevaplamayan öğrenci bulunmamaktadır.

Anlama kategorisinde cevap veren öğrenciler, suyun molekül şeklini açısal olarak çizen öğrencilerdir. Mülakatın bu sorusunda sorulan suyun molekül şekli için yapılan çizimlerden anlama kategorisine girenlerinden bazıları Şekil 1’ de verilmiştir.

(L3.1) :



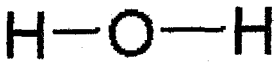
(L1.2) :



Şekil 1. L3.1 ve L1.2’ nin su molekülü için yaptıkları çizimler

Yanlış anlama kategorisinde cevap veren öğrenciler, suyun molekül şeklini doğrusal olarak ya da aradaki açığı 90° olarak çizen öğrencilerdir. Mülakatın bu sorusunda sorulan suyun molekül şekli için yapılan çizimlerden bu kategoriye girenlerden bazıları Şekil 2’ de verilmiştir.

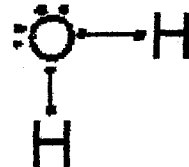
(L1.5) :



(L3.10) :



(L1.3) :



Şekil 2. L1.5, L3.10 ve L1.3’ ün su molekülü için yaptıkları çizimler

“Neden molekülü bu şekilde çizdin?” alt sorusu, öğrencilerin su için verdikleri molekül şeklini çizmede kullandıkları bilgilerini ve bir molekülün şeklinin belirlenmesi ile ilgili anlamalarını ortaya çıkarmak için sorulmuştur. Bu soruyu belirlenen kategorilere uygun olarak cevaplayan her iki farklı öğrenim düzeyindeki öğrencilerin sayıları Tablo 30’ da verilmektedir.

Tablo 30. Mülakatın 7D sorusuna belirlenen kategorilerde açıklama yapan öğrenci sayıları

Soru No.	Dokuzuncu Sınıf (Lise-1)			On Birinci Sınıf (Lise-3)		
	Anlama	Yanlış Anlama	Cevapsız	Anlama	Yanlış Anlama	Cevapsız
7. D	1	2	7	3	2	5

Tablo 30’ da görüldüğü gibi öğrencilerin su molekülünün şeklini neden bu şekilde çizdiğinin sorulduğu ve öğrencilerin su için verdikleri molekül şeklini çizmede kullandıkları bilgilerini ve bir molekülün şeklinin belirlenmesi ile ilgili anlamalarını araştıran bu alt soru için, Lise-1 öğrencilerinden 1 öğrenci anlama kategorisine giren açıklamalar verirken, aynı seviyedeki öğrencilerden 2 öğrenci ise yanlış anlama kategorisine giren açıklamalar vermiştir. Buna karşılık, Lise-3 seviyesindeki 3 öğrenci bu soru için anlama kategorisine giren cevaplar verirken, aynı seviyedeki 2 öğrenci ise yanlış anlama kategorisine giren cevaplar vermiştir. Lise-1 seviyesindeki 7 öğrenci çizdiği molekül şekli için hiçbir neden veremezken, Lise-3 seviyesinde ise 5 öğrenci bu soru için bir açıklama yapmamaktadır.

Anlama kategorisinde cevap veren öğrenciler, suyun molekül şeklini açısallık olarak çizen ve molekülü neden bu şekilde çizdiği ile ilgili doğru açıklamalarda bulunan öğrencilerdir. Mülakatın bu sorusu için anlama kategorisine giren öğrenci cevaplarından biri aşağıdaki gibidir:

(A) : Neden molekülü bu şekilde çizdin?

(L1.10) : Ya böyle öğrendik derste su açısaldı...

(A) : Tamam. Ben sana neden açısallık diye sordum. Yani: neden doğrusal değil mesela?

(L1.10) : Doğrusal değildi çünkü öğrenmiştik, hoca göstermişti onu bize. Şimdi oksijenin üzerinde dört tane elektron daha var. Altıdır atom numarası. Bu iki tane...tek olanı hidrojenle ortak kullanıyor, diğerleri de duruyor işte...bunlar bu bağlara itme uyguluyorlar. Bu nedenle de tam doğrusal olmuyor yani.

Yanlış anlama kategorisinde cevap veren öğrenciler, suyun molekül şeklini doğrusal olarak ya da aradaki açıyı 90° olarak çizen ve molekülü neden bu şekilde çizdiği ile ilgili bilimsel bilgilerle tutarlı olmayan cevaplar veren öğrenciler ile suyun molekül şeklini açısız olarak çizmelerine rağmen bunun için yanlış nedenler veren öğrencilerdir. Mülakatın bu sorusu için yanlış anlama kategorisine giren öğrenci cevaplarından bazıları aşağıdaki gibidir:

(A) : Neden molekülü bu şekilde çizdin? Doğrusal çizdin?

(L1.6) : İki tane oksijen olduğu için işte...doğrusal oluyor yani. İşte bunlar birbirinden en uzakta olacak şekilde yerleşmeleri gerekiyor. Bu nedenle...yani diyelim üç tane bağ yapsaydı 120° olurdu.

(A) : Tamam. Peki başka bir neden var mı? Yani sadece önemli olan bağ sayısı mı?

(L1.6) : Galiba öyleydi. Hepsinde bu şekilde oluyor genellikle.

.....

(A) : Görünüşe göre suyu açısız olarak çizdin? Peki neden?

(L3.5) : Kitapta bu şekilde verilmiş. Su molekülüleri açısızdır diye?

(A) : Peki bunun sebebini biliyor musun? Acaba neden olabilir açısız?

(L3.5) : ...oksijen atomunun hidrojenlerden büyük olması yüzünden olabilir.

(A) : Nasıl oluyor bu biraz açıklar mısın?

(L3.5) : Oksijen atomu hidrojenden büyük olduğu için onu aşağı doğru iter. Bu yüzden olabilir, oksijenin daha büyük olmasından dolayı...

(A) : Eğer büyüklükleri eşit olsaydı doğrusal mı olurdu?

(L3.5) : olabilir...illa tam eşit olmasına gerek yok...yakın olması gerekir birbirine. Burada oksijen çok büyük hidrojenden. Hidrojen birken oksijen sekiz. Çok fark var arada, bu yüzden yanışamıyor hidrojenler. Bu yüzden böyle bence...

“Şimdi çok sayıda su molekülünün bir arada olduğu, bir bardak suyu düşün. Buna göre eğer bu su molekülünün yanında bir tane daha su molekülü olsaydı, bu iki su molekülü arasında herhangi bir etkileşim olur muydu? Açıklayın?” alt sorusu, öğrencilerin moleküller arası kuvvetler ile ilgili anlamalarını ortaya çıkarmak için sorulmuştur. Bu soruyu belirlenen kategorilere uygun olarak cevaplayan her iki farklı öğrenim düzeyindeki öğrencilerin sayıları Tablo 31’ de verilmektedir.

Tablo 31. Mülakatın 7E sorusuna belirlenen kategorilerde açıklama yapan öğrenci sayıları

Soru No.	Dokuzuncu Sınıf (Lise-1)			On Birinci Sınıf (Lise-3)		
	Anlama	Yanlış Anlama	Cevapsız	Anlama	Yanlış Anlama	Cevapsız
7. E	4	2	4	5	2	3

Tablo 31' de görüldüğü gibi öğrencilere birçok su molekülünün olması durumunda aralarında bir etkileşimin olup olmayacağını sorulduğu ve öğrencilerin moleküller arası kuvvetler ile ilgili anlamalarını araştıran bu alt soru için, Lise-1 öğrencilerinden 4 öğrenci anlama kategorisine giren açıklamalar verirken, aynı seviyedeki öğrencilerden 2 öğrenci ise yanlış anlama kategorisine giren açıklamalar vermiştir. Buna karşılık, Lise-3 seviyesindeki 5 öğrenci bu soru için anlama kategorisine giren açıklamalar verirken, aynı seviyedeki 2 öğrenci ise yanlış anlama kategorisine giren açıklamalar vermiştir. Lise-1 seviyesindeki 4 öğrenci bu soruya bir açıklama getiremezken, Lise-3 seviyesinde ise 3 öğrenci bu soru için bir açıklama yapmamaktadır.

Anlama kategorisinde cevap veren öğrenciler, su molekülleri arasında moleküller arası kuvvetlerin olduğundan, hidrojen bağının nasıl oluştuğundan, dipol-dipol bağlarından kısmen veya tamamen bahseden öğrencilerdir. Mülakatın bu sorusu için anlama kategorisine giren öğrenci cevaplarından biri aşağıdaki gibidir:

(A) : Şimdi çok sayıda su molekülünün bir arada olduğu, bir bardak su var. Yani çizdiğin su molekülünün yanında bir sürü daha var. Buna göre acaba bu su molekülleri arasında herhangi bir etkileşim olur muydu? Aralarında onları tutan bir şey var mı?

(L1.4) : Hidrojen bağı var. Demıştik daha önce zaten... içinde F,O,N elementleri ve hidrojen elementi olan bileşiklerde moleküller arasındaki bağı. İşte suda hidrojen bağı var.

(A) : Tamam. Peki bu kuvvet nasıl oluşuyor? Bu iki molekülün hangi atomları arasında? Biraz açıkla mısın?

(L1.4) : Bu atomlardan birinin oksijeni ile diğer moleküldekinin hidrojeni arasında oluşuyor...oksijen bir ametal olduğu için elektron almak ister yani elektronegatifdir. Kısmi negatiftir. Bu nedenle işte diyelim bir su molekülü daha gelince hidrojen kısmi pozitifdir. Bunlar arasında bir çekim oluşur. İşte bu şekilde bir arada dururlar...bir de aralarında dipol-dipol de olabilir. Çünkü dipol-dipol polar moleküller arasında idi. Suda polar olduğuna göre dipol-dipol de vardır.

Yanlış anlama kategorisinde cevap veren öğrenciler, su molekülleri arasında moleküller arası kuvvetlerin olmadığından bahseden ve söyledikleri bu ifade için nedenler veren öğrencilerdir. Ayrıca su molekülleri arasında bir çekim kuvvetinin olduğundan bahseden ancak bu çekim kuvvetinin oluşumu ile ilgili bilimsel bilgilerle tutarlı olmayan açıklamalar veren öğrenciler de bu kategoride sınıflandırılmıştır. Mülakatın bu sorusu için yanlış anlama kategorisine giren öğrenci cevaplarından bazıları şunlardır:

(A) : Şimdi sen bir tane su molekülü çizdin. Bunun yanında bir sürü daha olsa, mesela bir bardak suda, su molekülleri arasında herhangi bir etkileşim var mıdır acaba? Aralarında onları tutan bir şey var mı?

(L1.1) : ...vardır herhalde...yoksa bir arada duramazlardı. Aynı uzaydaymış gibi her tarafa saçılırlardı...vardır mutlaka...

(A) : Peki nasıl bir kuvvet tutar bunları bir arada acaba? Biraz düşün bakalım?

(L1.1) : ...Derste göstermiştik şöyle hidrojenler arasındaydı galiba şöyle yapmıştık...(çizdiği molekülün yanına bir molekül daha çizdi ve hidrojenler arasına kesik çizgiler yaptı)...böyleydi; hidrojenlerin birbirini çekmesinden dolayı oluyordu.

(A) : Ne oluyor da bu hidrojenler çekiyor birbirlerini?

(L1.1) : ...Aynı tür olduğu için çeker birbirini.

.....

(A) : Şimdi bir bardak su düşün bu çizdiğin su moleküllerinden binlercesi var. Acaba onlar arasında bir etkileşim var mıdır? Aralarında, onları tutan bir şey, bir kuvvet var mı?

(L3.10) : Şimdi bunlar...yoktur... zaten bunlar aralarında, oksijenle hidrojen bağ yapmışlar zaten. Diğer yanındakilerle ne olacak. Bence bir şey olmaz. Hidrojenle oksijen su oldu suyla su...ne olur, bir şey olmaz yani ($H_2O + H_2O \rightarrow ?$ yazdı).

8. Soru. Tuzun yapısını açıklar mısın?

“Tuzun formülünü yazar mısın?” alt sorusu, öğrencilerin tuzu oluşturan atomları bilip bilmediklerini ve molekül formülünü doğru yazıp yazmadıklarını araştırmaktadır. Bu soruyu belirlenen kategorilere uygun olarak cevaplayan her iki farklı öğrenim düzeyindeki öğrencilerin sayıları Tablo 32’ de verilmektedir.

Tablo 32. Mülakatın 8A sorusuna belirlenen kategorilerde açıklama yapan öğrenci sayıları

Soru No.	Dokuzuncu Sınıf (Lise-1)			On Birinci Sınıf (Lise-3)		
	Anlama	Yanlış Anlama	Cevapsız	Anlama	Yanlış Anlama	Cevapsız
8. A	10	-	-	10	-	-

Tablo 32’ de görüldüğü gibi her iki öğrenim seviyesinde de öğrencilerin tamamı tuzun formülünün sorulduğu bu soru için anlama kategorisine giren NaCl doğru cevabını vermişlerdir.

“Tuzu oluşturan atomlar arasında hangi bağ vardır?” alt sorusu, öğrencilerin tuzun yapısını ve tuzu oluşturan atomların özelliklerini ne düzeyde bildiklerini ve bunlardan yola çıkarak onu hangi bağ türü ile ilişkilendirdiklerini ortaya çıkarmak için sorulmuştur. Bu soruyu belirlenen kategorilere uygun olarak cevaplayan her iki farklı öğrenim düzeyindeki öğrencilerin sayıları Tablo 33’ de verilmektedir.

Tablo 33. Mülakatın 8B sorusuna belirlenen kategorilerde açıklama yapan öğrenci sayıları

Soru No.	Dokuzuncu Sınıf (Lise-1)			On Birinci Sınıf (Lise-3)		
	Anlama	Yanlış Anlama	Cevapsız	Anlama	Yanlış Anlama	Cevapsız
8. B	6	3	1	7	3	-

Tablo 33’ de görüldüğü gibi öğrencilerin tuz molekülünün yapısı ve bağlanma türleri ile ilgili anlama düzeylerini araştırmak için sorulan bu alt soru için, Lise-1 öğrencilerinden 6 öğrenci anlama kategorisine giren cevabı verirken, aynı seviyedeki öğrencilerden 3 öğrenci ise yanlış anlama kategorisine giren bağ türleri veya ifadelerden bahsetmiştir. Buna karşılık, Lise-3 seviyesindeki 7 öğrenci bu soru için anlama kategorisine giren cevaplar verirken, aynı seviyedeki 3 öğrenci ise yanlış anlama kategorisine giren cevaplar vermiştir. Lise-1 seviyesinde bu soruyu cevapsız bırakan 1 öğrenci bulunurken, Lise-3 seviyesinde bu soruyu cevaplamayan öğrenci bulunmamaktadır.

Anlama kategorisinde cevap veren öğrenciler, tuz molekülü içerisindeki atomlar arasında iyonik bağın olduğunu ifade eden öğrencilerdir. Mülakatın bu sorusuna verilen cevaplar arasından bu kategoriye girenlerden ikisi aşağıdaki gibidir:

(A) : Tuz molekülünde atomlar arasında hangi bağ var?

(L1.10) : Sodyum metal, klor da ametal olduğu için iyonik bağ var. Biri (-) biri (+) olduğu için...iyonik bağ vardır yani.

.....

(A) : Tuzda, tuz için NaCl yazdın. Burada molekülde hangi bağ?

(L3.7) : Sodyumun atom numarası 11...metaldir. Klorun ki de kaçtı?...*(Periyodik cetvele bakarak)*...17. Ametaldir o da. İyonik bağ, metalle ametal arasında olduğu için iyonik bağ.

Yanlış anlama kategorisinde cevap veren öğrenciler, tuz molekülü içerisindeki atomlar arasında kovalent bağın olduğunu ifade eden öğrencilerdir. Mülakatın bu sorusuna verilen cevaplar arasından bu kategoriye girenlerden ikisi aşağıdaki gibidir:

(A) : Tuz molekülündeki sodyumla klor arasında hangi bağ var peki?

(L1.3) : Sodyumla kor arasında...şimdi biri metal biri ametal olduğuna göre kovalent bağ...

(A) : Metalle ametal arasında olunca kovalent bağ mı oluyor?

(L1.3) : Evet. Demistik ya; sodyumun bir fazlası var son yörüngesinde, klorunda bir eksiği var. Sodyum bir elektronunu klora verir klor da alır. Böylece bir bağ oluşur işte aralarında... iyonik bağ oluşur.

(A) : Tuz molekülünde atomlar arasında hangi bağ var?

(L3.3) : Tuz molekülünde...sodyum klorür, kovalent bağ var.

(A) : Neden kovalent bağ var aralarında?

(L3.3) : Şimdi klor ametaldir, sodyum da metal. Metalle ametal arasındaki bağ da kovalent bağdır yani.

“Tuzun molekül yapısını açıklar mısın? Tuzun bir molekül şekli var mı? Varsa nasıldır?” alt sorusu, öğrencilerin tuzun molekül yapısını anlama düzeylerini ortaya çıkarmak için sorulmuştur. Bu soruyu belirlenen kategorilere uygun olarak cevaplayan her iki farklı öğrenim düzeyindeki öğrencilerin sayıları Tablo 34’ de verilmektedir.

Tablo 34. Mülakatın 8C sorusuna belirlenen kategorilerde açıklama yapan öğrenci sayıları

Soru No.	Dokuzuncu Sınıf (Lise-1)			On Birinci Sınıf (Lise-3)		
	Anlama	Yanlış Anlama	Cevapsız	Anlama	Yanlış Anlama	Cevapsız
8. C	2	6	2	5	4	1

Tablo 34’ de görüldüğü gibi öğrencilerin tuzun yapısı ile ilgili anlamalarını araştırmak için sorulan bu alt soru için, Lise-1 öğrencilerinden 2 öğrenci anlama kategorisine giren açıklama veya çizimler yaparken, aynı seviyedeki 6 öğrenci ise yanlış

anlama kategorisine giren açıklama veya çizimler yapmışlardır. Buna karşılık, Lise-3 seviyesindeki 5 öğrenci tuz molekülünün yapısı için doğru ve anlama kategorisine giren açıklama veya çizimler yaparken, aynı seviyedeki 4 öğrenci ise yanlış anlama kategorisine açıklama veya çizimler yapmışlardır. Lise-1 seviyesindeki 2 öğrenci tuzun yapısı ile ilgili bir açıklama veremezken, Lise-3 seviyesinde ise 1 öğrenci bu soruyu cevapsız bırakmıştır.

Anlama kategorisinde cevap veren öğrenciler; tuzu oluşturan sodyum ve klor atomlarının iyonik bağla birbirine bağlı olduklarını, molekül şekillerinin tam olarak verilemeyeceğini, bunun sebebinin de örgülü bir yapıya sahip olmaları ve her bir klor ya da sodyum atomunun etrafındaki altı sodyum ya da klor iyonu tarafından çekilmesi olduğunu kısmen ya da tamamen ifade eden öğrencilerdir. Mülakatın bu sorusuna verilen öğrenci cevapları içerisinde anlama kategorisine girenlerinden ikisi aşağıdaki gibidir:

(A) : Tuzun molekül yapısını açıklayabilir misin?

(L1.9) : Nasıl yani?

(A) : Mesela; NaCl molekülünün de su molekülü gibi bir şekli var mı? Açısal ya da doğrusal falan şeklinde?

(L1.9) : ... onu görmüştük biz, tamam, onda biraz farklıydı, böyle hepsi birbirine bağlanıyordu...

(A) : Nasıl yani, biraz daha açıklar mısın?

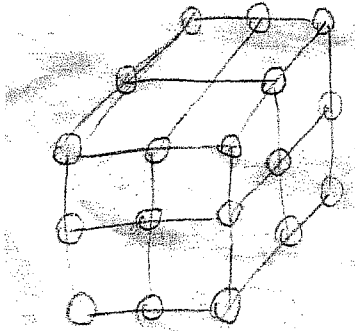
(L1.9) : Şöyleydi (Şekil 3' ü çiziyor ve açıklıyor); şimdi böyleydi galiba yani tüm hepsi birbiriyle bağlı bir şekilde birbirini çekiyorlar. Küp şeklinde hepsi birbirini çekiyor.

(A) : Bu yuvarlakla çizdiğin şeyler ne?

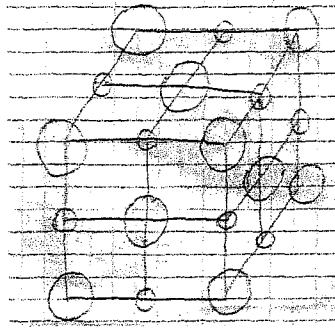
(L1.9) : Atomlar işte, şey iyonlar yani. Sodyum ve klor iyonları.

(A) : Peki sodyum klorürü aynı sudaki gibi bir oksijen ve iki su diye yazdık ya, bunu da bir sodyum ve bir klor şeklinde gösteremez miyiz?

(L1.9) : Öyle yazılıyor ama, asıl şekli buymuş. Hoca bu şekilde açıklamıştı bize...tam şey yapamıyorum ama. Moleküldeki iyonlar hepsi birbirine bağlanmış durumda onları tek bir klor ve tek bir sodyum olarak gösteremeyiz galiba...Bazı özel durumlarda bu oluyor zaten, iyonik bileşiklerde oluyor.



Şekil 3. L1.9' un tuzun yapısını anlatmak için çizdiği örgü yapısı



Şekil 4. L3.9' un tuzun yapısını anlatmak için çizdiği örgü yapısı

(A) : Tuzun molekül yapısını açıklayabilir misin?

(L3.9) : Nasıl bağlandıklarını mı?

(A) : Hayır. Aslında tam olarak sorduğum; hani suyun açık formülünü yazdın ya açısaldır, işte oksijene iki hidrojen bağlıdır falan diye? Tuzda nasıl bir durum var, onu soruyorum?

(L3.9) : Tamam anladım. Örgü yapısından falan mı, onu mu açıklıycam?

(A) : Ne o örgü yapısı dediğin?

(L3.9) : Hani sodyumun etrafında altı klor var falan...

(A) : Humm...Nasıl oluyor bu?

(L3.9) : İşte klor atomları altı sodyum tarafından sodyum atomları da altı klor tarafından çekiliyor...Bir örgü gibi yani şeklini çizeyim mi?

(A) : Çiz bakalım.

(L3.9) : (Şekil 4' ü çiziyor) işte burada her bir klor ve her bir sodyum zıt yüklü diğer sodyum ve klorlar tarafından çekiliyor.

(A) : Peki bu neden sudan farklı? Su için iki hidrojen bir oksijen yazdık. Şimdi bunun için altı klor altı sodyum mu yazacağız?

(L3.9) : ...Şimdi o kovalent bağlıydı, bunlar iyonik bağlı yani iyonlar var ve bu şekilde düzenli bir yapıda hepsi... birbirini çektiğinden...onu gösterirken NaCl diye gösteriyoruz ama tam yapısı böyle normalde...

(A) : Peki bunlar ne, kimisini büyük kimisini küçük çizmişsin?

(L3.9) : Onlar iyonlar işte. Klor 17 olduğu için, sodyum 11, ondan büyük olur. Sodyumla klor...

Yanlış anlama kategorisinde cevap veren öğrenciler; tuzu oluşturan sodyum ve klor atomlarının doğrusal bir molekül şekline sahip olduğunu, bir sodyum klorür molekülünün tek bir klor ve tek bir sodyum atomundan oluştuğunu ifade eden öğrencilerdir. Mülakatın bu sorusuna verilen öğrenci cevapları içerisinde yanlış anlama kategorisine girenlerinden ikisi aşağıdaki gibidir:

(A) : Tuzun molekül yapısını açıklayabilir misin?

(L1.6) : İyonik bağlı moleküllerden oluşan bileşik...

(A) : Peki nasıl, sudakine benzer şekilde bir tane sodyum ve bir tane klordan mı oluşuyor?

(L1.6) : Nasıl yani. İşte bir tane klor ile bir tane sodyumdan oluşan bir bileşik yani, bir molekül...

(A) : Sodyum klorür molekülünün kendine has bir yapısı yok mu? Normal basit bir şekilde iki atomun yan yana gelmesinden oluşan bir molekül mü?

(L1.6) : ...Yani benim bildiğim öyle. Başka...aynı şekilde olması gerekir. Başka nasıl olacak ki zaten...sodyum klorür bir tane sodyum bir tane klor demek zaten.

(A) : Peki o zaman bu molekülün bir şekli var mı?

(L1.6) : Vardır. Doğrusaldır sodyum klorür...

.....

(A) : Tuzun molekül yapısını açıklayabilir misin?

(L3.3) : Nasıl yani?

(A) : Yani sodyum klorür molekülünün yapısı nasıldır?

(L3.3) : bir sodyum atomu ile bir klor atomunun birleşmesinden oluşan bir yapı. Sodyum metali ile klor ametal, ikisi arasında oluşan bir yapı...

(A) : bir sodyum ve bir klor atomu birleşip bir sodyum klorürü mü oluşturuyor sudaki gibi?

(L3.3) : Ya ordaki gibi yani. Tabi orda iki ametal var bunda ise biri metal biri ametal...

(A) : Molekülün yapısında bir farklılık yok mu? Yani bir sodyum atomu ile bir klor atomu basit bir şekilde birleşiyor ve bir sodyum klorür oluşuyor?

(L3.3) : Evet...

(A) : Sodyum klorür molekülünün yapısının bir farklı tarafı yok mu yani?

(L3.3) : Yok. Başka ne olur ki? Molekül şeklini mi soruyorsunuz?

(A) : Molekülün bir şekli var mı?

(L3.3) : Var elbette. Doğrusaldır sodyum klorür...

(A) : Mesela; su için demiştin ki; Bir tane oksijen iki tane hidrojen vardır ve hatta bunların molekül şekillerini çizdin. Sodyum klorürde nasıldır? Bir sodyum klorür molekülü bir tek sodyum ve bir tek klordan mı oluşuyor? Biraz açıkla mısın?

(L3.3) : Ya aynı şekilde...Na-Cl işte tek bağla, doğrusal olur...

9. Soru. Bu kısımdaki sorular için öğrenciye üç farklı renkte oyun hamurları ve üç farklı uzunluktaki plastik çubuklar verilir.

“Bu oyun hamurlarını ve bu çubukları kullanarak su molekülünün bir modelini yapar mısın?” alt sorusu, öğrencilerin suyun yapısını ve molekül şeklini ne düzeyde bildiklerini ortaya çıkarmak için sorulmuştur. Bu soru için öğrencilerin yapmış oldukları modellerin belirlenen kategorilere göre dağılımı her iki farklı öğrenim düzeyi için Tablo 35’ de verilmektedir. Öğrencilerin yaptıkları modellerin çekilmiş olan fotoğrafları tarayıcıdan çıkartılarak Şekil 5A, 5B, Şekil6A, 6B, Şekil 7A,7B, Şekil 8A, 8B, Şekil 9A, 9B ve Şekil 10A, 10B’ de verilmiştir.

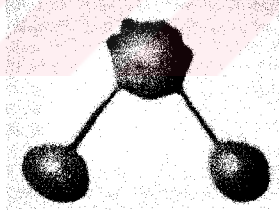
Tablo 35. Mülakatın 9A sorusuna belirlenen kategorilerde cevap veren öğrenci sayıları

Soru No.	Dokuzuncu Sınıf (Lise-1)			On Birinci Sınıf (Lise-3)		
	Anlama	Yanlış Anlama	Cevapsız	Anlama	Yanlış Anlama	Cevapsız
9. A	7	3	-	6	4	-

Tablo 35’ de görüldüğü gibi öğrencilerin su molekülünün şekli ile ilgili anlamalarını araştırmak için sorulan bu alt soru için, Lise-1 öğrencilerinden 7 öğrenci anlama kategorisine giren modeller yaparken, aynı seviyedeki 3 öğrenci ise yanlış anlama kategorisine giren modeller yapmışlardır. Buna karşılık, Lise-3 seviyesindeki 6 öğrenci su molekülünün şekli için anlama kategorisine giren modeller yaparken, aynı seviyedeki 4 öğrenci ise yanlış anlama kategorisine giren modeller yapmışlardır. Lise-1 ve Lise-3 seviyesinde su molekülünün modelini yapmayan öğrenci bulunmamaktadır.

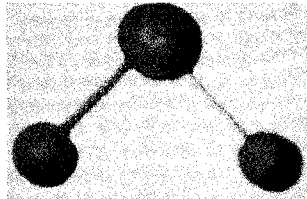
Anlama kategorisinde cevap veren öğrenciler, su molekülünün modelini yaparken molekülün şeklini açısal olarak gösteren öğrencilerdir. Mülakatın bu sorusunda sorulan su molekülü için yapılan modellerden anlama kategorisine girenlerinden ikisi Şekil 5A ve Şekil 5B’ de verilmektedir.

(L3.1) :



Şekil 5A . L3.1’ in su molekülü için yaptığı model

(L1.2) :

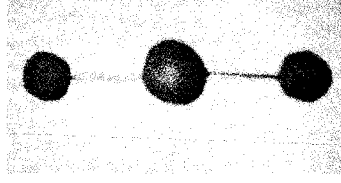


Şekil 5B . L1.2’ nin su molekülü için yaptığı model

Yanlış anlama kategorisinde cevap veren öğrenciler, su molekülünün modelini yaparken molekül şeklini doğrusal olarak gösteren öğrencilerdir. Mülakatın bu sorusunda

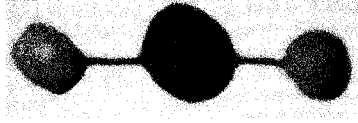
sorulan su molekülü için yapılan modellerden bu kategoriye girenlerden ikisi Şekil 6A ve Şekil 6B' de verilmektedir.

(L1.5) :



Şekil 6A. L1.5'in su molekülü için yaptığı model

(L3.10)



Şekil 6B. L3.10'un su molekülü için yaptığı model

“Yaptığın bu modelin yapısı ve şekli farklı hallerde iken de aynı mıdır? Hal değiştirdiğinde molekülün şeklinde ya da bağlarda bir değişme olur mu?” alt sorusu, öğrencilerin suyun yapısı ve molekül şekilleri ile ilgili anlamalarını ortaya çıkarmak için sorulmuştur. Bu soru için öğrencilerin vermiş oldukları ifade ve açıklamaların belirlenen kategorilere göre dağılımı her iki farklı öğrenim düzeyi için Tablo 36' da gösterilmektedir.

Tablo 36. Mülakatın 9B sorusuna belirlenen kategorilerde cevap veren öğrenci sayıları

Soru No.	Dokuzuncu Sınıf (Lise-1)			On Birinci Sınıf (Lise-3)		
	Anlama	Yanlış Anlama	Cevapsız	Anlama	Yanlış Anlama	Cevapsız
9. B	1	9	-	3	7	-

Tablo 36' da görüldüğü gibi öğrencilerin moleküllerin bağ yapısı ve şekilleri ile ilgili anlamalarını araştırmak için sorulan bu alt soru için, Lise-1 öğrencilerinden 1 öğrenci anlama kategorisine giren açıklama ve modeller yaparken, aynı seviyedeki 9 öğrenci ise yanlış anlama kategorisine giren açıklama ve modeller yapmışlardır. Buna karşılık, Lise-3 seviyesindeki 3 öğrenci bu soru için anlama kategorisine giren açıklama ve modeller yaparken, aynı seviyedeki 7 öğrenci ise yanlış anlama kategorisine giren modeller

yapmışlardır. Lise-1 ve Lise-3 seviyesinde bu soruya cevap vermeyen öğrenci bulunmamaktadır.

Anlama kategorisinde cevap veren öğrenciler, su molekülünün şeklinin ve bağ yapısının farklı hallerde değişmeyeceğini, bu özelliklerin molekülün karakteristikleri olduğunu ifade eden öğrencilerdir. Mülakatın bu sorusu için anlama kategorisinde cevap veren Lise-1 ve Lise-3 seviyesinde iki öğrencinin açıklamaları aşağıdaki gibidir:

(A) : *Yaptığın bu modelin yapısı ve şekli farklı hallerde iken de aynı mıdır? Yani; hal değiştirdiğinde molekülün şeklinde ya da bağlarda bir değişme olur mu?*

(L1.10) : *...Olmaz çünkü öyle bir şey yok yani bu sıvı haldeki sudur ya da bu buz haldeki sudur falan diye bir şey olmaz.*

(A) : *Peki neden olmaz? Neden bu şekilde düşünüyorsun? Biraz açıkla mısın?*

(L1.10) : *...şimdi biz suyu kaynatırsak buharlaşıp gaz haline geçer ama molekülün kendisinde bir değişiklik olmaz. Yani aradaki bağlar kopuyor o zaman, moleküle bir şey olmuyor...*

(A) : *Aradaki bağlar kopuyor dediğin ne?*

(L1.10) : *Yani şeyler...moleküller arası bağlar, molekülün, yani moleküldeki atomlar arasındaki bağlara bir şey olmuyor. İki molekül arasındaki şeyler azalıyor...bağlar.*

(A) : *Peki bağlar değişmez diyorsun. Ya bağ açıları? Onlar değişir mi?*

(L1.10) : *Onlar da değişmez yani. Zaten sıvı suda şu derece gaz suda şu derece diye bir şey öğrenmedik. Hepsinde aynıdır bağ açısı. Yani sıvı katı ya da gaz halde değişmez.*

.....

(A) : *Yaptığın bu modelin yapısı ve şekli farklı hallerde iken de aynı mıdır? Yani; hal değiştirdiğinde molekülün şeklinde ya da bağlarda bir değişme olur mu?*

(L3.2) : *Olmaz.*

(A) : *Neden bu şekilde düşünüyorsun açıkla mısın biraz?*

(L3.2) : *Bağ açıları molekülün zaten kendine has özeliğidir. Onun hangi halde olduğuna bağlı değildir. Yani su da olsa buz halinde de olsa onunla ilgisi yok. O zaten aynı yani. Kaç olduğunu tam hatırlamıyorum ama...107 miydi...öyle bir şey, değişmez bence...*

(A) : *Peki bağlarda bir değişme olur mu?*

(L3.2) : *Olmaz. Onlarda da olmaz bence. Çünkü aynı yine, kovalent bağ var aralarında. Hal değişikliği ile alakası yok bence. Olmaz yani.*

Yanlış anlama kategorisinde cevap veren öğrenciler, su molekülünün hal değiştirdiği zaman hem şeklinin hem de bağ uzunluklarının değişeceğini, hal değişimi ile molekülün şeklinin değişmeyeceğini ancak bağ uzunluklarının değişeceğini ya da hal değişimi ile atomlar arasındaki uzaklık arttığı için bağ açısının değişeceğini ancak bağ

uzunluğunun değişmeyeceğini ifade eden öğrencilerdir. Lise-1 ve Lise-3 seviyesinde mülakatın bu sorusu için yanlış anlama kategorisinde cevap veren iki öğrencinin açıklamaları şu şekildedir:

(A) : Yaptığın bu modelin yapısı ve şekli farklı hallerde iken de aynı mıdır? Yani; hal değiştirdiğinde molekülün şeklinde ya da bağlarda bir değişme olur mu?

(L3.1) : ...farklı hallerde iken değişir, birbirinden daha uzak olur mesela gaz halinde iken.

(A) : Neden bu şekilde düşünüyorsun? Biraz açıkla mısın?

(L3.1) : Şimdi gaz halinde iken atomlar birbirine daha uzak olacaktır. Katı haldeyken de birbirine daha yakın olurlar. Değişir yani; katı haldeyken atomlar arasındaki uzaklık daha azken gaz haline doğru artar.

(A) : Yani aradaki bağlar kısalır mı diyorsun?

(L3.1) : Evet.

(A) : Peki molekülün şeklinde bir değişme olur mu?

(L3.1) : ...olur yine. Aynı şekilde atomlar birbirine yaklaşır mesela katıda. Birbirine daha sıkı olurlar, dolayısıyla açıda küçülür.

(A) : Peki o zaman senin bu yaptığın modelin hangi haldeki suyu temsil ediyor?

(L3.1) : Bu şimdi...kırmızı çubukları kullandım ben, sıvı haldeki su molekülü bu şimdi ... (Şekil 5A)

(A) : Peki o zaman katı haldeki su molekülünü yapar mısın?

(L3.1) : O zaman sarı çubukları kullanmam gerekir (öğrenci Şekil 7A' daki modeli yaptı)

(A) : Ne oldu burada şimdi, açıkla bakalım?

(L3.1) : Daha kısa çubukları kullandım katı halde olduğu için. Bir de hidrojenleri biraz daha birbirine yakınlaştırdım.

(A) : Peki o zaman gaz haldeki su molekülünü de yapar mısın?

(L3.1) : Bu sefer de en uzun çubukları kullanmam gerekir (öğrenci Şekil 7B' deki modeli yaptı)

(A) : Burada ne oldu peki şimdi?

(L3.1) : Burada da mavi çubukları kullandım en uzun olduğu için. Hidrojenleri de birbirinden daha uzağa koydum, açığı biraz genişlettim.

.....

(A) : Yaptığın bu modelin yapısı ve şekli farklı hallerde iken de aynı mıdır? Mesela; katı sıvı gaz hallerinde molekülün şekli ya da bağlarda bir farklılık var mıdır?

(L1.2) : Molekülün şekli değişmez bence... bağlar değişir, bağ uzunluğu artabilir ya da azalabilir...

(A) : Nasıl olur bu, biraz açıkla mısın?

(L1.2) : Ya şimdi biz moleküllerin gaz halindeyken birbirinden en uzakta olduğunu öğrenmiştik. Demek ki bu bağlar biraz daha artması gerekir, birbirlerinden uzaklaşacaklar çünkü.

(A) : Peki katı haldeyken ne oluyor bu söylediklerine göre?

(L1.2) : Bu sefer de tam tersi şekilde kısalır, atomlar birbirine daha yakın olacağı için.

(A) : Peki bağlar değişir ama açı değişmez dedin sen. O niye değişmez?

(L1.2) : ...molekölün şeklinde değişme olmaz çünkü tüm hallerde aynıdır. Onunla ilgili bir şey yok. Hepsinde aynı diye biliyorum ben. Öyle bir şey geçmedi derste. Suyun şekli aynı açıyla oluyordu...

(A) : Söylediklerine göre senin yaptığın bu model hangi halde o zaman?

(L1.2) : Bunlar mavi olduğu için gaz halinde oluyor şimdi... (Şekil 5B)

(A) : Peki o zaman katı haldeki su molekülünü yapar mısın?

(L1.2) : O zaman sarı kullanmam gerek... (öğrenci Şekil 8A' daki modeli yaptı) ... çünkü en kısa olanlar sarı çubuklar.

(A) : Ne oldu burada şimdi?

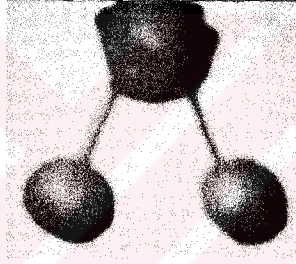
(L1.2) : Şekil değişmedi, yine aradaki açı aynı. Sadece aradaki uzaklıklar değişt, daha uzak oldular.

(A) : Peki o zaman sıvı haldeki su molekülünü de yapar mısın?

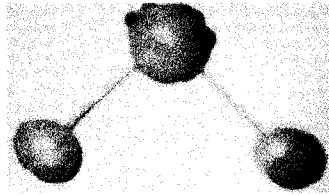
(L1.2) : Bu sefer orta boy olan... kırmızı çubuklar olması gerekir (öğrenci Şekil 8B' daki modeli yaptı)

(A) : Burada ne oldu peki şimdi?

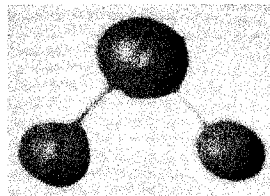
(L1.2) : Burada da kırmızı, ikisinin arası yani. Gaz halinde birbirinden en uzak, sıvı halde biraz daha yakın, gaz halinde de en yakın olacak şekildedir işte.



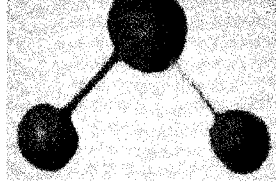
Şekil 7A. L3.1' in katı haldeki su molekülü için yaptığı model



Şekil 7B. L3.1' in gaz haldeki su molekülü için yaptığı model



Şekil 8A. L1.2' nin katı haldeki su molekülü için yaptığı model



Şekil 8B. L1.2' nin sıvı haldeki su molekülü için yaptığı model

“Sıcaklıkla molekülün şeklinde ya da bağlarda bir değişme olur mu?” alt sorusu, öğrencilerin molekül şekli ve bağ uzunluğuna sıcaklığın etkisinin ne olduğunu düşündükleri ile ilgili anlamalarını araştırmak için sorulmuştur. Bu soru için öğrencilerin vermiş oldukları açıklama ve modellerin belirlenen kategorilere göre dağılımı her iki farklı öğrenim düzeyi için Tablo 37’ de verilmektedir.

Tablo 37. Mülakatın 9C sorusuna belirlenen kategorilerde cevap veren öğrenci sayıları

Soru No.	Dokuzuncu Sınıf (Lise-1)			On Birinci Sınıf (Lise-3)		
	Anlama	Yanlış Anlama	Cevapsız	Anlama	Yanlış Anlama	Cevapsız
9. C	1	9	-	3	7	-

Tablo 37’ de görüldüğü gibi öğrencilerin moleküllerin bağ yapısı ve şekilleri ile ilgili anlamalarını araştırmak için sorulan bu alt soru için, Lise-1 öğrencilerinden 1 öğrenci anlama kategorisine giren açıklama ve modeller yaparken, aynı seviyedeki 9 öğrenci ise yanlış anlama kategorisine giren açıklama ve modeller yapmışlardır. Buna karşılık, Lise-3 seviyesindeki 3 öğrenci bu soru için anlama kategorisine giren açıklama ve modeller yaparken, aynı seviyedeki 7 öğrenci ise yanlış anlama kategorisine giren modeller yapmışlardır. Lise-1 ve Lise-3 seviyesinde bu soruya cevap vermeyen öğrenci bulunmamaktadır.

Anlama kategorisinde cevap veren öğrenciler, su molekülünün şeklinin ve bağ yapısının sıcaklıkla değişmeyeceğini, bu özelliklerin molekülün karakteristikleri olduğunu ve sıcaklığın molekülün içerisine etki yapabilecek bir faktör olmadığını ifade eden öğrencilerdir. Mülakatın bu sorusu için anlama kategorisinde cevap veren Lise-3 seviyesindeki bir öğrencinin açıklamaları aşağıdaki gibidir:

(A) : Peki sıcaklıkla molekülün şeklinde ya da bağlarda bir değişme olur mu?

(L3.10) : Sıcaklıkla da değişmez. Aynı zaten hal değiştirmeyle. Sıcaklık artsa da molekülde bir şey olmaz. Dediğim gibi yani, moleküller arasındaki uzaklık artar sadece. Atomları etkilemez. Ya zaten molekülün belli bir yapısı var ki, bu değişmez.

(A) : Ne şekli ne de bağ yapısı, uzunluğu falan değişmez diyorsun yani?

(L3.10) : Evet. Bence bir değişme olmaz.

(A) : O zaman modelinde bir değişiklik yapmayacaksın?

(L3.10) : Hayır. Aynı yine her halde, buz da olsa, su da olsa aynı.

(A) : Sıcaklıkla?

(L3.10) : Sıcaklıkla da değişmez. Zaten aynı ikisi de. Sıcaklıkla değişseydi gaz halinde de değiştirdi... Bence değişmez.

Yanlış anlama kategorisinde cevap veren öğrenciler, su molekülünün sıcaklıkla hem şeklinin hem de bağ uzunluklarının değişeceğini, sıcaklıkla molekülün şeklinin değişmeyeceğini ancak bağ uzunluklarının değişeceğini ya da sıcaklıkla atomlar arasındaki uzaklık arttığı için bağ açısının değişeceğini ancak bağ uzunluğunun değişmeyeceğini ifade eden öğrencilerdir. Lise-1 ve Lise-3 seviyesinde mülakatın bu sorusu için yanlış anlama kategorisinde cevap veren iki öğrencinin açıklamaları aşağıdaki gibidir:

(A) : Peki sıcaklıkla molekülün şeklinde ya da bağlarda bir değişme olur mu?

(L1.3) : Değişir tabi...mesela buz eridiği zaman...eee... buzda mesela katıdayken daha yakın...gazdayken daha uzak. Buzdayken daha yakın olmak zorunda.

(A) : Tamam sen farklı haller için söylemiştin zaten. Sıcaklıkla nasıl değişir?

(L1.3) : Buzu erittiğimizi düşünelim. Erirken bunlar birbirinden uzaklaşıp ayrılacaktır bence...değişir yani sıcaklıkla da bence ...

(A) : Peki o zaman sıcaklık arttıkça ve azaldıkça ne olur tam olarak ifade edelim?

(L1.3) : Sıcaklık arttıkça hidrojenler biraz daha ayrıktır. Azaldıkça da açılır, hidrojenler birbirine yaklaşır.

(A) : Peki bağ uzunlukları da değişir mi?

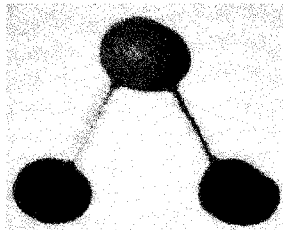
(L1.3) : Bağ uzunlukları...gene değişmez bence aynıdır yani, atomlar değişmediği için kuvvetin değişmemesi gerekir. Çünkü aynı atomlar arasında her zaman aynıdır bağın kuvveti...

(A) : Peki her iki durumu da gösteren bir model yapsan nasıl yapardın?

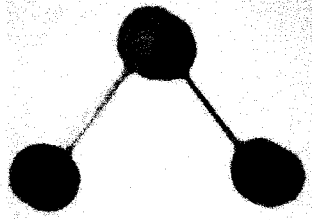
(L1.3) : Şimdi düşük sıcaklıklar için...mavi olsun diyelim..., şöyle olur... (öğrenci Şekil 9A' daki modeli yaptı)...bu şekilde birbirine yakındır atomlar, birbirine daha yakın olacaktır. Öbüründe de yaparsak...(öğrenci Şekil 9B' daki modeli yapıyor)...yüksek sıcaklıklarda da böyle olur. araları daha uzak. Daha ayrıktır birbirinden. Gaz halinde atomlar en seyrek bulunacağı için, bu şekilde olur bence.

(A) : O zaman sadece açı değişiyor mu diyorsun?

(L1.3) : Evet. Bence bağlar değişmez gibi geliyor. Aynı atomlar çünkü...



Şekil 9A. L1.3' ün yüksek sıcaklıkta su molekülü için yaptığı model



Şekil 9B. L1.3' ün düşük sıcaklıkta su molekülü için yaptığı model

.....

(A) : Peki sıcaklıkla molekülün şeklinde ya da bağlarda bir değişme olur mu?

(L3.3) : Molekülün şeklinde olmaması gerekir, yine doğrusaldır... bu hidrojenler zaten birbirine en uzakta olacak şekilde yerleşmişlerdir. Aradaki açı 180^0 dir yine. Daha ayıramazlar birbirinden konum olarak, zaten birbirlerini en uzağa itmişler...

(A) : Peki, şekli değişmez doğrusaldır yine diyorsun. Bağların uzunluğu değişir mi az önce söylediğin gibi?

(L3.3) : Bağların uzunluğu değişir sıcaklıkla aynı şekilde. Diyelim ısıttığımızda moleküllerin hızı artacak, gaz haline geçecektir. O zaman aradaki uzaklıkların artması gerekir. Bu yüzden bağ uzunluğu artacaktır sıcaklık arttıkça.

(A) : Peki o zaman sıcaklık azaldıkça ne olur?

(L3.3) : Tam tersi. Yani bu sefer bağlar kısalacaktır. Katılarda potansiyel en azdır. Moleküller arası uzaklıkta katılarda en azdır. İşte, gittikçe azalır sıcaklık azaldıkça katı hale geleceği için. Az öncekiyle benzer yani.

(A) : Peki sıcaklıkla moleküldeki bu değişimleri modelle göstermek istesen nasıl yapardın?

(L3.3) : ... (öğrenci Şekil 10A ve Şekil 10B' deki modeli yaptı) ... böyle gösterirdim. Daha sıcaklık arttıkça, onu uzun çubukla gösterdim burada. Öbürü de daha düşük sıcaklıklarda, daha kısa çubukla.

(A) : Ancak molekül yine doğrusal şekilde bir değişme yok diyorsun?

(L3.3) : Evet.



Şekil 10A. L3.3' ün yüksek sıcaklıkta su molekülü için yaptığı model



Şekil 10B. L3.3' ün yüksek sıcaklıkta su molekülü için yaptığı model

“Basınç ile molekülün şeklinde ya da bağlarda bir değişme olur mu?” alt sorusu, öğrencilerin molekül şekli ve bağ uzunluğuna basıncın etkisinin ne olduğu ile ilgili anlamalarını araştırmak için sorulmuştur. Bu soru için öğrencilerin vermiş oldukları

açıklama ve modellerin belirlenen kategorilere göre dağılımı her iki farklı öğrenim düzeyi için Tablo 38’ de verilmektedir.

Tablo 38. Mülakatın 9D sorusuna belirlenen kategorilerde cevap veren öğrenci sayıları

Soru No.	Dokuzuncu Sınıf (Lise-1)			On Birinci Sınıf (Lise-3)		
	Anlama	Yanlış Anlama	Cevapsız	Anlama	Yanlış Anlama	Cevapsız
9. D	1	9	-	3	7	-

Tablo 38’ de görüldüğü gibi öğrencilerin moleküllerin bağ yapısı ve şekilleri ile ilgili anlamalarını araştırmak için sorulan bu alt soru için, Lise-1 öğrencilerinden 1 öğrenci anlama kategorisine giren açıklama ve modeller yaparken, aynı seviyedeki 9 öğrenci ise yanlış anlama kategorisine giren açıklama ve modeller yapmışlardır. Buna karşılık, Lise-3 seviyesindeki 3 öğrenci bu soru için anlama kategorisine giren açıklama ve modeller yaparken, aynı seviyedeki 7 öğrenci ise yanlış anlama kategorisine giren modeller yapmışlardır. Lise-1 ve Lise-3 seviyesinde bu soruya cevap vermeyen öğrenci bulunmamaktadır.

Anlama kategorisinde cevap veren öğrenciler, su molekülünün şeklinin ve bağ yapısının basınçla değişmeyeceğini, bu özelliklerin molekülün karakteristikleri olduğunu ve basıncın molekülün içerisine etki yapabilecek bir faktör olmadığını ifade eden öğrencilerdir. Mülakatın bu sorusu için anlama kategorisinde cevap veren bir öğrencinin açıklamaları aşağıdaki gibidir:

(A) : Basınçla molekülün şeklinde ya da bağlarda bir değişme olur mu?

(L3.1) : Moleküller arasına etki eder bence basınç, sıkıştırıldığı zaman. Molekül içine etki etmez, zannetmiyorum. Çünkü...ya bunun kimyasal özelliği değişmeyecek. Gazları sıkıştırdığımızda bu iki molekül birbirine yaklaşır, normalde araları daha açıktır. Basıncı artırdığımızda bunlar birbirine yaklaşır ama molekülün içine etki edeceğini sanmıyorum, molekülün içinde bir değişiklik olmaz.

(A) : Peki molekülün şekli nasıl değişir? Açı değişir mi?

(L3.1) : Değişme olmaz....

(A) : Neden, biraz açıkla mısın?

(L3.1) : Ya aynı şekilde işte. Molekül içine basınçla falan etki edemeyiz. Bunların bu yapısına basınçla falan etki edemeyiz. Bu yapıyı değiştirmek ancak bunları ayırıştırarak olabilir.

Yanlış anlama kategorisinde cevap veren öğrenciler, su molekülünün basınçla hem şeklinin hem de bağ uzunluklarının değişeceğini ya da basınçla molekülün şeklinin değişmeyeceğini ancak bağ uzunluklarının değişeceğini ifade eden öğrencilerdir. Lise-1 ve Lise-3 seviyesinde mülakatın bu sorusu için yanlış anlama kategorisinde cevap veren iki öğrencinin açıklamaları aşağıdaki gibidir:

(A) : Basınçla molekülün şeklinde ya da bağlarda bir değişme olur mu?

(L1.2) : Sıkıştırdığımız zaman yaklaşır...Kati hale dönüşür. (Kati haldeki su molekülü için yaptığı modeli -Şekil 8A- göstererek) Aynı kati haldeki gibi yaklaşır. Gaz halini düşünürsek kapalı bir kaptan...birim kareye düşen, metreküpe düşen şey, molekül hacmi daha küçük olacak. Bağ uzunluğu yanlardan sıkışır o zaman...

(A) : Peki molekülün şekli nasıl değişir? Açık değişir mi?

(L1.2) : Bence bir değişme olmaz. Açık olarak aynı kalması gerekir.

(A) : Neden, biraz açıklar mısın?

(L1.2) : Yine aynı. İlk başta söylediğim gibi; hiçbir şekilde molekülün şekli değişmez...

(A) : Basınç azalırsa?

(L1.2) : Basınç azalırsa hacim arttığı için bağ uzunluğu da artacaktır. (Gaz haldeki su molekülü için yaptığı modeli -Şekil 8B- göstererek) ... Sıvı halinde olduğu gibi bu sefer de.

.....

(A) : Basınçla molekülün şeklinde ya da bağlarda bir değişme olur mu?

(L3.1) : Su buharı halindeyse onu basınçla su haline çeviremeyiz tabi de...mesela basınçla atomlar birbirine daha çok yaklaşacaktır. Hem açık hem de bağ kısılacaktır.

(A) : Basınç arttıkça mı?

(L3.1) : Evet. Basınç arttıkça bağlar küçülür, açık da küçülür. Azaldıkça da tam tersi. Artar bu sefer de...

(A) : Peki basınçla moleküldeki bu değişimleri modelle göstermek istesen nasıl yapardın?

(L3.1) : Yine aynı...buna benzer işte... (Kati ve gaz haldeki su molekülü için yaptığı modeli -Şekil 7A ve Şekil 7B- göstererek). Basınç artarsa bunun gibi bağlar kısa olur. Basınç azalırsa da gaz için yaptığımız gibi bağ açısı da daha büyük olur, bağ uzunluğu da.

Bu kısımda öğrencilerin gerek çoktan seçmeli test maddelerine verdikleri cevaplardan, gerekse mülakat sorularından her birine verdikleri açıklamalardan ayrı ayrı başlıklar altında bahsedilmiştir. Öğrencilerin çoktan seçmeli test maddelerinin her birine verdikleri doğru ve yanlış cevaplar iki farklı sınıf düzeyindeki öğrenciler tarafından seçilme yüzdelerine göre "3.1. Testten Elde Edilen Bulgular" başlığı altında ayrıntılı olarak verilmiştir. Ayrıca, öğrencilerin bu konu içerisindeki kavramlarla ilgili daha ileri fikirlerini

derinlemesine incelemek amacıyla yapılan mülakatlardan elde edilen bulgular da, mülakatın her bir sorusu için belirlenen kategorilere göre açıklama yapılan öğrenci sayıları ve bu kategorilere giren açıklamalardan bazıları verilerek “3.2. Mülakatlardan Elde Edilen Bulgular” başlığı altında ayrıntılı olarak sunulmuştur. Test ve mülakatlardan elde edilen bulgular birbiriyle ilişkilendirilmek suretiyle, öğrencilerin “kimyasal bağlar” konusundaki kavramlar ile ilgili görüşleri tartışma bölümünde ortaya konulmuştur. Ayrıca öğrencilerin sahip oldukları bu fikirlerin olası kaynakları irdelenerek farklı öğrenim seviyelerindeki öğrenciler arasında bu bakımlardan farklılıklar olup olmadığı ve bunların nedenleri yorumlanmaya çalışılmıştır.



4. TARTIŞMA

Bu çalışmanın temel amacı; soyut kavramları içeren “Kimyasal Bağlar” konusunun ve bu konu içerisindeki kavramların Lise-1 ve Lise-3 öğrencileri tarafından anlaşılma düzeylerini ve öğrencilerin bu kavramlarla ilgili sahip oldukları yanlış anlamaları belirlemektir. Bu bölümde, yapılan çalışmalar sonunda elde edilen bulgulara dayanılarak; iki farklı öğrenim seviyelerindeki öğrencilerin sahip oldukları yanlış anlamalar, nedenleriyle birlikte yorumlanmıştır. Ayrıca seviyeler arasında farklılıkların olduğu durumlar da bu bölümde belirtilmiştir.

4.1. Test ve Mülakatlardan Elde Edilen Bulguların Yorumlanması

Test ve mülakatlardan elde edilen bulgular, öğrencilerin kimyasal bağlar konusu içerisindeki bir çok kavram ve teorilerle ilgili bazı yanlış anlamalara sahip olduklarını göstermiştir. Bu yanlış anlamalar ve bu yanlış anlamaların her iki öğrenim seviyesi arasındaki farklılığı bu bölümde aşağıdaki başlıklar altında tartışılarak verilmiştir.

4.1.1. Kimyasal Bağlanma İle İlgili Genel Öğrenci Görüşleri

Gerek testteki sorulara verilen cevaplar ve gerekse mülakatta öğrencilerin yaptıkları açıklamalar kimyasal bağlanma ile ilgili genel kavramlar ve teoriler ile ilgili öğrencilerin yüzeysel anlamalar gösterdiklerini ortaya çıkarmıştır. Öğrencilerin bazılarının kimyasal bağlanmanın ne anlama geldiği ile ilgili olarak tanımlama veya açıklamalar vermelerine rağmen olayların nasıllarını ve nedenlerini belirtmelerinin gerektiği daha ileri anlamaları içeren sorulara açıklama getirmekte başarısız kaldıkları ve hatta bazılarının ise kimyasal bağlanma kavramı ile ilgili genel yanlış anlamalara sahip oldukları belirlenmiştir. İki farklı öğrenim seviyesi bu açılardan karşılaştırıldığında ise öğrenim seviyesi arttıkça yanlış anlamaya sahip olan ya da yüzeysel anlamalara sahip olan öğrencilerin sayısında azalma olduğu gözlenmektedir.

Bu bölümde öğrencilerin bağlanma ile ilgili sahip oldukları genel yanlış anlamaları daha ayrıntılı ve açık bir şekilde ortaya koymak amacıyla gerek çoktan seçmeli test

aracından gerekse mülakatların analizlerinden elde edilen veriler de dikkate alınarak “atom–element-molekül-bileşik karmaşası”, “atomları veya molekülleri bir canlıymış gibi nitelendirme” ve “bağlanma ile ilgili genel yanlış anlamalar” olmak üzere üç önemli başlık altında incelenmiştir.

4.1.1.1. Atom – Element - Molekül - Bileşik Karmaşası

Bu kategori özellikle mülakatlar esnasında her iki düzeydeki öğrencilerin de atom ile element, atom ile molekül ve molekül ile bileşik kavramlarını birbirinden ayırt etmekte güçlük çektikleri ve mülakat boyunca ifadelerinde bu kavramları birbirinin yerine kullandıkları gözlemlendikten sonra oluşturulmuştur. Öğrencilerden bazıları mülakatlar esnasında genellikle “atom” kavramı yerine “molekül” veya “element” kavramlarını kullanmışlardır. Örneğin Lise-3 seviyesindeki öğrencilerden L3.6 ve L3.8, kimyasal bağlanmanın ne olduğunu sorulduğu mülakatın ilk sorusu için açıklama yaparken atom ve element kavramlarını birbiriyle karıştırmıştır (Sayfa 73, 74). Benzer şekilde Lise-1 seviyesindeki öğrencilerden L1.4 ve L1.5 de mülakatın ilk ana sorusu kapsamındaki alt soruları cevaplandırırken atom ve molekül kavramlarını birbiri ile karıştırmışlardır (Sayfa 73, 76). Öğrencilerin mülakatlarında verdikleri ifadelere bakıldığında, her ne kadar “element” ya da “molekül” kavramını kullansalar da öğrencilerin aslında “atom” kavramını kastettikleri ve açıklamalarının bunun üzerine kurulu olduğu anlaşılmaktadır. Öğrencilerin bir kısmı “atom” kavramı yerine kullandıkları “element” ve “molekül” kavramları gibi “molekül” kavramı yerine de “bileşik” kavramını oldukça sık kullanmaktadırlar. Bunun örnekleri L1.1 ve L1.2’ nin mülakatın ilk sorusuna ve bu ana sorunun alt sorularına verdikleri açıklamalarda yer almaktadır (Sayfa 75, 78). Benzer şekilde öğrencilerin mülakatlarında verdikleri ifadelere bakıldığında, her ne kadar “bileşik” kavramını kullansalar da öğrencilerin aslında “molekül” kavramını kastettikleri ve açıklamalarının da bu kavram üzerine kurulu olduğu anlaşılmaktadır. Öğrencilerin atom ve molekül kavramlarını birbiri ile karıştırdıklarına dair yanlış Nicoll [26] tarafından yapılan çalışmada da ortaya çıkartılmıştır. Bu sonuç, Ayas ve Demirbaş [37] tarafından yapılan çalışmada ortaya çıkan ve “*Bir çok öğrenci günlük hayattaki maddeleri element, bileşik veya karışım olarak sınıflandırmada başarısızdırlar*” şeklinde ifade edilen sonuçla da paralellik göstermektedir. Ayrıca öğrencilerin öğrendikleri kavramları birbirine karıştırdığı

sonucu Sökmen ve diğ. [101] tarafından kimyanın temel kavramları ile ilgili yapılan çalışmada da ortaya çıkartılmıştır.

Bu tür kavramları birbirinin yerine kullanma durumları öğrencilerin o anda cümlelerin akıcılığını sağlamak amacıyla istemeden yapmış oldukları bir karıştırma durumu olabileceği gibi öğrencilerin gerçekten bu kavramlar hakkında tam bir anlamaya değil de zayıf bir anlamaya sahip olmaları ve bu kavramları zihinlerinde tam olarak şekillendirememiş olmalarından da kaynaklanabilir. Bu öğrenciler mülakat esnasında sorulan her soru için öğrencinin verdiği cevabı teyit etmesinin istendiği aşamada da ifadelerini düzeltmedikleri için onların bu kavramları karıştırabilecekleri yorumunun yapılmasına neden olmuştur.

4.1.1.2. Atomları veya Molekülleri Bir Canlıymış Gibi Nitelendirme

Mülakatlar boyunca ve analizler esnasında öğrencilerin atom ve moleküllerle ilgili canlılara ait nitelemeleri içeren birçok cümle atfetmeleri dikkati çeken diğer önemli bir husustur. Öğrencilerin birçoğu sürekli “elektron ihtiyacı olan atom”, “elektron almak isteyen atom”, “son yörüngesini sekize tamamlamaya çalışan atom”, “elektron vermek isteyen atom”, “birbirlerinin ihtiyaçlarını karşılamak isteyen atomlar”, “mutlu olan molekül” ve “kararlı olmayı istemek” gibi canlılara has ve onların sahip olabileceği nitelikleri atom ve moleküller için kullanmışlardır. Örneğin Lise-3 seviyesindeki öğrencilerden L3.6 ve L3.8, kimyasal bağlanmanın ne olduğunun sorulduğu mülakatın ilk sorusu için ve bu ana sorunun alt soruları için açıklama yaparken bu tür nitelikleri sıkça kullanmışlardır (Sayfa 73, 74, 77, 78). Atom ve molekülleri canlılara has özelliklerle niteleyen bu öğrencilerin dışında daha birçok öğrenci bulunmaktadır. Açıklamalarında atom ve moleküllerden canlıymış gibi bahseden tüm öğrenciler bu kategori altında sınıflandırılmıştır. Bu durum çalışmada yer alan öğrencilerin atom ve moleküllerin gerçekten canlı olduklarına inandıkları şeklinde yorumlanabileceği gibi öğrencilerin sadece onlara öğretmenleri tarafından verilen benzetmeleri kullandıkları biçiminde de yorumlanabilir. Öğrencilerden bazılarının bu durum özellikle sorulmuş ve öğrencilerin gerçekten bu konuda onların canlı olduklarına inandıkları belirlenmiştir. Öğrencilerin sahip oldukları bu yanlış Nicoll [26], Eshach ve Garik [31] ve Griffiths ve Preston [34]’un yaptıkları çalışmalarda da ortaya çıkmıştır. Ancak yine de bu durumun nerden

kaynaklandığı konusunda diğer olasılık da göz ardı edilmemelidir. Çünkü gerek “bağlanma” kavramı gerekse kimyasal bağlar konusundaki birçok kavram soyuttur ve öğrenciler tarafından anlaşılmakta güçlük çekilebilir. Bu nedenle öğretmenlerin çoğu bu konunun öğretilmesi esnasında benzetmeleri kullanmaktadır. Dolayısıyla bu benzetmeleri tam olarak anlayamayan öğrenci onları bir benzetme ifadesi olarak değil de gerçek bilgilermiş gibi algılayabilir. Öğrencilerin verdikleri ifadeleri zenginleştirmek ve söylemek istediklerini açıklayabilmek için bazı benzetmeleri kullandıkları Coll ve Treagust [40] tarafından yapılan çalışmada da ortaya çıkan bir sonuçtur.

4.1.1.3. Bağlanma Kavramı İle İlgili Genel Yanlış Anlamaların Yorumlanması

Bu bölümde gerek testteki sorulara verdikleri cevaplarda ve gerekse mülakatta yaptıkları açıklamalarda öğrencilerin genel olarak bağlanma kavramı ile ilgili sahip oldukları yanlış anlamalar irdelenmiştir. Elde edilen bulgular her iki farklı öğrenim düzeyindeki öğrencilerin de bağlanma kavramı ile ilgili zayıf anlamalar gösterdiklerini ortaya çıkarmıştır.

Bir kimyasal bağda en aktif rolü oynayan parçacıkların sorulduğu çoktan seçmeli testin birinci sorusuna Tablo 4’ den (Sayfa 53) görüldüğü gibi Lise-1 öğrencilerinin hemen hemen yarısı (%45) yanlış cevap verirken, bu soruyu yanlış cevaplayanların yüzdesinin Lise-3 öğrencilerinde daha az olduğu (%39) ortaya çıkmıştır. Ayrıca öğrencilerin kovalent ve iyonik bağla ilgili anlamalarını araştıran çoktan seçmeli testin 3, 4, 7 ve 11. maddelerinde de bağlanma kavramı ile ilgili öğrenci anlamaları kısmen araştırılmaktadır. Çünkü bu sorular için oluşturulan cevap seçenekleri aynı zamanda, iyonik ya da kovalent bağda atomların bağlanmalarına ilişkin önerisel (doğru ya da yanlış) ifadeleri içermektedir. Bu test maddelerinin cevap seçenekleri arasında yer alan “bağlanma esnasında elektronların kaybolacağı” önermesi 3. soruda Lise-1 öğrencilerinin % 13’ ü tarafından doğru olarak düşünülürken, Lise-3 öğrencilerinin % 9’ u tarafından doğru olarak düşünölmüştür. Bu önermenin yer aldığı diğer test maddelerinin cevap seçenekleri arasından doğru cevap seçilme yüzdeleri benzer şekilde Lise-1 öğrencileri için yaklaşık %10 iken Lise-3 öğrencileri için yaklaşık %5 olduğu görölmektedir. Bu yanlış anlama daha önce literatürde bahsedilmemiş bir yanlış anlamadır. Bu yanlış anlama durumu öğrencilerin bağlanma gerçekleştikten sonra artık atomların ayrı ayrı var olmadığını, yeni

bir molekülün oluştuğunu düşünmelerinden ortaya çıkmış olabilir. “Bağlanma esnasında elektronların bölündüğü” önermesi 3. ve 4. soruların cevap seçenekleri arasında yer alan ve bağlanma için yanlış açıklama içeren bir önermedir. Bu ifadenin yer aldığı 3. ve 4. sorularda gerek Lise-1 ve gerekse Lise-3 öğrencilerinin yaklaşık beşte biri bu önermeyi doğru olarak düşünmüş ve bağlanmanın bu şekilde gerçekleşeceğini ifade etmişlerdir. Bu yanlış mülakatlarda da ortaya çıkan bir yanılgıdır. Özellikle kovalent bağ olmak üzere, hem kovalent hem de iyonik bağ açıklama öğrencilerin birkaçı atomları bir arada tutan faktörün elektronlar olduğunu ve yalnızca bir atomun elektronunun iki atom arasında bölündüğünü ve atomların bu şekilde bir arada durduklarını ifade etmişlerdir. Bu yanlış Boo [28] ve Eshach ve Garik [31] tarafından da öğrencilerde belirlenmiş bir yanılgıdır. Bu düşünce öğrencilerin bağlanmanın mikroskobik yapısı ile ilgili anlamalarının zayıf olmasından kaynaklanabilir. Çünkü öğrenciler her ne kadar bağlanmanın tanımını doğru yapabilseler bile mikroskobik boyutta bağlanma ile ilgili daha ileri bilgilere sahip değildirler. Müfredat programlarının yoğunluğu ve öğretmenlerin bu nedenle konuları yüzeysel işlemeleri bu durumun en olası nedenlerinden biridir. Bu bulgular öğrencilerin bağlanmanın mikroskobik yapısı ile ilgili yanlış anlamalara sahip olduğunu ifade eden Nicoll [26]’ün bulgularıyla benzerlik göstermektedir.

Testte bağlanma kavramı ile ilgili olarak yer alan diğer bir yanlış önerme de “elektronların birbiriyle bütünleşerek bağlanmayı gerçekleştirdiği” önermesidir. 11. sorudaki cevap seçenekleri arasında yer alan bu önerme Lise-1 öğrencilerinin beşte birinde görülen bir yanlış anlama olmasına karşılık Lise-3 öğrencilerinin sadece %9’ u tarafından doğru olarak düşünülmektedir. Benzer şekilde öğrencilerin sahip olduğu bu yanlış anlama mülakatlar esnasında da ortaya çıkmıştır. Mülakatta kimyasal bağın tanımının yapılmasının istendiği soruya Lise-1 öğrencilerinden L1.5’ in verdiği ifadelerinden (sayfa 73, 74) bu öğrencinin iki atomun bağlanmasını sağlayan faktörün atomların elektronları olduğunu düşündüğü ve her iki atomun elektronlarının birbirine yapışması sonucu oluşan yapıya da “bağ” denildiğini düşündüğü ortaya çıkmaktadır. Elektronların birbirini çektiği ve bağlanmanın bu şekilde oluştuğu yanılgısı Nicoll [26] tarafından da belirlenen bir yanılgıdır. Böyle bir düşüncenin öğrencilerde oluşmasının sebebi yine; bu seviyede kimyasal bağlar konusunun sadece bazı kavramların yüzeysel tanımlamaları ile ve derinlemesine olmayan bazı genel ve ezbere bilgilerle işlenmesi gösterilebilir. Kimyasal bağlar konusu içerisinde genellikle bağlanma kavramının tam bir tanımı yapılmak yerine

onun türleri ve bu türlerin hangi atomlar arasında gerçekleştiği gibi yüzeysel bilgilerden bahsedilmektedir.

Mülakatlarda ortaya çıkan ve öğrencilerin sahip olduğu diğer bir yanlış anlama, öğrencilerin bağlanmanın tüm atomların yapısında bulunan (+) ve (-) yükler sayesinde olduğunu düşünmeleridir. Bu görüşe sahip olan öğrencilerden biri Lise-3 öğrencilerinden L3.1 dir. Bu öğrenci gerek kimyasal bağın tanımını yapması istenilen birinci soruya verdiği ifadelerde (sayfa 76) gerekse iyonik (sayfa 82) ve kovalent bağ için verdiği ifadelerde kimyasal bağlanmayı sağlayan faktörün atomun yapısında bulunan (+) ve (-) yükler olduğunu ifade etmiştir. Bu öğrenciye göre bağ denen kavram da bunlar arasındaki çekimdir. Bu tür bir yanlış anlamaya sahip olan öğrenciler çok büyük bir olasılıkla; genellikle bir bileşiğin formülünü yazarken kullanılan ve atomların sahip olabilecekleri değerlikleri ifade eden sayıları bu atomların serbest haldeyken sahip oldukları elektrik yükleriymiş gibi düşünmektedirler. Bu düşünceyi destekleyen öğrenci ifadeleri de mülakat bulguları içerisinde yer almaktadır. Öğrencilerin atomları serbest haldeyken yüklüymüş gibi düşündükleri ve böyle bir yanlış anlamaya sahip oldukları Eshach ve Garik [31]' in çalışmasında da ortaya çıkmıştır. Böyle düşünmelerinin diğer olası bir nedeni ise çekirdekte bulunan protonlar nedeniyle sahip olunan (+) yük ve elektronların sahip oldukları (-) yüklerin iki atom arasında bir çekim oluşturduğunu ve bu çekimle bir arada durduklarını düşünüyor olabilirler. Gerek ilköğretim yaşantılarında fen bilgisi derslerinde ve gerekse ortaöğretim yaşantılarında fizik derslerinde (+) ve (-) nin birbirini çektiği ve mıknatısların zıt kutuplarının birbirini çektiği gibi bilgileri alan öğrenciler bu bilgilerini bağlanma konusuyla ilişkilendirmiş ve böyle bir yanlış içerisine düşmüş olabilirler.

Mülakatlarda ortaya çıkan ve öğrencilerin sahip olduğu diğer bir yanlış anlama da öğrencilerin bağlanma kavramını enerji kavramı ile ilişkilendirmeleridir. Bu yanlış Lise-1 öğrencilerinden L1.7 numaralı öğrencinin hem kimyasal bağın tanımını yaptığı birinci soruda, hem iyonik bağı açıklarken ikinci soruda (sayfa 82) ve hem de kovalent bağı açıklarken üçüncü soruda verdiği ifadeler içerisinde yinelenmektedir. Bu öğrenci atomları bir arada tutan kuvvetin enerji olduğunu ifade etmektedir. L1.7 numaralı bu öğrenciye enerjiden kastının ne olduğu sorulduğunda ise elektronların ortak kullanımını esnasında ya da atomlar arasında elektron alışverişi oluyorken bir enerjinin açığa çıktığını ve bu enerjinin atomları bir arada tuttuğunu söylemektedir. Bu tür bir yanlış anlamaya sahip olan öğrencilerin atomlardan elektron koparılması veya atomun elektron kazanması

durumlarındaki enerji değişimlerini bağlanma kavramı ile ilişkilendirdikleri düşünülebilir. Atomlardan genellikle elektron koparılması için enerji verilmesi gerektiğini ve bir atomun elektron alması durumunda genellikle enerji açığa çıktığını düşünen öğrencinin bildiği bu bilgileri bağlanma kavramı için uyarlayarak böyle bir yanılgıya düşmesi büyük olasılıktır. Bağ kavramını enerji değişimleriyle ilişkilendiren öğrencilerin varlığından Boo [28]' nun çalışmasında da bahsedilmiştir.

Öğrencilerin atomları ve molekülleri bir canlıymış gibi düşünüp, onlara canlılara ait nitelikler verdikleri bir önceki bölümde de ayrı bir başlık altında bahsedilmişti. Mülakatlarda ortaya çıkan ve öğrencilerin bağlanma kavramı ile ilgili sahip olduğu diğer bir yanlış anlama da bağlanmayı atomların birbirine karşı olan istekleri olarak düşünmeleridir. Öğrenciler elektron eksik olan ya da elektron fazlası olan atomların birbirine ihtiyaçları olduğunu ve bunların bu ihtiyaçlarını karşılamak için de birbirleriyle bir arada olmayı isteyeceklerini düşünmektedirler. Bu yanlış anlamaya sahip olan öğrencilerin sayısı oldukça fazladır. L3.6 (sayfa 74) ve L1.4 (sayfa 76)' ün kimyasal bağlanma ile ilgili öğrenci anlamalarını ölçmek için sorulan mülakatın ilk sorusuna verdikleri açıklamalar bu yanlış anlamaya sahip olduklarını gösteren oldukça açık birçok ifadeyi içermektedir. Öğrencilerin böyle bir yanlış anlamaya sahip olması öğrencilerin; bir önceki bölümde de söylendiği gibi öğrencilerinin konuyu daha iyi anlamalarını ve bu bilgilerin onların akıllarında daha iyi kalmasını isteyen öğretmenleri tarafından verilen örnekleri ve benzetmeleri tam olarak anlayamamalarından ve onları bir benzetme ifadesi olarak değil de gerçek bilgilermiş gibi algılamalarından kaynaklanabilir. Öğrencilerin bağlanmanın mikroskobik yapısı ile ilgili anlamalarının da zayıf olduğu düşünülürse, onların bağlanma kavramını açıklamada bu tür yüzeysel ve kolay açıklamaları kullanmaları olağan bir durumdur.

4.1.2. İyonik Bağ İle İlgili Genel Öğrenci Görüşleri

Gerek testteki sorulara verilen cevaplar ve gerekse mülakatta öğrencilerin yaptıkları açıklamalar iyonik bağ ile ilgili genel kavramlar ve teoriler ile ilgili öğrencilerin yüzeysel anlamalar gösterdiklerini ve bu kavramlarla ilgili yanlış anlamalara sahip olduklarını ortaya çıkarmıştır. Kullanılan iki veri toplama aracı ile elde edilen veriler her iki farklı öğrenim seviyesindeki öğrencilerin çoğunluğunun iyonik bağla ilgili çok genel bilgiler

olan; metal ile ametal atomlar arasında meydana geldiği ve elektron alışverişi şeklinde olduğu gibi temel bilgilere sahip olduklarını göstermelerine karşılık iyonik bağın neden bu tür atomlar arasında meydana geldiği ve bağlanmanın nasıl gerçekleştiğine dair daha ileri anlama gerektiren sorulara cevap bulamadıklarını ya da bunlarla ilgili yanlış anlamalara sahip olduklarını göstermiştir. İki farklı öğrenim seviyesi bu açılardan karşılaştırıldığında ise öğrenim seviyesi arttıkça yanlış anlamaya sahip olan ya da yüzeysel anlamalara sahip olan öğrencilerin sayısında azalma olduğu gözlenmektedir.

Geliştirilen çoktan seçmeli testte 2, 4, 6, 10, 19 ve 23. sorular öğrencilerin iyonik bağla ilgili anlamalarını ölçmek amacıyla hazırlanmış sorulardır. Bu soruların her biri iyonik bağ ve iyonik bağlı bileşiklerin özellikleri ile ilgili farklı anlamalarını araştırmaktadır. Mülakatlarda da öğrencilerin iyonik bağla ilgili anlamalarını araştıran bir soru yer almaktadır. Bu bölümde öğrencilerin iyonik bağla ilgili olarak sahip oldukları bilimsel bilgilerle tutarlı olmayan anlamalar daha ayrıntılı ve açık bir şekilde ortaya konulacak, bu yanlışlara sahip olan öğrenci yüzdelerinin her iki farklı öğrenim düzeyi arasında farklılık gösterip göstermediği incelenecek ve öğrencilerin sahip olduğu bu yanlışların nedenlerine dair olasılıklar tartışılacaktır.

Testteki ikinci soru iyonik bileşiklerin oda sıcaklığında genellikle hangi halde bulunduğu sorulduğu bir sorudur. Tablo 4' ten görüldüğü gibi (sayfa 53) bu soruya doğru cevap veren öğrencilerin her iki öğrenim düzeyindeki yüzdeleri karşılaştırıldığında Lise-1 düzeyindeki öğrencilerin Lise-3 düzeyindeki öğrencilere göre daha başarılı oldukları görülmektedir. Bu soruda öğrencilere iyonik bileşiklerin molekülleri arasında çok güçlü moleküller arası kuvvetler olduğu bilgisi de verilmiştir. Yinede bu soru her iki sınıf düzeyinde de örnekleme oluşturan öğrencilerin hemen hemen yarısı tarafından yanlış cevaplanmış ya da cevaplanmamıştır. Bu soru için gerek Lise-1 gerekse Lise-3 öğrencilerinin yaklaşık beşte biri “iyonik bileşiklerin sıvı olduğu” cevabını vermiştir. Bu yanlış anlama durumu öğrencilerin iyonik bileşikleri için yanlış örnekleri düşünmelerinden kaynaklanmış olabilir. Bu bölüm içerisinde daha ileride ve kovalent bağla ilgili öğrenci düşüncelerinin verileceği bir sonraki bölümde de bahsedileceği gibi öğrencilerin bazıları iyonik ve kovalent bağı birbirine karıştırmaktadırlar. Bu nedenle iyonik bağı kovalent bağ ile karıştıran ve bu yüzden iyonik bileşikler için kovalent bağlı bileşik örneklerini aklına getiren öğrenciler bu soruda, iyonik bileşiklerin genellikle sıvı olacağı şeklinde yorumlama yapmış olabilirler. Çünkü bu düzeydeki öğrencilerin akıllarına gelebilecek en olası

kovalent moleküller su, hidroklorik asit ve hidrojen florür gibi moleküllerdir ve öğrenciler bu örneklerden yola çıkarak genellikle bu moleküllerin sıvı olacağını düşünmüş olabilirler. Aslında hidrojen klorür ve hidrojen florür gaz halinde olsa da günlük yaşamında genellikle onun sulu çözeltileri ile karşılaşan öğrencinin onları sıvı gibi düşünmesi olağandır. Ayrıca öğrencilerin böyle bir yanlış anlamaya sahip olmalarının diğer bir nedeni de; onların hidrojeni metal olarak düşünmeleridir. Öğrencilerin bazıları atom numarasının (1) olması ve periyodik cetvelin sağ tarafında bulunması nedeniyle bu atomun metal olduğu inancındadırlar. Bu nedenle öğrenciler, örneğin su molekülünü metal ile ametal atomu arasında oluşan bir bileşik olması nedeniyle iyonik bileşik olarak tanımlayabilir ve bunu düşünerek bu soruya bu şekilde bir cevap vermiş olabilirler. Bu yanlış anlama öğrencilerle yapılan mülakatlar esnasında da ortaya çıkmıştır. Bu soru için öğrencilerin sahip oldukları diğer bir yanlış anlama da “iyonik bileşiklerin gaz olduğu” düşüncesidir. Sıvı halde düşünülen öğrenciler için yapılan yorumlar bu yanlış anlamaya sahip öğrenciler için de yapılabilir. Benzer şekilde bu öğrencilerin de iyonik bileşikler için yanlış örnekleri düşünmüş olmaları büyük olasılıktır. Örneğin iyonik bağın bir metal atomu ile bir ametal atomu arasında gerçekleştiği bilgisini bilen bir öğrenci; bir ametal olan oksijen atomunun, metal olan herhangi bir atomla oluşturduğu bir iyonik bileşiğin (örneğin K_2O) yapısında bulunan oksijen yüzünden gaz halinde olacağını düşünmüş ve bu nedenle bu şekilde bir cevap vermiş olabilir. İyonik yapılu bileşiklerin yapılarına dair bu yanlış anlamaya incelenen literatürde rastlanmamıştır. Ancak iyonik bağ ve iyonik bileşikler ile ilgili öğrenci anlamalarının zayıf olduğu Taber [79]' in çalışmasında da ortaya çıkan bir sonuçtur.

Testteki dördüncü ve onuncu soru; iyonik bağlanmada elektronların davranışları ile ilgili iki sorudur. Dördüncü soruda öğrenciden iyonik bağlanma esnasında elektronların nasıl davrandığını verilen cevap seçenekleri arasından seçmesi istenirken onuncu soruda ise, iyonik bağın gerçekleşmesi esnasında elektronların davranışları verilmiş ve bunun hangi bağlanma türünü ifade ettiğini bulması istenmiştir. Tablo 4' ten görüldüğü gibi (Sayfa 53) bu soruyu Lise-1 öğrencilerinin doğru cevaplama yüzdelerinin (%48), Lise-3 öğrencilerinin doğru cevaplama yüzdelerinden biraz fazla olduğu görülmektedir. Testin geneli için öğrenci başarısının daha fazla olduğu Lise-3 düzeyinde, bu soru ve iyonik bağla ilgili 2. soru için öğrencilerin daha düşük başarıya sahip olması olağan dışı bir durumdur. Bu soruda cevap seçenekleri arasında yer alan yanlış önermelerden ikisi “iyonik bağda elektronların tamamen kaybolacağı” ve “elektronların iki atom arasında bölüneceği”

ifadelerini içeren önermelerdir. Öğrencilerin sahip olduğu bu yanlış anlamının öğrenim düzeyleri arasındaki yüzdelik değişimi ve bu yanlış anlamının nedenleri “Bağlanma Kavramı İle İlgili Genel Yanlış Anlamalar” bölümünde tartışılmıştır. Bu düşünce yapısı genel olarak bağlanma kavramı ile ilişkili olduğu için bu bölümde tekrar üzerinde durulmayacaktır.

Öğrencilerin iyonik bağla ilgili sahip oldukları en önemli yanlışları; iyonik bağ kovalent bağla karıştırmalarıdır. Testte iyonik bağın nasıl gerçekleştiği ve bağlanma esnasında elektronların davranışları ile ilişkili öğrenci anlamalarını araştırmak için sorulan dördüncü sorunun cevap seçenekleri arasında yer alan “iyonik bağdaki elektronlar iki atom arasında eşit paylaşılmıştır” önermesini doğru cevap olarak işaretleyen öğrencilerin varlığı bu yanlışın öğrencilerin büyük bir kısmında bulunduğunu göstermektedir. Tablo 4’ ten görüldüğü gibi (Sayfa 53) bu yanlış anlamaya sahip öğrencilerin oranı Lise-1 öğrencilerinde %17, Lise-3 öğrencilerinde ise %20 olarak karşımıza çıkmaktadır. Ayrıca iyonik bağın hangi tür atomlar arasında gerçekleştiğinin sorulduğu 6. soruya “iyonik bağın ametal atomları arasında gerçekleştiği” önermesini doğru cevap olarak veren öğrencilerinde bu yanlışla sahip oldukları düşünülebilir. Tablo 4’ ten görüldüğü gibi bu yanlış anlamaya sahip öğrencilerin oranı ise Lise-1 öğrencilerinde %16, Lise-3 öğrencilerinde %11 olarak karşımıza çıkmaktadır. Benzer şekilde soru kökü içerisinde verilen iyonik bağ tanımının hangi bağ için doğru olduğunun sorulduğu testteki 10. soruda, öğrencilerin iyonik bağ için verilen tanımın kovalent bağa ait olduğunun düşünmeleri ve “kovalent bağ” seçeneğini işaretlemeleri bu yanlışla sahip olan öğrencilerin varlığını bir kez daha kanıtlamaktadır. Öğrencilerin sahip olduğu bu yanlış anlama mülakatlar esnasında da ortaya çıkmıştır. Mülakatta öğrencilerin iyonik bağla ilgili anlamalarının araştırıldığı ve iyonik bağ için sorulan biri ana soru üçü alt soru olmak üzere toplam dört soru boyunca Lise-1 öğrencilerinden L1.3’ ün verdiği ifadelerinden (sayfa 84, 86, 87) bu öğrencinin iyonik bağ ve kovalent bağ kavramını karıştırdığı ve iki kavramı birbirinin yerine kullandığı kolaylıkla anlaşılmaktadır. Çünkü bu öğrencinin açıklamalarına dikkatle bakıldığında öğrencinin iyonik bağ için verdiği açıklamaların iyonik bağ için doğru olmamasına karşılık kovalent bağ için tamamen doğru olduğu gözlemlenmektedir. Başka bir ifade ile; öğrencinin yanlışla düştüğü husus sadece bu kavramların adlarıdır. İki kavramı birbiri ile karıştırmaktadır. Öğrencilerin bu iki kavramı birbirine karıştırdıkları sonucu Nicoll [26], Tan ve Treagust [67], Taber [79] ve Boo [28] tarafından yapılan çalışma ile benzerlik göstermektedir. Ayrıca öğrencilerin öğrendikleri kavramları birbirine

kariştırdığı sonucu Sökmen ve diğ. [101] tarafından kimyanın temel kavramları ile ilgili yapılan çalışmasında da ortaya çıkartılmıştır. Öğrencilerde böyle bir yanılgının oluşmasının sebebi yine; özellikle Lise-1 olmak üzere, bu seviyelerde kimyasal bağlar konusunun çok hızlı bir şekilde, sadece bazı kavramların yüzeysel tanımlamaları ile ve derinlemesine olmayan bazı genel ve ezbere bilgilerle işlenmesi gösterilebilir. Müfredat programlarının yoğunluğu ve bu nedenle öğretmenlerin konuları yüzeysel işlemeleri nedeniyle, birçok soyut kavramı içeren böyle bir konu için ayrılan süre konu içerisindeki kavramların öğrenciler tarafından tam olarak yapılandırılması için yeterli olamamış ve kavramın öğrenci tarafından yapılandırılması tam olarak gerçekleşememiş olabilir.

Öğrencilerin iyonik bağla ilgili sahip oldukları diğeri bir yanılgı da; iyonik bağ metalik bağla kariştırmalarıdır. İyonik bağın hangi tür atomlar arasında gerçekleştiğinin sorulduğu 6. soruda Tablo 4' ten (sayfa 53) görüldüğü gibi "iyonik bağın metal atomları arasında gerçekleştiği" ifadesini içeren ve yanlış olan seçenek Lise-1 öğrencilerinin %13' ü tarafından doğru olarak düşünülürken Lise-3 öğrencilerinin %10' u tarafından doğru cevap olarak seçilmiştir. Testte iyonik bağın arasında gerçekleştiği atomların sorulduğu altıncı sorunun cevap seçenekleri arasında yer alan bu önermeyi doğru cevap olarak işaretleyen öğrencilerin varlığı bu yanılgının öğrencilerin bazılarında bulunduğunu göstermektedir. Ayrıca soru kökünde verilen iyonik bağ tanımının hangi bağ için doğru olduğunun sorulduğu testteki 10. soruda, verilen tanımın metalik bağa ait olduğunu düşünen öğrencilerin yüzdesi ise Lise-1 için %11 ve Lise-3 için %7 olarak belirlenmiştir. Testteki 10. sorunun bu seçeneğini işaretleyen öğrenciler de, böyle bir yanlış anlamının öğrenciler tarafından benimsendiğini göstermektedir. Bu yanlış anlama, mülakatlarda iyonik bağla ilgili olarak sorulan 2. ana soruya ve onu takiben sorulan üç alt soruya verilen öğrenci açıklamaları analiz edilirken ve elde edilen veriler değerlendirilirken de ortaya çıkan bir yanlış anlamadır. Lise-3 öğrencilerinden L3.3, verdiği ifadelerinde (sayfa 82, 83, 84); iyonik bağın metaller arasında gerçekleşen bir bağ olduğunu ve iki metal atomundan birinin elektron vermesi, diğeri de alması şeklinde gerçekleştiğini ifade etmesi, onun bu şekilde düşündüğünü açıkça ortaya koymaktadır. Öğrencilerin sahip olduğu bu yanlış anlamaya incelenen literatürde rastlanmamıştır. Gerek mülakat yapılan öğrencinin gerekse bu yanlış anlamaya sahip diğeri öğrencilerin böyle bir yanılgıya düşmesinin sebebi; iyonik bağın çok kuvvetli bir bağ olduğunu bilmeleri ve bu bilgilerini günlük hayatta karşılaştıkları ve sağlam bir yapıya sahip olan demir, alüminyum, bakır gibi maddelerle ilişkilendirmeleri ve bu nedenle de iyonik bağın bu atomlar arasında gerçekleşeceğini

düşünceleri nedeniyle olabilir. Zaten mülakat yapılan öğrenci de mülakat esnasında verdiği ifadelerinde de bu ilişkilendirmeden bahsetmiştir.

İyonik bağla ilgili bir diğer yanlış anlama da “iyonik bağ sadece alkali metaller ile halojenler arasında gerçekleşir” düşüncesidir. Bu yanlış anlama mülakatlar esnasında ortaya çıkmıştır. Lise-3 öğrencilerinden L3.1 numaralı öğrencinin, iyonik bağa ilişkin aklına gelenleri ifade etmesinin istendiği mülakatın ikinci sorusuna verdiği açıklamalarda (sayfa 82) bu yanılgıya sahip olduğunu gösteren açık ifadeler yer almaktadır. Öğrenci iyonik bağın arasında gerçekleştiği atomları yalnızca alkali metaller ve halojenler arasında sınırlamaktadır. Araştırma kapsamındaki öğrencilerde görülen bu yanlış da daha önce yapılan çalışmalarda bahsedilmemiş olan bir yanılgıdır. Böyle bir yanlışın sebebi öğrencilerin iyonik bağa ilişkin örnek olarak genellikle NaCl molekülünü düşünmeleri olabilir. Çünkü gerek okullarda aldıkları derslerde öğretmenleri tarafından gerekse ders kitaplarında iyonik bağın açıklanmasında sodyum klorür örneği en sık kullanılan örnektir. İyonik bağ denildiğinde genellikle sodyum klorürü aklına getiren ve onun özelliklerini düşünerek iyonik bağın yapısını anlamaya çalışan bir öğrencinin bu şekildeki bir yanlış anlamaya sahip olması olası bir durumdur.

Öğrencilerin iyonik bağa ilişkin anlamalarının araştırıldığı diğer bir alan da öğrencilerin iyonik bileşiklerin örgü yapıları hakkındaki düşünceleridir. Bu alanla ilgili anlamalarını araştırmak için çoktan seçmeli testin 19. sorusu ve mülakatlarda ise tuzun yapısı hakkındaki 8. soru özellikle geliştirilmiştir. Her iki veri toplama aracından elde edilen veriler öğrencilerin iyonik bağla ilgili oldukça yüzeysel bilgilere sahip olduğunu, iyonik bağın ve iyonik bileşiklerin mikroskobik yapıları ile ilgili derinlemesine anlamalara sahip olmadıklarını göstermiştir. Mülakatlarda öğrencilerin büyük çoğunluğu sodyum klorür molekülünün bir tek sodyum ve bir tek klor atomundan oluşan basit bir molekül olduğunu ifade etmiştir. Sodyum klorür molekülünde iyonik örgü yapısının varlığından bahseden öğrenci sayısı oldukça azdır. L1.6 (sayfa 126,127) ve L3.3 (sayfa 127)’ ün öğrencilerin iyonik yapıli bileşiklerin yapıları ile ilgili öğrenci anlamalarını ölçmek için sorulan mülakatın sekizinci sorusuna verdikleri açıklamalar bu yanlış anlamaya sahip olduklarını gösteren oldukça açık birçok ifadeyi içermektedir. Öğrencilerin örgü yapılarına dair yanlış anlamalara sahip oldukları Tan ve Treagust [67], Peterson, Treagust ve Garnett [35], Peterson ve Treagust [43] ve Taber [79]’ in çalışmalarında da ortaya çıkan bir sonuçtur. Öğrencilerin böyle bir yanlış anlamaya sahip olması onların; iyonik yapıli

bileşikleri de formal öğretim sırasında görmüş oldukları diğer bir çok kovalent bileşik gibi basit yapıdaki bileşikler olarak düşünmüş olmalarından kaynaklanmış olabilir. Genellikle bir molekülün iki ya da üç atomu içerdiğini düşünen öğrenci sodyum klorürdeki ve diğer iyonik bileşiklerdeki örgü yapısına bir anlam verememiş olabilir. Ayrıca öğrenciler molekül denildiğinde, o molekülün formülünü akıllarına getirmekte ve formülüne bakarak onun yapısı hakkında yüzeysel kararlar verebilmektedir. Formülünde yalnızca bir tek sodyum ve klor atomunu gören öğrenci molekülün yapısının da bu şekilde oluşacağını düşünmektedir. Öğrencilerin bağlanmanın mikroskobik yapısı ile ilgili anlamalarının da zayıf olduğu düşünülürse, onların sodyum klorür molekülünün yapısını açıklamada bu tür yüzeysel ve kolay açıklamaları kullanmaları olağan bir durumdur. Mülakatın bu sorusu için anlama kategorisinde cevap veren özellikle Lise-1 düzeyindeki öğrencilerin açıklamalarına bakıldığında, onların sodyum klorürün örgü yapısını ve şeklini bilmelerine rağmen, tam olarak anlam veremedikleri de anlaşılmaktadır. Öğrencilerin sodyum klorürün örgü yapısına dair zayıf anlamalara sahip oldukları Taber [79]' in çalışmasında da ortaya çıkan bir sonuçtur. Lise-1 düzeyinde sodyum klorürün bu örgü yapısı ayrıntılı olarak verilmemektedir. Ancak öğretmenleri kısaca da olsa onlara bu yapıyı vermiştir. L1.9' un sayfa 125' deki açıklamalarına bakıldığında verdiği ifadeleri öğretmenin ağzından verdiği görülmektedir. Zaten bu soru için mülakatta doğru açıklama veren öğrencilerin sayıları her iki sınıf düzeyi arasında karşılaştırıldığında Lise-3 düzeyindeki öğrencilerin daha fazla sayıda olduğu anlaşılmaktadır. Sodyum klorürün yapısı ile ilgili öğrenci anlamalarını araştıran testteki 19. sorunun doğru cevaplanma yüzdelerine her iki sınıf düzeyi için bakıldığında ise Tablo 4' ten görüldüğü gibi (Sayfa 53) aralarında çok az bir fark olduğu görülmektedir. Bu da Lise-1 seviyesindeki öğrencilerin cevap seçenekleri arasından doğru seçeneği gelişigüzel bir şekilde veya şans ile bulmalarından kaynaklanmış olabilir.

4.1.3. Kovalent Bağ İle İlgili Genel Öğrenci Görüşleri

Kullanılan her iki veri toplama aracı ile elde edilen bulgular örnekleme oluşturan iki farklı öğrenim seviyesindeki öğrencilerin çoğunluğunun kovalent bağla ilgili genel kavramlar ve teoriler ile ilgili yüzeysel anlamalar gösterdiklerini ve bu konu içerisinde yer alan bazı kavramlarla ilgili yanlış anlamalara sahip olduklarını ortaya çıkarmıştır. Elde

edilen veriler, her iki öğrenim düzeyindeki öğrencilerin çoğunluğunun kovalent bağla ilişkin çok genel ve ezbere bilgiler olan; ametal atomları arasında meydana geldiği ve elektron ortaklaşması şeklinde olduğu gibi temel bilgilere sahip olmalarına karşılık, kovalent bağın neden bu tür atomlar arasında meydana geldiği ve bu bağlanmanın atomlar arasında nasıl gerçekleştiğine dair daha ileri anlama gerektiren sorulara cevap bulamadıklarını ya da bunlarla ilgili yanlış anlamalara sahip olduklarını göstermiştir. İki farklı öğrenim seviyesi bu açılardan karşılaştırıldığında ise öğrenim seviyesi arttıkça yanlış anlamaya sahip olan ya da yüzeysel anlamalara sahip olan öğrencilerin sayısında azalma olduğu gözlenmektedir.

Geliştirilen çoktan seçmeli testte 3, 5, 7, 8, 11, 14 ve 24. sorular öğrencilerin kovalent bağla ilgili anlamalarını ölçmek amacıyla hazırlanmış sorulardır. Bu soruların her biri kovalent bağ ve kovalent bağlı bileşiklerin özellikleri ile ilgili farklı anlamaları araştırmaktadır. Mülakatlarda da öğrencilerin kovalent bağla ilgili anlamalarını araştıran bir soru yer almaktadır. Mülakatın üçüncü ana sorusu kovalent bağla ilgili öğrencilerin daha ileri anlamalarını ve bağlanmanın mikroskobik yapısı ile ilgili düşüncelerini ortaya çıkarmak için geliştirilmiş alt sorulardan oluşmaktadır. Bu bölümde her iki veri toplama aracından elde edilen bulgulara dayalı olarak, öğrencilerin kovalent bağla ilgili olarak sahip oldukları bilimsel bilgilerle tutarlı olmayan anlamalar daha ayrıntılı ve açık bir şekilde ortaya konulacak, bu yanlışlara sahip olan öğrenci yüzdelerinin her iki farklı öğrenim düzeyi arasında farklılık gösterip göstermediği incelenecek ve öğrencilerin sahip olduğu bu yanlışların nedenlerine dair olasılıklar tartışılacaktır.

“İyonik Bağla İlgili Genel Öğrenci Görüşleri” bölümünde bahsedildiği gibi öğrencilerin kovalent bağla ilgili sahip oldukları önemli yanlışlardan biri kovalent bağla iyonik bağla karıştırmalarıdır. Testte kovalent bağın nasıl gerçekleştiği ve bağlanma esnasında elektronların davranışları ile ilişkili öğrenci anlamalarını araştırmak için sorulan dördüncü sorunun cevap seçenekleri arasında yer alan “elektronlar bir atomdan diğerine transfer edilmiştir” önermesini doğru cevap olarak işaretleyen öğrencilerin varlığı bu yanlışın öğrencilerde bulunduğunu göstermektedir. Tablo 4’ ten görüldüğü gibi (Sayfa 53) bu yanlış anlamaya sahip öğrencilerin oranı her iki sınıf düzeyi için de %16 olarak karşımıza çıkmaktadır. Kovalent bağda bir atomdan diğerine elektron transferi olacağı yanlışlığı Coll ve Treagust [40]’ un çalışmasında da öğrencilerin sahip oldukları bir yanlış olarak ortaya çıkmıştır. Ayrıca kovalent bağın hangi tür atomlar arasında gerçekleştiğinin

sorulduğu 5. soruya “metaller ile ametaller arasında gerçekleşir” önermesini doğru cevap olarak veren öğrencilerinde bu yanlışlığa sahip oldukları düşünülebilir. Tablo 4’ ten (sayfa 53) görüldüğü gibi bu yanlış anlamaya sahip öğrencilerin oranı ise Lise-1 öğrencilerinde %12, Lise-3 öğrencilerinde %10 olarak karşımıza çıkmaktadır. Bir önceki bölümde de bahsedildiği gibi, testte iyonik bağla ilgili anlamaları ölçen sorularda da öğrenciler aynı yanlışlığa sahip olduklarından benzer yanlış cevapları vermişlerdir. Öğrencilerin sahip olduğu bu yanlış anlama mülakatlar esnasında da ortaya çıkmıştır. Mülakatta öğrencilerin kovalent bağla ilgili anlamalarını araştırmak için sorulan, biri ana soru üçü alt soru olmak üzere toplam dört soru boyunca Lise-1 öğrencilerinden L1.3’ ün verdiği ifadelerinden (sayfa 91, 93, 95, 96) bu öğrencinin iyonik bağ ve kovalent bağ kavramını karıştırdığı ve iki kavramı birbirinin yerine kullandığı kolaylıkla anlaşılmaktadır. Çünkü bu öğrencinin açıklamalarına dikkatle bakıldığında, mülakatta iyonik bağ için sorulan sorulara kovalent bağ ile ilgili bilgiler vermesi gibi, mülakatta kovalent bağla ilgili sorulan sorular için de iyonik bağ için doğru olan açıklamalar verdiği görülmektedir. Başka bir ifade ile; bu öğrencinin yanlışlığa düştüğü husus sadece bu kavramların adlarıdır. Öğrenciler iki kavramı birbiri ile karıştırmaktadır. Öğrencilerin bu iki kavramı birbirine karıştırdıkları sonucu Nicoll [26], Tan ve Treagust [67] ve Taber [79] tarafından yapılan çalışmalarda da ortaya çıkmıştır. Ayrıca öğrencilerin öğrendikleri kavramları birbirine karıştırdığı sonucu Sökmen ve diğ. [101] tarafından kimyanın temel kavramları ile ilgili yapılan çalışmasında da ortaya çıkan bir sonuçtur. Öğrencilerde böyle bir yanlışlığın oluşmasının sebepleri bir önceki bölümde tartışıldığı için bu bölümde tekrarlanma ihtiyacı duyulmamıştır.

Çoktan seçmeli test maddelerinde öğrencilerin kovalent bağın gerçekleşmesi esnasında elektronların nasıl davrandıklarına dair anlamalarını ölçen üçüncü ve on birinci soruda, öğrencilerin bazılarının kovalent bağda “elektronların tamamen kaybolacağı”, “elektronların birbiriyle bütünleşerek bağ oluşturdıkları” ve “elektronların iki atom arasında bölüneceği” yanlış anlamalarına sahip oldukları belirlenmiştir. Her iki sınıf düzeyinde bu yanlış anlamaya sahip öğrencilerin yüzdeleri ve bu yanlış anlamamanın olası kaynakları “Bağlanma Kavramı İle İlgili Genel Yanlış Anlamalar” bölümünde tartışılmıştır. Öğrencilerin kovalent bağa ilişkin sahip oldukları bu yanlış anlamalardan “elektronların iki atom arasında bölünerek atomları bir arada tuttuğu” ve “elektronların birbiri ile bütünleşerek atomları bir arada tuttuğu” düşünceleri özellikle önemlidir. Bu yanlış anlamalar mülakatlarda da ortaya çıkmıştır. Öğrencilerin bağlanma esnasında elektronların bölündüğü yanlış anlamasına sahip oldukları Eshach ve Garik [31] tarafından,

elektronların birbirini çektiği ve bağlanmanın bu şekilde olduğu yanlışlığı Nicoll [26] tarafından da belirlenen yanlışlıklardır. Öğrencilerin böyle bir yanlış anlamaya sahip olması onların; kovalent bağlanmayı yanlış yorumlamalarından kaynaklanmış olabilir. Kovalent bağın, elektronların ortak kullanılması biçiminde oluştuğunu bilen öğrenci bu bilgisini tam yorumlayamamış olabilir. Bu yanlış anlamaya sahip öğrenciler ortak kullanımı atomlardan birinin elektronlarının her iki atom arasında bölüneceği şeklinde yorumlamış olabilirler. Bağlanmanın mikroskobik boyutlarıyla ilgili derinlemesine bilgilerin verilmediği ve öğretmenlerin ders yılı içerisinde konuları yetiştirme çabasında olduğu bir eğitim sürecinde öğrencilerin sahip oldukları bu bilgileri bu şekilde yorumlaması olası bir durumdur. Ayrıca kovalent bağ konusu anlatılırken bahsedilen “ortak kullanmak”, “paylaşmak” gibi kelimeler de öğrenci tarafından yanlış anlaşılmış olabilir. Çünkü bu kavramlar günlük hayatta biraz daha farklı anlamlarda kullanılmaktadırlar. Bu kelimeleri öğrenci günlük hayatta, kendisinin sahip olduğu bir nesneyi arkadaşına ya da başka birine vermek ya da onunla beraber kullanmak anlamında kullanmaktadır. Bu kelimeleri günlük yaşamında bu şekilde kullanan öğrenci, kovalent bağlanma esnasında da atomlardan birinin sahip olduğu bir elektronu diğer atomla paylaşacağını ve elektronun iki atom arasında bölüneceğini düşünmüş olabilir. “Elektronların birbiri ile bütünleşerek bağlanmayı oluşturduğu” yanlış anlaması da yine öğrencilerin kovalent bağla ilgili anlamalarının zayıf olmasından ileri gelen yanlış anlamalardan biridir. Bu yanlış anlama da yine, öğrencilerin kovalent bağdaki “elektronları ortak kullanma” durumunu yanlış yorumlamalarından kaynaklanmış olabilir. Bahsedilen kelimelere yanlış anlamlar veren öğrenci “her iki atomdaki iki elektronun ortak kullanılması” durumunu, sanki bu atomların iki elektronunun birbiri ile birleşip de bu bağlanmayı oluşturduklarını ve böylece atomlarında bir arada durduğunu düşünmüş olabilir. Mülakatta L1.5’ in verdiği açıklamalara da bakıldığında (sayfa 73, 74), bu yanlış anlamaya sahip olduğuna dair ifadelerin bulunduğu görülmektedir.

Öğrencilerin kovalent bağa ilişkin sahip oldukları bir başka yanlış anlama alanı da kovalent bağın arasında gerçekleştiği atomlar ile ilgilidir. Testte bu alanla ilgili olan 5. soru öğrencilere kovalent bağın gerçekleştiği atomların neler olduğunu sormaktadır. Tablo 4’ ten görüldüğü gibi (Sayfa 53) “kovalent bağın metal atomları arasında gerçekleştiği” ifadesini içeren ve yanlış olan seçenek Lise-1 öğrencilerinin %16’ sı tarafından doğru olarak düşünülürken Lise-3 öğrencilerinin %20’ si tarafından doğru cevap olarak seçilmiştir. Bu yanlış anlama öğrencilerle yapılan mülakatlar esnasında da ortaya çıkan bir

yanlış anlamadır. Öğrencilerin sahip oldukları bu yanılgıya daha önceki araştırmalarda rastlanmamıştır. “Kovalent bağın metaller ile ametaller arasında gerçekleştiği” yanlış düşüncesine sahip öğrenciler de vardır. Bu yanlış anlamaya sahip öğrencilerin oranlarına bakıldığında ise bu öğrencileri her iki sınıftaki öğrencilerin yaklaşık onda birini oluşturdukları görülmektedir. Kovalent bağın metallerle ametaller arasında gerçekleştiği yanılgısının öğrencilerde var olduğu Tan ve Treagust [67]’ un çalışmasında da ortaya çıkmıştır. Bu yanlış anlama daha önce de ifade edildiği gibi öğrencilerin kovalent ve iyonik bağı birbiri ile karıştırdıklarının bir işareti olarak gösterilebilir. Öğrencilerin bu iki kavramı birbirine karıştırdıkları sonucu Nicoll [26], Tan ve Treagust [67] ve Taber [79] tarafından yapılan çalışmalarda da ortaya çıkmıştır. “Kovalent bağın soy gazlar ile ametaller arasında gerçekleştiği” görüşü de öğrencilerin sahip olduğu diğer bir yanlış görüştür. Ancak bu yanlış anlamaya sahip olan öğrencilerin yüzdelerinin Lise-1 düzeyinde %12 iken Lise-3 düzeyinde çok az (%4) olması bu yanlış anlamamanın öğrenim seviyesi arttıkça azaldığını göstermektedir.

Öğrencilerin kovalent bağ konusunda anlamakta güçlük çektikleri ve yanlış anlamalara sahip oldukları diğer bir alan da kovalent bağ türleridir. Öğrencilerin bazıları “polar kovalent bağ” ve “apolar kovalent bağ” kavramlarını birbiri ile karıştırmaktadır. Bir polar kovalent bağda elektronların durumunun sorulduğu testteki 7. soruyu Lise-1 öğrencilerinin %46’ sı doğru cevaplarken Lise-3 öğrencilerinin ise %38’ i doğru cevaplamıştır. Tablo 4’ ten de görüldüğü gibi “polar kovalent bağda elektronlar her iki atoma eşit uzaklıktadır” yanlış görüşü örnekleme oluşturan toplam öğrencilerin yarısı tarafından benimsenmektedir. Öğrencilerin “polar” ve “apolar” kavramlarını birbiri ile karıştırdıkları Nicoll [26] tarafından yapılan çalışmada da ortaya çıkan bir sonuçtur. Bu durum öğrencilerin bu iki kavramı birbiriyle karıştırdığına bir işaret olarak ifade edilebilir. Öğrencilerin öğrendikleri kavramları birbirine karıştırdığı sonucu Sökmen ve diğ. [101] tarafından da ortaya çıkartılmıştır. Öğrencilerin kovalent bağın türlerine ilişkin anlamalarını araştıran 8. sorudan elde edilen bulgular da bu yanlış anlamamanın öğrenciler tarafından benimsendiğinin diğer bir kanıtıdır. Su molekülü içerisindeki bağ türünün sorulduğu bu soruda Tablo 4’ ten görüldüğü gibi (Sayfa 53) örnekleme oluşturan toplam öğrencilerin yaklaşık beşte ikisi, su molekülü içerisindeki bağların apolar kovalent bağ olduğunu ifade etmişlerdir. Benzer şekilde öğrencilerden HF molekülü için verilen bilgilerden doğru olanını seçmelerinin istendiği 14. soruda da “hidrojen ve flor kovalent bağ oluşturdukları için elektron çifti merkezde yerleşir” düşüncesi Lise-1 öğrencilerinin

yaklaşık dörtte birinde, Lise-3 öğrencilerinin ise yaklaşık onda birinde görülen yanlış anlamalardan biridir. Her iki sorudan elde edilen bu bulgular öğrencilerin bu iki kavramı birbirine karıştırdıklarına ve bu yanlış anlamaya sahip öğrencilerin varlığına bir kez daha işaret etmektedir. Öğrencilerin sahip olduğu bu yanlış anlamanın bir önemi daha vardır. Bu görüşe sahip öğrenciler genellikle kovalent bağlarda elektron çiftinin merkezde yerleşeceği düşüncesindedirler. Tüm kovalent bağlarda elektronların iki atom arasında merkezde yerleşeceği yanlışlığı Peterson, Treagust, ve Garnett [35] ve Peterson ve Treagust [43]' un çalışmalarında da ortaya çıkmıştır. Öğrencilerin böyle bir yanlış anlamaya sahip olmalarının nedeni; kovalent bağın elektronların ortaklaşa kullanımı şeklinde oluştuğunu bilmeleri nedeniyle bu paylaşım esnasında bir eşitlik olması gerektiğini düşünmelerinden ileri gelebilir. Bu, daha önce de ifade edildiği gibi öğrencilerin “paylaşmak” kelimesine yanlış bir anlam yüklemelerinden kaynaklanan bir düşünce olabilir. Ayrıca bu yanlış anlamaya sahip olan öğrencilerin, elektronegatiflik kavramı ve bu kavramın kovalent bağlanma esnasındaki rolü hakkında çok fazla bilgileri olmadığı yorumu da kolaylıkla yapılabilir. Bu yanlış anlamaya sahip öğrenciler elektron ortaklaşmasını kovalent bağla doğru bir şekilde ilişkilendirmiş ancak elektronegatifliğin etkisini ve bunun sonucu olarak eşit olmayan elektron çifti paylaşımının bağ polarlığı üzerine etkisini düşünememişlerdir. Öğrencilerin elektronegatiflik kavramı ile ilişkili zayıf anlamalara ve yanlış anlamalara sahip oldukları Nicoll [26], Peterson, Treagust, ve Garnett [35] ve Peterson ve Treagust [43]' un çalışmalarında da bahsedilmektedir. Ayrıca bu soru için de testin genelindeki öğrenci başarılarına ters düşen bir durum söz konusudur. Bu soruyu doğru cevaplayan öğrencilerin sayısına bakıldığında, daha fazla öğrenim yaşantısına sahip olan Lise-3 öğrencilerinin bu soruyu doğru cevaplama oranlarının daha az olduğu ortaya çıkarken, sahip oldukları kavram yanlışlarının ise daha fazla olduğu ortaya çıkmaktadır.

Öğrencilerin kovalent bağa ilişkin yanlış anlamalara sahip oldukları diğer bir alan ise kovalent örgü yapıları hakkındaki anlamalarıdır. Öğrenciler elmas ve grafitin molekül yapıları hakkında yüzeysel anlamalara ve bazı yanlış anlamalara sahiptirler. Testte öğrencilerin grafitin elektrik iletkenliğinin nedenine dair anlamalarını ölçmek için sorulan 24. soruya Tablo 4' ten görüldüğü gibi (Sayfa 53) doğru cevap veren öğrencilerin yüzdeleri Lise-1 için %28 olarak belirlenirken Lise-3 için %30 olarak belirlenmiştir. Tablodan da görüldüğü gibi bu soruya doğru cevap veren öğrenciler örneklemini oluşturan öğrencilerin yaklaşık %30' unu oluşturmaktadır. Diğer öğrenciler bu soru için yanlış olan cevaplar vermişlerdir. Bu konuyla ilgili öğrencilerin sahip olduğu yanlış anlamalardan birisi

“grafitte karbon atomlarından bazıları bağ yapmaz” görüşüdür. Öğrenciler grafitin elektrik iletkenliğinin de, bağ yapmayan serbest haldeki bu karbon atomlarının molekül içerisinde serbest hareket etmelerinden kaynaklandığı inancındadırlar. Bu yanlış anlamaya sahip olan öğrenciler Tablo 4’ ten (sayfa 53) görüldüğü gibi her iki sınıf düzeyindeki öğrencilerin %18’ ini oluşturmaktadır. Başka bir ifadeyle, bu yanlış anlamaya sahip olan öğrenciler her iki sınıf düzeyinde de eşit orandadır ve örnekleme oluşturan öğrencilerin %36’ sını oluşturmaktadır. Öğrencilerin sahip olduğu diğer bir yanlış anlama da “grafitte bazı karbon atomları delokalize haldedir ve bu delokalize karbon atomları elektriği iletir” görüşüdür. Bu yanlış anlamaya sahip öğrencilerin oranlarına Tablo 4’ ten bakıldığında ise Lise-1 düzeyi için %23, Lise-3 düzeyi için %15 olarak belirlenmiş ve örnekleme oluşturan öğrencilerin öğrenim düzeyi attıkça bu yanlış anlamaya sahip olma oranında azalma görülmüştür. “Grafit birbiri üzerinde kayabilen karbon atomları tabakasına sahiptir ve birbiri üzerinde kayabilen bu tabakalar sayesinde elektriği iletir” görüşü de öğrencilerin çoğunluğu tarafından benimsenen bir yanlış anlamadır. Bu yanlış anlama Lise-1 öğrencilerinin %25’ i tarafından benimsenirken, Lise-3 öğrencilerinin %31’ i tarafından doğru olarak kabul edilmektedir. Öğrencilerin sahip oldukları bu yanlış anlamalara bakıldığında, öğrencilerin grafitin yapısı hakkında fazla bilgileri olmadığı ve yüzeysel olarak bildikleri bazı bilgileri yorumlayarak onların elektrik iletkenliklerinin nedenini belirlemede kullandıkları anlaşılmaktadır. Grafitin elektrik iletkenliğine dair öğrencilerin sahip oldukları bu üç yanlış da Tan ve Treagust [67]’ un çalışmasında elde edilen yanlışlarla benzerlik göstermektedir. Ayrıca öğrencilerin kovalent örgüler hakkında zayıf anlamalara ve bazı kavram yanlışlarına sahip oldukları Peterson, Treagust, ve Garnett [35]’ in çalışmasında da ortaya çıkmıştır.

4.1.4. Metalik Bağla İle İlgili Genel Öğrenci Görüşleri

Her iki veri toplama aracından elde edilen verilerin analizinden elde edilen bulgular, metalik bağ ile ilgili genel kavramlar ve teorilere ilişkin öğrencilerin yüzeysel anlamalar gösterdiklerini ve bu kavramlarla ilgili yanlış anlamalara sahip olduklarını göstermiştir. Gerek testten gerekse mülakatlardan elde edilen bulgular her iki farklı öğrenim seviyesindeki öğrencilerin çoğunluğunun, metalik bağa dair genel bir bilgi olan; metal atomları arasında meydana geldiği bilgisine sahip olmalarına karşılık metalik bağın

neden bu tür atomlar arasında meydana geldiği ve bağlanmanın nasıl gerçekleştiğine dair daha ileri anlama gerektiren sorulara cevap bulamadıklarını ya da bunlarla ilgili yanlış anlamalara sahip olduklarını göstermiştir. İki farklı öğrenim seviyesi bu açılardan karşılaştırıldığında ise öğrenim seviyesi arttıkça yanlış anlamaya sahip olan ya da yüzeysel anlamalara sahip olan öğrencilerin sayısında azalma olduğu gözlenmiştir.

Geliştirilen çoktan seçmeli testte 18. soru öğrencilerin metalik bağla ilgili anlamalarını ölçmek amacıyla hazırlanmıştır. Mülakatlarda da öğrencilerin metalik bağla ilgili anlamalarını araştıran bir soru yer almaktadır. Mülakatın dördüncü ana sorusu metalik bağla ilgili öğrencilerin daha ileri anlamalarını ve bağlanmanın mikroskopik yapısı ile ilgili düşüncelerini ortaya çıkarmak için geliştirilmiş alt sorulardan oluşmaktadır. Bu bölümde her iki veri toplama aracından elde edilen bulgulara dayalı olarak, öğrencilerin metalik bağa ilişkin olarak sahip oldukları bilimsel bilgilerle tutarlı olmayan anlamalar daha ayrıntılı ve açık bir şekilde ortaya konulacak, bu yanlışlara sahip olan öğrenci yüzdelerinin her iki farklı öğrenim düzeyi arasında farklılık gösterip göstermediği incelenecek ve öğrencilerin sahip olduğu bu yanlışların nedenlerine dair olasılıklar tartışılacaktır.

Testteki on sekizinci soru; öğrencilerin metalik bağ ile ilgili anlamalarını araştırmak için özellikle sorulmuştur. Öğrenciden, metalik bağların oluşumu için verilen bilgilerden doğru olanını seçmesi istenilen bu soruyu her iki sınıf düzeyinde doğru olarak cevaplayanların yüzdelerine Tablo 4' ten (Sayfa 53) bakıldığında, Lise-1 için %30 olduğu görülürken Lise-3 için %32 olduğu görülmektedir. Buradan da anlaşıldığı gibi öğrencilerin oldukça az bir kısmı bu soruyu doğru olarak cevaplamıştır. Metalik bağa ilişkin yanlış önermeleri içeren diğer seçeneklerin doğru olduğunu düşünen öğrenci sayılarının daha fazla olduğu görülmektedir. "Metalik bağ metal atomları arasında elektron alışverişi şeklinde gerçekleşir" düşüncesi her iki sınıf düzeyinde de sahip olunan bir yanlış anlamadır. Böyle düşünen öğrencilerin yüzdeleri Tablo 4' ten görüldüğü gibi Lise-1 düzeyi öğrencileri için %27, Lise-3 düzeyi öğrencileri için %22 olarak belirlenmiştir. Testte elektron alışverişinin gerçekleştiği bağın hangi bağ türü olduğunun sorulduğu 10. soruya metalik bağ cevabını veren öğrencilerin yüzdelerine Tablo 4' ten bakıldığında ise, Lise-1 düzeyi için %11, Lise-3 düzeyi için %7 olduğu görülmektedir. Bu soruda elektron alışverişinin gerçekleştiği bağ türünün metalik bağ olduğunu işaretleyen öğrenciler de, bu yanlış anlamının öğrenciler tarafından benimsendiğinin bir diğer kanıtıdır. Her iki soruya

da bakıldığında, bu yanlış anlamaya sahip olan öğrencilerin sayısında öğrenim düzeyi arttıkça bir azalma olduğu görülmektedir. Öğrencilerin sahip olduğu bu yanlış anlama mülakatlar esnasında da ortaya çıkmıştır. Mülakatta öğrencilerin metalik bağla ilgili anlamalarını araştırmak için sorulan, biri ana soru, ikisi alt soru olmak üzere toplam üç soru boyunca Lise-3 öğrencilerinden L3.1' in verdiği ifadelerinden (sayfa 100, 103) bu öğrencinin metalik bağın metal atomları arasında elektron alışverişi şeklinde gerçekleştiğini düşündüğü ve bu şekilde açıkladığı görülmektedir. Öğrencilerin böyle bir yanlış anlamaya sahip olmalarının nedeni olarak onların genellikle metal atomlarını elektron vermek isteyen atomlar olarak görmeleri olabilir. Genellikle iyonik bağ konusunda bahsedilen bu bilgiyi öğrenci metalik bağ için yorumlamış olabilir. Metallerin elektron vermek istediği ve ametallerin ise elektron almak istediği bilgisine sahip olan öğrenci, metal atomları arasında gerçekleşen metalik bağlanmada da metallerin yine elektron vermek isteyeceğini düşünmüş olabilir. Ayrıca bu öğrencinin ifadelerine bakıldığında metalik bağ iyonik bağla ilişkilendirdiği de görülmektedir. Oldukça sağlam bir yapıya sahip olan metallerin arasında en kuvvetli bağ olan iyonik bağın olacağı inancındadır. Bu öğrenciye verdiği ifadelerden yola çıkarak iyonik bağdan farkı sorulduğunda ise aradaki farkın sadece iyonik bağın metaller ile ametaller arasında, metalik bağın ise metal-metal arasında olmasını sebep olarak vermiştir. Görüldüğü gibi öğrencilerin iyonik bağın kuvveti ve metalik bağlı bileşiklerin ve maddelerin yapılarının sağlamlığı arasında yanlış bir ilişkilendirme kurarak bu yanlış anlamaya sahip oldukları ortaya çıkmaktadır.

Metalik bağın metal atomları arasında elektron ortaklaşması şeklinde gerçekleştiği görüşü de metalik bağla ilgili öğrencilerin benimsediği diğer bir yanlış anlamadır. Testte metalik bağların oluşumu ile ilgili öğrenci anlamalarını araştıran 18. sorunun, bu ifadeyi içeren seçeneğini doğru cevap olarak işaretleyen öğrencilerin varlığı bu yanlış görüşün öğrenciler tarafından benimsendiğinin bir kanıtıdır. Metalik bağın metal atomları arasında elektron ortaklaşması şeklinde gerçekleştiği görüşü, Tablo 4' ten görüldüğü gibi Lise-1 öğrencilerinin %19' unun ve Lise-3 öğrencilerinin %23' ünün sahip oldukları bir yanlış anlamadır. Sınıf düzeyi arttıkça, metalik bağa ilişkin bir önceki yanlış anlamının aksine bu yanlış anlamaya sahip olan öğrencilerin sayısında bir artma görülmektedir. Öğrencilerin sahip olduğu bu yanlış anlama mülakatlar esnasında da ortaya çıkmıştır. Mülakatta öğrencilerin metalik bağla ilgili anlamalarını araştırmak için sorulan, biri ana soru, ikisi alt soru olmak üzere toplam üç soru boyunca Lise-1 öğrencilerinden L1.5' in verdiği

ifadelerinden (sayfa 100, 103) bu öğrencinin metalik bağın metal atomları arasında elektron ortaklaşması sayesinde gerçekleştiğini düşündüğü ve bu şekilde açıkladığı görülmektedir. Bu öğrencinin mülakatlarda verdiği ifadelerine bakıldığında bu görüşe sahip olma nedeni açıkça anlaşılmaktadır. Metal atomlarının son yörüngelerinin genellikle tam dolu olmadığı bilgisine sahip olan öğrenci, bu metal atomlarının son yörüngesindeki elektron sayısını sekize tamamlamak için diğer metal atomları ile elektronlarını ortak kullanarak bağ yapacağını düşünmektedir. Metal atomlarının son yörüngelerinin tam dolu olmadığı şeklindeki doğru bilgiye sahip olan bu öğrenci bu bilgisini yanlış yorumlayarak böyle bir yanlış anlamaya sahip olmuştur.

Yukarıda da görüldüğü gibi, metalik bağın gerek metal atomları arasında elektron ortaklaşması gerekse metal atomları arasında elektron alışverişi sayesinde gerçekleştiğini düşünen öğrencilerin böyle bir yanlış anlamaya sahip olmalarında etkili olan en önemli faktör; onların bu konuda zayıf anlamalara sahip olmaları ve sahip oldukları bilgilerin yetersiz olmasıdır. Metalik bağın oluşumu için doğru açıklamayı bilmeyen öğrenciler, sahip oldukları bilgiler üzerinden yorumlar yaparak metalik bağı açıklamaya çalışmaktadırlar. Metalik bağı oluşturan metaller hakkında sahip oldukları bilgiler üzerinden yorum yapan bu öğrenciler nihayetinde yanlış anlamalara sahip olmaktadır. Kimyasal bağ konusu ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde, metalik bağa ilişkin öğrencilerin sahip oldukları yanlışların daha önceki çalışmalarda ortaya konulmadığı tespit edilmiştir.

4.1.5. Moleküller Arası Kuvvetler İle İlgili Öğrenci Görüşleri

Bu bölümde öğrencilerin moleküller arası kuvvetler ile ilgili sahip oldukları yanlış anlamalar, onları daha ayrıntılı ve açık bir şekilde ortaya koymak amacıyla, çoktan seçmeli test aracından ve mülakatların analizlerinden elde edilen veriler de dikkate alınarak “Moleküller Arası Kuvvetler İle İlgili Genel Yanlış Anlamalar”, “Hidrojen Bağı İle İlgili Yanlış Anlamalar”, “van der Waals Kuvvetleri İle İlgili Yanlış Anlamalar” ve “Dipol-Dipol Kuvvetleri İle İlgili Yanlış Anlamalar” olmak üzere dört önemli başlık altında incelenmiştir.

4.1.5.1. Moleküller Arası Kuvvetler İle İlgili Genel Yanlış Anlamaların Yorumlanması

Geliştirilen çoktan seçmeli testte 16. soru doğrudan moleküller arası kuvvetlerle ilişkilidir ve öğrencilerin moleküller arası kuvvetlerle ilgili anlamalarını araştırmaktadır. Ayrıca testte, öğrencilerin moleküller arası kuvvetlerin türlerine ilişkin anlamalarını araştıran 8, 13, 20, 21 ve 22. sorular da, öğrencilerin moleküller arası kuvvetlere ilişkin düşüncelerini ortaya çıkarmada dolaylı olarak kullanılmıştır. Mülakatlarda da öğrencilerin moleküller arası kuvvetler ile ilgili anlamalarını araştıran iki ana soru ve beş alt soru yer almaktadır. Mülakatın beşinci ve altıncı ana sorusu ile yedinci ana sorusunun en son alt sorusu öğrencilerin moleküller arası kuvvetler ile ilgili anlamalarını araştırmaktadır.

Gerek testteki sorulara verilen cevaplar ve gerekse mülakatta öğrencilerin yaptıkları açıklamalar moleküller arası kuvvetlerle ilgili genel kavramlar ve teorilere ilişkin olarak öğrencilerin yüzeysel anlamalar gösterdiklerini ortaya çıkarmıştır. Öğrencilerin bazılarının moleküller arası kuvvetlerin sadece isimlerini bildikleri, kimler arasında ve nasıl meydana geldiklerine dair oldukça az bilgilerinin olduğu ve hatta bazılarının ise moleküller arası kuvvetlerle ilgili yanlış anlamalara sahip oldukları belirlenmiştir. İki farklı öğrenim seviyesi bu açılardan karşılaştırıldığında ise öğrenim seviyesi arttıkça yanlış anlamaya sahip olan ya da yüzeysel anlamalara sahip olan öğrencilerin sayısında azalma olduğu gözlenmiştir.

Öğrenciden moleküller arası kuvvetler için verilen bilgilerden doğru olanını seçmesi istenilen testteki 16. soruyu her iki sınıf düzeyinde doğru olarak cevaplayanların yüzdelere Tablo 4' ten (Sayfa 53) bakıldığında, Lise-1 için %34 olduğu görülürken Lise-3 için %30 olduğu görülmektedir. Buradan da anlaşıldığı gibi öğrencilerin oldukça az bir kısmı bu soruyu doğru olarak cevaplamıştır. Moleküller arası kuvvetlere ilişkin yanlış açıklamaları içeren diğer seçeneklerin doğru olduğunu düşünen öğrenci sayılarının daha fazla olduğu görülmektedir. Bu soruda ortaya çıkan ve öğrencilerin moleküller arası kuvvetlere ilişkin sahip oldukları genel yanlış anlamalardan birisi “moleküller arası kuvvetler moleküllerin içindeki atomlar arasındaki kuvvetlerdir” görüşüdür. Böyle düşünen öğrencilerin yüzdeleri Tablo 4' ten bakıldığında, bu yanlış anlamaya sahip olan öğrencilerin her iki sınıf düzeyindeki öğrencilerin beşte birinden fazlasını oluşturduğu görülmektedir. Öğrencilerin sahip olduğu bu yanlış anlama mülakatlar esnasında da ortaya

çıkıştır. Mülakatlarda öğrencilerin moleküller arası kuvvetler ile ilgili anlamalarını araştırmak için sorulan 5, 6 ve 7. sorulara ve onun alt sorularına Lise-1 ve Lise-3 öğrencilerinden L1.6 (sayfa105, 107, 108), L3.7 (sayfa 106), L3.6 (sayfa 112) ve L3.10 (sayfa 108, 109)’ un verdiği ifadelerinden bu öğrencilerin moleküller arası kuvvetleri molekül içi kuvvetler olarak düşündükleri ve bu şekilde açıkladıkları görülmektedir. Öğrencilerin böyle bir yanlış anlamaya sahip olmalarının nedeni olarak; onların molekül içi ve moleküller arası bağları birbirinden ayırt edememeleri verilebilir. Özellikle Lise-1 seviyesinde kovalent bağ ve iyonik bağ haricindeki kimyasal bağlar (metalik bağ) ve moleküller arası kuvvetler “Diğer Bağ Çeşitleri” başlığı altında verilmektedir. Formal öğretim sırasında öğretmenler tarafından da bu husus üzerinde çok fazla durulmadığı için öğrencilerin bu şekildeki bir yanlış anlamaya sahip olmaları olası bir durum olarak görülebilir. Aldıkları eğitim sırasında kimyasal bağlar konusu içerisinde moleküller arası kuvvetleri de gören öğrenci bu ayırımı tam olarak yapamamış ve moleküller arası kuvvetleri de molekül içi bağlar ile karıştırmış olabilir. Moleküller arası kuvvetleri molekül içi bağlar olarak düşünen ve molekül içi bağlar ile moleküller arası kuvvetleri birbirine karıştıran öğrencilerin varlığı Treagust [24], Peterson, Treagust, ve Garnett [35], Peterson ve Treagust [43] ve Tan ve Treagust [67]’ un çalışmalarında da ortaya çıkmıştır.

Testteki 16. soruda moleküller arası kuvvetleri molekül içi kuvvetler olarak düşünen öğrencilerin doğru olduğunu düşünebilecekleri iki yanlış ifade daha vardır. Bu yanlış önermeler; moleküller arası kuvvetlere bağlı olan kaynama noktasını molekül içi bağlarla ilişkilendiren bir ifadeyi ve yine moleküller arası kuvvetlerden birini molekül içindeki bağ olarak veren bir ifadeyi içermektedir. Bu cevap seçeneklerini doğru olarak düşünen öğrencilerin varlığı da yine öğrencilerin molekül içi bağlarla moleküller arası kuvvetleri birbirine karıştırdıklarının bir göstergesidir. Moleküller arası kuvvetler ile ilgili her iki sınıf düzeyindeki öğrencilerin anlamaları teste verdikleri cevaplar dikkate alınarak karşılaştırıldığında, bu konuyla ilgili yanlış anlamaya sahip olan öğrencilerin sayısının Lise-3 düzeyinde daha fazla olduğu görülmektedir. Mülakatlarda ise öğrenim seviyesi arttıkça yanlış ve yüzeysel anlamalar sahip öğrencilerin sayısında azalma olduğu görülmektedir.

Mülakatlarda ortaya çıkan ve öğrencilerin sahip olduğu diğer bir yanlış anlama da “moleküller arasında herhangi bir etkileşim yoktur” düşüncesidir. Suyun yapısı ile ilgili öğrenci anlamalarını araştıran mülakatın 7. sorusunun bir alt sorusu olan “Birçok su

molekülünün yan yana olduğu bir bardak suyu d    n. Bunlar arasında bir etkileşim var mıdır, nasıl bir arada dururlar?” sorusuna L3.10’ un verdiği ifade (sayfa 122) bunun en açık örneğidir. Öğrenci, açıklamalarının devamında iki su molekülü arasında herhangi bir bağlanmanın olmayacağını ifade etmektedir. Moleküller arası kuvvetlere ilişkin yetersiz ve zayıf anlamalara sahip olan  ğrenci, iki molekül arasında gerçekleşebilecek bir etkileşimin veya onları bir arada tutacak bir bağın onların elektronları sayesinde olabileceğini düşündüğünden iki molekül arasında herhangi bir bağlanmanın ya da kuvvetin olmayacağını düşünmektedir. Onların moleküller arası bağlar ile ilgili sahip oldukları bilgilerin yetersiz olması ve mikroskobik yapıyla ilgili zayıf anlamaları bu şekilde yanlış anlamalara sahip olmalarına neden olmaktadır. Öğrencilerin mikroskobik boyuttaki olayları zihinlerinde canlandıramadıkları ve onları görmedikleri için genellikle kabullenmedikleri Nicoll [26]’  n çalışmasında da ortaya çıkan bir sonuçtur. Ayrıca farklı konular için yapılan çalışmalarda da öğrencilerin mikroskobik seviyede eksikliklerinin olduğu sonucu Smith ve Metz [51],  alık ve Ayas [32], Haidar ve Abraham [63]’ ın çalışmalarında da ortaya çıkmıştır.

Moleküller arası kuvvetlerin türlerine ilişkin öğrencilerin anlamalarından bu bölümde bahsedilmemi tir. Gerek testte gerekse mülakatlarda öğrencilerin her bir moleküller arası kuvvetle ilgili anlamalarını ölçen özel sorular yer aldığından ve elde edilen bulguları da daha açık bir şekilde ortaya koymak amacıyla, öğrencilerin bu kuvvetlerin her biri ile ilgili sahip oldukları anlamalar, ilgili olduğu moleküller arası kuvvet için oluşturulan başlıklar altında irdelenmiştir.

4.1.5.2. Hidrojen Bağı İle İlgili Yanlış Anlamaların Yorumlanması

Geliştirilen çoktan seçmeli testte 8, 10 ve 21. soru öğrencilerin hidrojen bağları ile ilgili anlamalarını araştırmaktadır. Mülakatlarda da öğrencilerin hidrojen bağları ile ilgili anlamalarını araştıran bir soru yer almaktadır. Mülakatın beşinci ana sorusu hidrojen bağları ile ilgili öğrencilerin daha ileri bilgilerini ve sahip oldukları yanlış anlamaları ortaya çıkarmak için geliştirilmiş alt sorulardan oluşmaktadır. Bu bölümde; her iki veri toplama aracından elde edilen bulgulara dayalı olarak, öğrencilerin hidrojen bağlarına ilişkin olarak sahip oldukları bilimsel bilgilerle tutarlı olmayan anlamalar daha ayrıntılı ve açık bir şekilde ortaya konulacak, bu yanlışlara sahip olan  ğrenci y zdelерinin her iki

farklı öğrenim düzeyi arasında farklılık gösterip göstermediği incelenecek ve öğrencilerin sahip olduğu bu yanlışların nedenlerine dair olasılıklar tartışılacaktır.

Her iki veri toplama aracından elde edilen verilerin analizinden elde edilen bulgular, her iki farklı öğrenim seviyesindeki öğrencilerin çoğunluğunun, hidrojen bağlarına dair zayıf anlamalara sahip olduğunu ve yine büyük bir çoğunluğunun bunlarla ilgili yanlış anlamalara sahip olduklarını göstermiştir. İki farklı öğrenim seviyesi bu açılardan karşılaştırıldığında ise öğrenim seviyesi arttıkça yanlış anlamaya sahip olan ya da yüzeysel anlamalara sahip olan öğrencilerin sayısında azalma olduğu gözlenmiştir.

Hidrojen bağı ile ilgili öğrencilerin bazılarının sahip olduğu en önemli yanlış anlama onların hidrojen bağına molekül içi bağ olarak düşünmeleri ve onu kovalent bağla ilişkilendirmeleridir. Testteki 8. soruya verilen öğrenci cevapları ve mülakatlarda öğrencilerin verdiği açıklamalar öğrencilerin sahip oldukları bu yanlış anlamaların varlığına açıkça işaret etmektedir. Su molekülü içerisindeki atomlar arasında var olan bağlanma türünün olduğu 8. soruya atomlar arasındaki bağın hidrojen bağı olduğu cevabını veren öğrencilerin yüzdelere Tablo 4' ten bakıldığında; Lise-1 öğrencilerinin %16' sının, Lise-3 öğrencilerinin ise %25' inin bu şekilde düşündüğü ortaya çıkmaktadır. Bu yanlış anlamaya sahip olan öğrencilerin sayısının öğrenim düzeyi ile arttığı görülmektedir. Moleküller arası kuvvetlerin daha çok üzerinde durulduğu ve ayrı başlıklar altında incelendiği Lise-3. sınıf düzeyinde, bu yanlış anlamaya sahip olan öğrencilerin sayısının daha fazla olması şaşırtıcıdır. Öğrencilerin benimsemiş olduğu bu görüş mülakat yapılan öğrencilerde de tespit edilmiştir. Mülakatta öğrencilerin hidrojen bağları ile ilgili anlamalarını araştırmak için sorulan 5. soruya ve onun alt sorularına Lise-1 ve Lise-3 öğrencilerinden L1.6 (sayfa 105, 107, 108), L3.7 (sayfa 106), ve L3.10 (sayfa 108, 109)' un verdiği ifadelerinden bu öğrencilerin hidrojen kovalent bağın bir türü olarak düşündükleri ve kovalent bağda olduğu gibi elektron ortaklaşması şeklinde gerçekleştiğini düşündükleri ve bu şekilde açıkladıkları görülmektedir. Öğrencilerin böyle bir yanlış anlamaya sahip olmalarının nedeni, onların genellikle moleküller arası kuvvetleri kimyasal bağlarla karıştırmaları olabilir. Kimyasal bağlar konusu içerisinde moleküller arası kuvvetleri de gören öğrenci bu ayrımı tam olarak yapamamış ve moleküller arası kuvvetleri de molekül içi bağlar ile karıştırmış olabilir. Özellikle Lise-1 seviyesinde kovalent bağ ve iyonik bağ haricindeki kimyasal bağlar (metalik bağ) ve moleküller arası kuvvetler "Diğer Bağ Çeşitleri" başlığı altında verilmektedir. Formal öğretim sırasında

öğretmenler tarafından da bu husus üzerinde çok fazla durulmadığı için öğrencilerin bu şekildeki bir yanlış anlamaya sahip olmaları olası bir durum olarak görülebilir. Öğrencilerin genellikle hidrojen bağına kovalent bağla ilişkilendirdikleri ve onu molekül içi bağ olarak düşündükleri yanılışı Peterson, Treagust ve Garnett [35], Peterson ve Treagust [43] ve Tan ve Treagust [67] tarafından yapılan çalışmalarda da ortaya çıkartılmıştır.

Öğrencilerin hidrojen bağları ile ilgili sahip oldukları bir diğer yanlış anlama da “hidrojen bağları en kuvvetli bağlardır” düşüncesidir. Testte öğrenciden verilen bağları kuvvet sırasına koymasının istendiği 21. soruya öğrencilerin verdikleri cevapların yüzdelere Tablo 4’ ten bakıldığında en kuvvetli bağların hidrojen bağları olduğunu ifade eden seçeneği doğru cevap olarak seçen öğrencilerin sayısının oldukça fazla olduğu görülmektedir. Tablo 4’ ten görüldüğü gibi bu yanlış anlama, her iki sınıf düzeyindeki dört öğrenciden biri tarafından benimsenen bir yanlış anlamadır. Öğrencilerin sahip oldukları bu yanlış anlamının sebebi olarak yine öğrencilerin molekül içi bağlar ile moleküller arası bağları birbirine karıştırmaları verilebilir. Moleküller arası kuvvetlere ilişkin zayıf anlamalara sahip olan öğrenciler, gerek moleküller arası kuvvetleri ve gerekse molekül içi kimyasal bağları ayırt edemedikleri ve bir bütün olarak “bağlar” olarak düşündükleri için moleküller arası kuvvetlerin en kuvvetlisi olan hidrojen bağına molekül içi ve moleküller arası bağlarında en kuvvetlisi olarak düşünmüş olabilirler. Sahip oldukları eksik bilgiler, konu ile ilgili zayıf anlamaları ve molekül içi ve moleküller arası bağları da ayırt etmekteki yetersizlikleri de onların böyle bir yanlış anlamaya sahip olmalarına neden olabilir. Öğrencilerin hidrojen bağlarını molekül içi bağlar olarak düşündükleri ve onu en kuvvetli bağ olarak düşündükleri Nicoll [26]’ ün çalışmasında da ortaya çıkmıştır.

4.1.5.3. Van der Waals Kuvvetleri İle İlgili Yanlış Anlamaların Yorumlanması

Her iki veri toplama aracından elde edilen verilerin analizinden elde edilen bulgular, van der Waals kuvvetleri ile ilgili genel kavramlar ve teorilere ilişkin öğrencilerin oldukça yüzeysel anlamalar gösterdiklerini ve bunlarla ilgili yanlış anlamalara sahip olduklarını göstermiştir. Gerek testten gerekse mülakatlardan elde edilen bulgular her iki farklı öğrenim seviyesindeki öğrencilerin çoğunluğunun, van der Waals kuvvetlerine dair zayıf anlamalara sahip olduğunu ve yine büyük bir çoğunluğunun bunlarla ilgili yanlış anlamalara sahip olduklarını göstermiştir. İki farklı öğrenim seviyesi bu açılardan

karşılaştırıldığında ise öğrenim seviyesi arttıkça yanlış anlamaya sahip olan ya da yüzeysel anlamalara sahip olan öğrencilerin sayısında azalma olduğu gözlenmiştir.

Geliştirilen çoktan seçmeli testte 22. soru öğrencilerin van der Waals kuvvetleri ile ilgili anlamalarını ölçmek amacıyla hazırlanmıştır. Mülakatlarda da öğrencilerin van der Waals kuvvetleri ile ilgili anlamalarını araştıran bir soru yer almaktadır. Mülakatın altıncı ana sorusu van der Waals kuvvetleri ile ilgili öğrencilerin daha ileri bilgilerini ve sahip oldukları yanlış anlamaları ortaya çıkarmak için geliştirilmiş alt sorulardan oluşmaktadır. Bu bölümde her iki veri toplama aracından elde edilen bulgulara dayalı olarak, öğrencilerin van der Waals kuvvetlerine ilişkin olarak sahip oldukları bilimsel bilgilerle tutarlı olmayan anlamalar daha ayrıntılı ve açık bir şekilde ortaya konulacak, bu yanlışlara sahip olan öğrenci yüzdelerinin her iki farklı öğrenim düzeyi arasında farklılık gösterip göstermediği incelenecek ve öğrencilerin sahip olduğu bu yanlışların nedenlerine dair olasılıklar tartışılacaktır.

Testteki yirmi ikinci soru; öğrencilerin van der Waals kuvvetleri ile ilgili anlamalarını araştırmak için özellikle sorulmuştur. Öğrenciden, van der Waals kuvvetleri için verilen bilgilerden doğru olanını seçmesi istenilen bu soruyu her iki sınıf düzeyinde doğru olarak cevaplayanların yüzdelerine Tablo 4' ten (Sayfa 53) bakıldığında, Lise-1 için %32 olduğu görülürken Lise-3 için %36 olduğu görülmektedir. Buradan da anlaşıldığı gibi öğrencilerin oldukça az bir kısmı bu soruyu doğru olarak cevaplamıştır. Van der Waals kuvvetlerine ilişkin yanlış önermeleri içeren diğer seçeneklerin doğru olduğunu düşünen öğrenci sayılarının daha fazla olduğu görülmektedir. “van der Waals Kuvvetleri H_2 , O_2 , Cl_2 gibi apolar moleküllerde atomlar arasında bulunur” düşüncesi her iki sınıf düzeyinde de sahip olunan bir yanlış anlamadır. Böyle düşünen öğrencilerin yüzdeleri Tablo 4' ten görüldüğü gibi bu yanlış anlamaya sahip olan öğrenciler her iki sınıf düzeyindeki öğrencilerin de beşte birinden fazlasını oluşturmaktadır. Öğrencilerin sahip olduğu bu yanlış anlama mülakatlar esnasında da ortaya çıkmıştır. Mülakatta öğrencilerin van der Waals kuvvetleri ile ilgili anlamalarının araştırmak için sorulan 6. soruya ve onun alt sorularına Lise-3 öğrencilerinden L3.6' nın verdiği ifadelerinden (sayfa 112, 114) bu öğrencinin van der Waals kuvvetlerini apolar moleküllerde ametal atomları arasındaki bağ olduğunu, kovalent bağın bir türü olduğunu ve ametal atomları arasında elektron alışverişi şeklinde gerçekleştiğini düşündüğü ve bu şekilde açıkladığı görülmektedir. Öğrencilerin böyle bir yanlış anlamaya sahip olmalarının nedeni olarak; bir önceki bölümde hidrojen

bağları için bahsedildiği gibi onların genellikle moleküller arası kuvvetleri kimyasal bağlarla karıştırmaları verilebilir. Bir önceki “Hidrojen Bağı İle İlgili Yanlış Anlamalar” bölümünde de bahsedildiği gibi kimyasal bağlar konusu içerisinde moleküller arası kuvvetleri de gören öğrenci bu ayrımı tam olarak yapamamış ve moleküller arası kuvvetleri de molekül içi bağlar ile karıştırmış olabilir. Ayrıca öğrencilerin van der Waals kuvvetlerini özellikle apolar moleküllerdeki molekül içi bağ olarak düşünmesi de onların bu kuvvetlerle ilgili zayıf anlamalarının ve ezbere bilgilerinin bir sonucu olduğu düşünülebilir. Çünkü van der Waals kuvvetleri apolar moleküllerde moleküller arasında olan kuvvetlerdir. Bu bilgiyi tam anlayamayan ve kimyasal bağ ile moleküller arası kuvvetler arasındaki farklılığı ayırt edemeyen öğrenci bu bilgiyi kendi düşünce yapısına göre yeniden şekillendirmiş ve böyle bir yanlış anlamaya sahip olmuş olabilir. Van der Waals kuvvetlerine dair böyle bir yanlış anlamaya literatürde rastlanmamasına karşılık öğrencilerin molekül içi ve moleküller arası kuvvetleri birbirine karıştırdıklarına dair sonuçlar Treagust [24], Peterson, Treagust ve Garnett [35], Peterson ve Treagust [43] ve Tan ve Treagust [67]’ un çalışmalarında da ortaya çıkmıştır.

Öğrencilerin bazılarının sahip olduğu diğer bir yanlış anlama da “van der Waals kuvvetleri yalnızca soy gaz atomları arasında bulunur” görüşüdür. Testteki 22. soruda bu ifadenin doğru olduğunu söyleyen öğrencilerin yüzdelerine bakıldığında, her iki sınıf düzeyindeki öğrencilerin yaklaşık dörtte birinin bu yanlış anlamaya sahip oldukları görülmektedir. Bu yanlış anlamaya sahip öğrenciler van der Waals kuvvetlerini yalnızca soy gaz atomları ile sınırlandırmışlardır. Bu da öğrencilerin bu kuvvetler ile ilgili anlamalarının zayıf olduğunun diğer bir göstergesidir. Testteki 22. soruya verilen öğrenci cevaplarının ortaya çıkarmış olduğu diğer bir yanlış anlama da “van der Waals bağlarının kuvveti molekülün büyüklüğüne bağlı ancak molekülün şekline bağlı değildir” görüşüdür. Bu ifadenin doğru olduğunu söyleyen öğrencilerin yüzdelerine bakıldığında ise, Lise-1 düzeyindeki öğrencilerin %17’ sinin, Lise-3 düzeyindeki öğrencilerin %9’ unun bu yanlış düşünceye sahip oldukları ortaya çıkmaktadır. Her iki sınıf düzeyinde bu yanlış anlamaya sahip olan öğrencilerin sayılarına bakıldığında ise öğrenim düzeyi arttıkça, sahip olunan yanlış anlamaların azaldığı görülmektedir. Bu yanlış anlamaya sahip öğrencilerin de van der Waals kuvvetleri ile ilgili anlamalarının zayıf olduğu açıkça görülmektedir. Öğrencilerin van der Waals kuvvetlerine dair benimsedikleri bu görüşe literatürde rastlanmamıştır.

4.1.5.4. Dipol-Dipol Kuvvetleri İle İlgili Yanlış Anlamaların Yorumlanması

Bu bölümde; testten elde edilen bulgulara dayalı olarak, öğrencilerin dipol-dipol kuvvetlerine ilişkin olarak sahip oldukları bilimsel bilgilerle tutarlı olmayan anlamalar ortaya konulacak, bu yanlışlara sahip olan öğrenci yüzdelerinin her iki farklı öğrenim düzeyi arasında farklılık gösterip göstermediği incelenecek ve öğrencilerin sahip olduğu bu yanlışların nedenlerine dair olasılıklar tartışılacaktır.

Geliştirilen çoktan seçmeli testte 20. soru öğrencilerin dipol-dipol kuvvetleri ile ilgili anlamalarını ölçmek amacıyla hazırlanmıştır. Öğrencilerin testteki bu soruya verdikleri cevaplar, her iki farklı öğrenim seviyesindeki öğrencilerin çoğunluğunun dipol-dipol kuvvetlerine dair zayıf anlamalara sahip olduğunu ve yine büyük bir çoğunluğunun bunlarla ilgili yanlış anlamalara sahip olduklarını göstermiştir. İki farklı öğrenim seviyesi bu açılardan karşılaştırıldığında ise öğrenim seviyesi arttıkça yanlış anlamaya sahip olan ya da yüzeysel anlamalara sahip olan öğrencilerin sayısında azalma olduğu gözlenmiştir.

Öğrenciden, dipol-dipol kuvvetleri için verilen bilgilerden doğru olanını seçmesi istenilen 20. soruyu her iki sınıf düzeyinde doğru olarak cevaplayanların yüzdelerine Tablo 4' ten (Sayfa 53) bakıldığında, Lise-1 için %27 olduğu görülürken Lise-3 için %39 olduğu görülmektedir. Görüldüğü gibi öğrencilerin oldukça az bir kısmı bu soruyu doğru olarak cevaplamıştır. Dipol-dipol kuvvetlerine ilişkin yanlış önermeleri içeren diğer seçeneklerin doğru olduğunu düşünen öğrenci sayılarının daha fazla olduğu görülmektedir. "Dipol-dipol etkileşimini içeren moleküllerin erime ve kaynama noktaları genellikle düşüktür" düşüncesi her iki sınıf düzeyinde de sahip olunan bir yanlış anlamadır. Böyle düşünen öğrencilerin yüzdelerine Tablo 4' ten bakıldığında; Lise-1 düzeyindeki öğrencilerin %17' sinin, Lise-3 düzeyindeki öğrencilerin ise %12' sinin bu yanlış anlamaya sahip oldukları görülmektedir. Görüldüğü gibi bu yanlış anlama öğrenim seviyesi arttıkça azalmaktadır. Özellikle moleküller arası kuvvetlerin biraz daha ayrıntılı olarak işlendiği Lise-3 seviyesindeki öğrencilerin bu yanlış anlamaya daha az sahip olmaları onların almış oldukları öğrenim yaşantıları dikkate alındığında olması gereken ve beklenen bir durumdur. Öğrencilerin sahip olduğu bu şekildeki bir yanlış anlama, onların moleküller arası kuvvetlerle ilgili zayıf anlamalara sahip olmaları sahip olmalarından kaynaklanabilir. Ayrıca öğrencilerin sahip olduğu bu yanlış anlamının diğer olası bir nedeni de; bir sonraki

paragrafta açıklanacağı gibi, onların dipol-dipol kuvvetlerini van der Waals kuvvetleri ile karıştırmaları olabilir.

Dipol-dipol kuvvetlerine ilişkin öğrencilerin sahip oldukları en önemli ve en belirgin yanlış anlama öğrencilerin dipol-dipol kuvvetlerini van der Waals kuvvetleri ile karıştırmalarıdır. “Dipol-dipol kuvvetleri He, Ar, Ne gibi simetrik elektron dağılımına sahip soy gaz atomlarının bir anlık simetrilerinin bozulması durumunda oluşan kutupluluğun etrafındaki atomları da etkilemesiyle oluşan moleküller arası zayıf çekim kuvvetidir” görüşü her iki sınıf düzeyindeki öğrencilerin büyük bir kısmı tarafından benimsenen bir yanlış anlamadır. Testteki 20. soruda bu ifadenin doğru olduğunu söyleyen öğrencilerin yüzdelere bakıldığında, Lise-1 düzeyinde bu yanlış anlamaya sahip olan öğrencilerin yüzdelere (%21), Lise-3 düzeyinde bu yanlış anlamaya sahip olan öğrencilerin yüzdelere (%30) daha az olduğu görülmektedir. Öğrencilerin sahip oldukları bu yanlış anlama, her iki sınıf düzeyindeki öğrencilerin dipol-dipol kuvvetleri ile ilgili zayıf anlamalara sahip olduklarına ve dipol-dipol kuvvetlerini van der Waals kuvvetleri ile karıştırdıklarına bir kez daha işaret etmektedir. Zaten moleküller arası kuvvetler ile ilgili zayıf anlamalara sahip olan öğrencilerin bu şekildeki bir yanlış anlamaya sahip olmaları beklenen bir durumdur. Ancak her iki sınıf düzeyindeki öğrenciler kimyasal bağlar konusu ve içerisindeki kavramlara ait öğrenim yaşantıları açısından karşılaştırıldığında, öğrenim düzeyi arttıkça bu yanlış anlamaya sahip öğrencilerin sayısının da artması beklenmeyen bir durumdur.

Öğrencilerin dipol-dipol kuvvetlerine ilişkin sahip oldukları diğer bir yanlış anlama da “Dipol-dipol kuvvetleri van der Waals kuvvetlerinden daha zayıftır” görüşüdür. Testteki 20. soruda bu ifadenin doğru olduğunu söyleyen öğrencilerin yüzdelere bakıldığında, Lise-1 düzeyinde bu yanlış anlamaya sahip olan öğrencilerin yüzdelere (%30), Lise-3 düzeyinde bu yanlış anlamaya sahip olan öğrencilerin yüzdelere (%12) daha fazla olduğu görülmektedir. Öğrencilerin sahip oldukları bu yanlış anlama da her iki sınıf düzeyindeki öğrencilerin dipol-dipol kuvvetleri ile ilgili zayıf anlamalara sahip olduklarına bir kez daha işaret etmektedir. Görüldüğü gibi bu yanlış anlama öğrenim seviyesi arttıkça azalmaktadır. Daha önce de ifade edildiği gibi konuyla ilgili sahip olunan öğrenim yaşantıları arttıkça kavram yanlışlığına sahip olan öğrencilerin sayısında azalma görülmesi, onların konu içerisinde yanlış anlamalara sahip oldukları kavram ve teorileri öğrenmiş oldukları daha ileri bilgilerle yeniden ve doğru olarak yapılandırdıkları düşünülürse olması

gereken bir durumdur. Ayrıca öğrencilerin sahip olduğu bu yanlış anlamaların diğer olası bir nedeni de; öğrencilerin bu iki moleküller arası kuvveti birbiri ile karıştırmaları olabilir. Öğrencilerin van der Waals kuvvetlerini ve dipol- dipol kuvvetlerini birbiri ile karıştırmaları yanlışlığına literatürde rastlanmamıştır. Ancak öğrencilerin moleküller arası kuvvetlere ilişkin anlamalarının zayıf olduğu; Treagust [24], Peterson, Treagust ve Garnett [35], Peterson ve Treagust [43] ve Tan ve Treagust [67]' un çalışma sonuçlarında da bahsedilmiştir.

4.1.6. Bağ Yapısı ve Molekül Şekilleri İle İlgili Genel Öğrenci Görüşleri

Bu bölümde; gerek testten gerekse mülakatlardan elde edilen bulgulara dayalı olarak, öğrencilerin bağ yapıları ve molekül şekilleri ile ilgili sahip oldukları bilimsel bilgilerle tutarlı olmayan anlamalar ortaya konulacak, bu yanlışlara sahip olan öğrenci yüzdelerinin her iki farklı öğrenim düzeyi arasında farklılık gösterip göstermediği incelenecek ve öğrencilerin sahip olduğu bu yanlışların nedenlerine dair olasılıklar tartışılacaktır.

Geliştirilen çoktan seçmeli testte 17. soru öğrencilerin molekül şekilleri bağ yapılarına ilişkin ilgili anlamalarını ölçmek amacıyla hazırlanmıştır. Öğrencilerin testteki bu soruya verdikleri cevaplar, her iki farklı öğrenim seviyesindeki öğrencilerin çoğunluğunun molekül şekilleri ve bağ yapılarına dair zayıf anlamalara sahip olduğunu ve yine büyük bir çoğunluğunun bunlarla ilgili yanlış anlamalara sahip olduklarını göstermiştir. İki farklı öğrenim seviyesi bu açılarından karşılaştırıldığında ise öğrenim seviyesi arttıkça yanlış anlamaya sahip olan ya da yüzeysel anlamalara sahip olan öğrencilerin sayısında azalma olduğu gözlenmiştir. . Mülakatlarda da öğrencilerin molekül şekilleri ve bağ yapıları ile ilgili anlamalarını araştıran sorular yer almaktadır. Mülakatın dokuzuncu ana sorusu öğrencilerin bağ yapıları ve molekül şekilleri ile ilgili daha ileri bilgilerini ve sahip oldukları yanlış anlamaları ortaya çıkarmak için geliştirilmiş alt sorulardan oluşmaktadır. Ayrıca suyun yapısı ile ilgili mülakatın yedinci sorusunun ve tuzun yapısı ile ilgili mülakatın sekizinci sorusunun alt sorularından biri de molekül şekilleri ile ilgili öğrenci anlamalarını araştırmaktadır.

Gerek teste verilen öğrenci cevapları gerekse mülakatlardan elde edilen açıklamalar, öğrencilerin molekül şekilleri ile ilgili zayıf anlamalara ve bazı yanlış

anlamalara sahip olduklarını göstermiştir. Öğrenciler genellikle bir molekülün şeklinin belirlenmesinde dikkate alınması gerekli bilgiler bakımından yetersiz anlamalara sahiptirler. Öğrencilerin bu konuyla ilgili sahip oldukları en önemli yanlış anlama, “Bir molekülün şeklini bağ yapan atomların sayısı belirler” görüşüdür. Bu yanlış anlamaya sahip olan öğrenciler bir moleküldeki atomların sayısına bağlı olarak molekülün şeklinin belirleneceği inancındadırlar. Bu yanlış anlamaya sahip olan öğrencilerin verdiği başlıca örnek su molekülüdür. “Su molekülünde iki hidrojen atomu ile bağ yapan oksijen bu hidrojen atomları ile doğrusal bir molekül oluşturur” görüşü öğrencilerin çoğunluğu tarafından benimsenmektedir. Böyle bir yanlış anlamaya sahip olan öğrencilere göre, eğer bir atom üç bağ yapıyorsa molekül şekli de üçgen düzlem olacaktır. L1.6’ ya su molekülünü neden doğrusal çizdiği sorulduğunda verdiği açıklama (sayfa 120) onun bu yanlış anlamaya sahip olduğunu açıkça göstermektedir. Testteki 17. soruya verilen öğrenci cevapları da bu yanlış anlamamın öğrenciler tarafından benimsendiğinin diğer bir göstergesidir. Tablo 4’ ten görüldüğü gibi “su molekülleri doğrusal bir yapıya sahiptir” ifadesini doğru olarak düşünen öğrencilerin sayısı her iki sınıf öğrencilerinin de beşte birinden fazlasını oluşturmaktadır. Ayrıca öğrenciden su molekülünün modelini yapmasının istendiği mülakatın 9. sorusunda da su molekülünü doğrusal molekül şeklinde yapan öğrencilerin bazılarının da bu yanlış anlamaya sahip oldukları açıktır. Öğrencilerin sahip olduğu “Bir molekülün şeklini bağ yapan atomların sayısı belirler” yanlışlığına incelenen literatürde rastlanmamıştır. Ancak öğrencilerin molekül şekilleri ile ilgili yanlış anlamalar sahip oldukları Griffiths ve Preston [34], Peterson, Treagust ve Garnett [35] ve Peterson ve Treagust [43]’ un çalışmalarında da ortaya çıkan sonuçlardan biridir. Ayrıca “su molekülleri doğrusaldır” yanlışlığı Griffiths ve Preston [34]’ un çalışmasını yürüttüğü öğrenciler arasında da bulunmuştur.

Mülakatlarda bağ yapıları ve molekül şekilleri ile ilgili öğrencilerin sahip oldukları ortaya çıkan diğer bir yanlış anlama da “sıcaklıkla, basınçla ve hal değişimleri esnasında moleküllerin şekilleri veya bağ uzunlukları değişir” görüşüdür. Mülakatın 9. sorusuna her iki sınıf düzeyindeki öğrencilerin çoğunluğu bu şekilde açıklama vermiştir. L3.1 (sayfa 131, 136), L1.2 (sayfa 131, 132, 137), L3.3 (sayfa 135)’ ün verdikleri açıklamalara ve yaptıkları modellere bakıldığında bu yanlış anlamaya sahip oldukları anlaşılmaktadır. Öğrencilerin sahip oldukları bu şekildeki bir yanlış anlama onların, moleküller arası kuvvetleri molekül içi kuvvetlerle karıştırmalarından ve moleküller arası kuvvetlerle ilgili zayıf anlamalarından kaynaklanmış olabilir. Öğrenciler sahip oldukları “katı halde atomlar

en sıkı düzende yerleşirken gaz halinde aralarında daha fazla boşluk vardır” bilgisini bu durum için yanlış kullanmış da olabilirler. Ayrıca daha önce “Atom-Element-Molekül-Bileşik Karmaşası” bölümünde de bahsedildiği gibi, atom ve molekül kavramlarını birbiri ile karıştıran öğrencilerin bu şekildeki bir yanlış anlamaya sahip olmaları onlardan beklenebilecek bir durumdur ve sahip oldukları bu yanlış anlamamanın sebebi bu kavramları birbirine karıştırmalarından kaynaklanabilir. Öğrencilerin sıcaklıkla, basınçla ve hal değişimleri esnasında moleküllerin şekillerinin değişeceğine inandıkları Griffiths ve Preston [34]’ un çalışmasında da ortaya çıkmıştır. Ayrıca bu sonuçlar, öğrencilerin hal değişimi esnasında molekül içi bağların bozulduğuna inandıklarına işaret eden Treagust [24]’ un çalışma sonuçlarıyla da benzerlik göstermektedir.

4.2. Seviyeler Arasındaki Farklılıkların Yorumlanması

Bu bölümde gerek testten gerekse mülakatlardan elde edilen bulgulara dayalı olarak, “Kimyasal Bağlar” konusu içerisindeki kavram ve teorilere ilişkin her iki sınıf düzeyindeki anlamaları arasında farklılığın olup olmadığı ve eğer farklılık varsa bu farklılığın nedenlerinin neler olabileceği tartışılacaktır.

“Kimyasal Bağlar” konusu içerisindeki kavram ve teorilere ilişkin öğrenci anlamalarını ortaya çıkarmak için geliştirilmiş olan çoktan seçmeli testten elde edilen bulgular öğrencilerin öğrenim düzeyleri arttıkça konuyla ilgili sahip oldukları anlamaların geliştiğini göstermiştir. Bölüm 4.1’de “Kimyasal Bağlanma İle İlgili Genel Öğrenci Görüşleri”, “İyonik Bağ İle İlgili Genel Öğrenci Görüşleri”, “Kovalent Bağ İle İlgili Genel Öğrenci Görüşleri”, “Metalik Bağla İle İlgili Genel Öğrenci Görüşleri”, “Moleküller Arası Kuvvetler İle İlgili Öğrenci Görüşleri”, “Bağ Yapısı ve Molekül şekilleri İle İlgili Genel Öğrenci Görüşleri” başlıkları altında irdelendiği gibi, kimyasal bağ konusu içerisindeki kavram ve teorilere ilişkin öğrenci anlamaları her iki sınıf düzeyi için karşılaştırıldığında öğrenim düzeyinin daha fazla olduğu Lise-3 seviyesindeki öğrencilerin anlamalarında gelişme olduğu anlaşılmaktadır. Bulgulara genel olarak bakıldığında (Tablo 4 - Tablo 36) bir bütün olarak testteki sorulara ve mülakattaki sorulara doğru cevap veren öğrencilerin sayılarının öğrenim düzeyi arttıkça arttığı görülmektedir. Öğrencilerin testin genelindeki başarı durumlarını karşılaştırmak için yapılan t- testinin sonuçlarına bakıldığında da öğrenci anlamalarının öğrenim düzeyi ile paralellik göstererek arttığı bir kez daha

anlaşılmaktadır. Öğrencilerin kimyasal bağ konusu içerisindeki farklı kavram ve teorilere ilişkin anlamalarını ayrı ayrı ölçen test maddelerinde de benzer durum gözlenmektedir. Örneğin öğrencilerin kimyasal bağlanma ile ilgili sahip oldukları genel düşüncelerini ortaya çıkarmak için, bir kimyasal bağlanma esnasında en aktif rolü oynayan parçacığın sorulduğu testin ilk sorusuna (Tablo 4) Lise-1 öğrencilerinin %48'i doğru cevap verirken Lise-3 öğrencilerinin ise %61'i doğru cevap vermiştir. Bu durumun diğer bir örneği; öğrencilerin kovalent bağa ilişkin anlamalarını araştıran ve onlardan kovalent bağ için verilen bilgilerden doğru olanını seçmesinin istendiği 3. soruda da görülmektedir. Bu soruya Tablo 4' ten görüldüğü gibi, Lise-1 öğrencilerinin %43' ü doğru cevap verirken, Lise-3 öğrencilerinin %46' sı doğru cevap vermiştir. Verilen bu örnekler, öğrencilerin anlamalarının öğrenim düzeyi ile arttığını gösteren test maddelerinin bir kısmını oluşturmaktadır. Testteki diğer sorulara da her iki öğrenim düzeyinde verilen doğru cevap sayıları, bazı istisnalar dışında genellikle öğrenim düzeyi ile artmaktadır. Benzer artışlar mülakatta öğrencilerin benzer konularla ilgili anlamaları araştıran sorulara verilen cevaplarda da görülmektedir. Mülakatlarda öğrencilerin bağlanma ilgili genel anlamalarının araştırıldığı 1. ana soruya ve onun alt sorularına her iki sınıf düzeyinde anlama kategorisinde cevap veren öğrencilerin sayılarına (Tablo 5, 6, 7, 8) ve yine mülakatlarda öğrencilerin kovalent bağ ile ilgili anlamalarının araştırıldığı 3. ana soruya ve onun alt sorularına her iki sınıf düzeyinde anlama kategorisinde cevap veren öğrencilerin sayılarına (Tablo 12, 13, 14, 15) bakıldığında öğrenim düzeyi ile anlama kategorisinde cevap veren öğrencilerin sayısındaki artış açıkça görülmektedir. Ayrıca bu sorular için öğrencilerin verdikleri açıklamalara bakıldığında (sayfa 72-80, sayfa 90-98) Lise-3 düzeyindeki öğrencilerin verdikleri açıklamaların Lise-1 düzeyindeki öğrencilerin verdikleri açıklamalara kıyasla daha kapsamlı olduğu ve araştırılan konulara dair daha ileri anlamalara sahip oldukları kolaylıkla anlaşılmaktadır. Yukarıdaki örneklerde de olduğu gibi, öğrenim seviyesi arttıkça gerek teste gerekse mülakattaki sorulara doğru cevap veren öğrenci sayılarının ve bu cevapları verirken kullandıkları açıklamaların içeriğinin daha ileri anlamalar gerektiren ifadeleri içermesi durumu birkaç soru maddesi dışında diğer tüm sorularda görülmektedir. Bu verilerden yararlanarak yaş arttıkça öğrencilerde kavramların gelişiminin düzenli olarak arttığı söylenebilir. Bu sonuç kavram gelişimini araştıran benzer çalışmalarda [18]'da ortaya çıkartılmıştır.

Seviyeler arasında kavram gelişimi ile ilgili yukarıda verilen düzenli artışlar, testteki birkaç soruda görülmemektedir (Tablo 4). Öğrenim düzeyi ile öğrencilerin sahip

oldukları anlamaların artmadığı bu sorular testteki 2, 4, 7, 15 ve 16. sorulardır. Bu soruları doğru cevaplayan öğrencilerin yüzdeleri iki farklı öğrenim düzeyi arasında karşılaştırıldığında Lise-1 düzeyindeki öğrencilerin daha fazla doğru cevaplama yüzdelerine sahip oldukları görülmektedir. Ancak bunlardan özellikle 2. ve 7. sorularda iki öğrenim düzeyi öğrencilerinin doğru cevaplama yüzdeleri arasında belirgin bir fark olduğu görülmektedir. Örneğin testteki 2. soruyu doğru cevaplayan her iki farklı düzeydeki öğrencilerin yüzdelerine Tablo 4’ ten bakıldığında, Lise-1 için %61 iken Lise-3 için %54 olduğu görülmektedir. Testin 7. sorusunda da benzer durum söz konusudur. Bu soruyu doğru cevaplayan öğrenci yüzdeleri Lise-1 için %46 iken Lise-3 için %38 olarak belirlenmiştir. Artan öğrenim düzeyi ile bu düzeylerdeki öğrencilerin doğru cevap verme yüzdelerinin artışına ters sonuçlar veren diğer üç soruda ise Tablo 4’ ten görüldüğü gibi (Sayfa 53) doğru cevap veren öğrenci yüzdeleri arasında birkaç puan azalma olduğu görülmektedir. Mülakatlarda seviyeler arasındaki düzenli artışların bozulması durumuna rastlanmamıştır (Tablo 5-36). Testteki bazı sorularda, öğrenim düzeyinin artmasına rağmen doğru cevap veren öğrenci sayılarının azalması ve kavram yanlışlarına sahip olan öğrencilerin artması, geliştirilen testin ölçmek istediği konunun Lise-1 düzeyinde 2. dönemin en son konusu olması ve gerek Lise-1 öğrencilerine ve gerekse Lise-3 öğrencilerine 2001-2002 öğretim yılının ikinci döneminin sonlarında uygulanması nedeniyle olabilir. Çünkü testin uygulandığı bu zaman dilimi Üniversite Seçme Sınavı’ndan yaklaşık bir ay öncesine rastlamaktadır. Sınav heyecanının olduğu ve sınava hazırlanma telaşı içerisinde olan Lise-3 öğrencilerinin bu nedenle teste karşı olan motivasyonları az olmuş olabilir. Bazı sorularda görülen öğrenim düzeyi ile doğru cevap veren öğrenci yüzdeleri arasında oluşan bu zıtlığın bu nedenlerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca bazı sorularda öğrenim düzeyinin artmasına rağmen kavram yanlışına sahip öğrencilerin sayısının artması sonucu, *“kavram yanlışlarının sürekli olduğunu ve değişime karşı direnç gösterdiğini”* ifade eden Pardo ve Partoles [48], Abraham ve diğ. [66] ve Barker [68]’ in sonuçlarıyla da uyuşmaktadır.

Bu bölümde bulunan tüm alt başlıklar altında yapılan tartışma ve yorumlar dikkate alındığında çalışmada tespit edilen kavram yanlışlarının; literatürde rastlanan ve literatürde rastlanmayan kavram yanlışları olmak üzere iki kategoride toplandığı görülmektedir. Bu nedenle Tablo 39 ve Tablo 40’ da öğrencilerin “kimyasal bağlar” konusundaki kavramlarla ilgili sahip oldukları yanlışlar ayrı olarak verilmiştir.

Tablo 39. Çalışmada tespit edilen ve literatürde rastlanan kavram yanlışları

• Bağlanma esnasında bir elektron bağ yapan iki atom arasında bölünür. • Bağlanma esnasında iki atomun elektronları birleşirler ve bu şekilde iki atom birbirine bağlanır.
• NaCl (tuz) bir tek sodyum ve bir tek klor atomundan oluşan basit yapılı bir moleküldür. • İyonik bağda elektronlar iki atom arasında eşit paylaşılmıştır. • İyonik bağ ametal atomları arasında meydana gelir.
• Kovalent bağda elektronlar bir atomdan diğerine transfer edilir. • Kovalent bağ, metallerle ametaller arasında gerçekleşir. • Kovalent bağda elektronlar iki atom arasında bölünürler. • İki atomun elektronları birbiri ile bütünleşerek kovalent bağ yaparlar ve böylece atomlar bir arada dururlar. • Polar kovalent bağda elektronlar her iki atoma eşit uzaklıktadır. • Tüm kovalent bağlarda elektron çifti iki atom arasında merkezde yerleşir. • Grafitte karbon atomlarından bazıları bağ yapmaz. Grafitin elektriği iletmesinin sebebi bağ yapmayan serbest haldeki bu karbon atomlarıdır. • Grafit birbiri üzerinde kayabilen karbon atomları tabakasına sahiptir ve birbiri üzerinde kayabilen bu tabakalar sayesinde elektriği iletir.
• Su molekülünde atomlar arasındaki bağ hidrojen bağıdır. • Hidrojen bağları kimyasal bağlar arasında en kuvvetli bağıdır.
• Su molekülleri doğrusal bir yapıya sahiptir. • Hal değişimi esnasında moleküllerin şekli ve bağ uzunlukları değişir. • Sıcaklıkla moleküllerin şekli ve bağ uzunlukları değişir. • Basınçla moleküllerin şekli ve bağ uzunlukları değişir.
• Moleküller arasında herhangi bir etkileşim yada kuvvet yoktur. • Moleküller arası kuvvetler molekül içerisindeki atomlar arasındaki bağlardır.
• Atom ve moleküller canlıdır.

Tablo 40. Çalışmada tespit edilen ve literatürde rastlanmayan kavram yanlışları

• Bağlanma esnasında elektronlar kaybolur. • İki atomun bağlanması; her atomun çekirdeğinde var olan (+) yüklü protonlar ve sahip oldukları (-) yüklü elektronların çekimi sayesinde gerçekleşir. • Kimyasal bağ; atomlar arasında elektron alışverişi esnasında veya elektron ortaklaşması esnasında ortaya çıkan enerjidir. Bu enerji iki atomun bir arada durmasını sağlar. • İki atomu bir arada tutan kuvvet, atomların birbirine karşı olan istekleridir. Bağlanma birbirine olan ihtiyaçları yüzünden oluşur.
• İyonik bileşikler genellikle sıvı yada gaz halde bulunurlar. • İyonik bağ metal atomları arasında elektron alışverişi sayesinde gerçekleşir. • İyonik bağ sadece alkali metallerle halojenler arasında gerçekleşir.
• Kovalent bağ metal atomları arasında gerçekleşir.
• Metalik bağ metal atomları arasında elektron alışverişi sayesinde gerçekleşir. • Metalik bağ metal atomları arasında elektron ortaklaşması sayesinde gerçekleşir.
• Hidrojen bağı, kovalent bağın bir türüdür. • Hidrojen bağı, hidrojen atomu ile diğer ametaller arasında elektron ortaklaşması sayesinde gerçekleşir.
• Van der Waals kuvvetleri H_2, O_2, Cl_2 gibi apolar moleküllerde atomlar arasında bulunur. • Van der Waals kuvvetleri yalnızca soy gaz atomları arasında bulunur. • Van der Waals bağlarının kuvveti molekülün büyüklüğüne bağlı ancak molekülün şekline bağlı değildir.
• Dipol-dipol etkileşimini içeren moleküllerin erime ve kaynama noktaları genellikle düşüktür. • Dipol-dipol kuvvetleri He, Ar, Ne gibi simetrik elektron dağılımına sahip soy gaz atomlarının bir anlık simetrilerinin bozulması durumunda oluşan kutupluluğun etrafındaki atomları da etkilemesiyle oluşan moleküller arası zayıf çekim kuvvetidir. • Dipol-dipol kuvvetleri van der Waals kuvvetlerinden daha zayıftır.
• Bir molekülün şeklini bağ yapan atomların sayısı belirler. Eğer bir atoma bağlı iki atom varsa molekül doğrusal, üç atom bağlıysa molekül üçgen düzlem biçimindedir.

5. SONUÇLAR

Ortaöğretimin iki farklı seviyesinde öğrenim gören Lise-1 ve Lise-3 öğrencilerinin “Kimyasal Bağlar” konusu içerisindeki kavramları anlama düzeylerinin belirlenmesiyle ilgili yapılan bu çalışmadan elde edilen bulgular ve yapılan yorumlara dayanılarak aşağıdaki sonuçlar çıkartılmıştır.

1. Öğrenim seviyesi arttıkça “Kimyasal Bağlar” konusu içerisindeki kavramların öğrencilerdeki gelişiminin düzenli bir şekilde arttığı belirlenmiştir. İleri öğrenim seviyesindeki Lise-3 öğrencileri, sorulan sorulara doğru cevap vermede ve bu konuyla ilgili kavramları açıklamada Lise-1 seviyesindeki öğrencilere göre daha başarılıdır. Öğrenim düzeyi arttıkça öğrencilerin verdikleri açıklamalar içerisinde yer alan ifadelerde, bu kavramlarla ilgili daha ileri anlama gerektiren bilgilerin yer aldığı ortaya çıkmıştır. Her iki seviyedeki öğrencilerin testten aldıkları puanlara uygulanan t-testi de iki seviyedeki öğrencilerin anlama düzeyleri arasında Lise-3 öğrencilerinin lehine anlamlı bir fark olduğu sonucunu vermiştir. Fakat her iki seviyedeki öğrencilerin de bu konu içerisindeki kavramlara ilişkin anlamalarının zayıf olduğu ortaya çıktığından bu kavramlara ilişkin anlamalarının daha da geliştirilmesi gerekmektedir.

2. Öğrenciler sahip oldukları bilgileri, yeni karşılaştıkları durumlara uyarlamakta zorluk çekmektedirler. Öğrenciler genellikle sahip oldukları yeterli olmayan ön bilgilerini yeni karşılaştıkları durumları açıklamada kullanırken, bu bilgileri yanlış yorumlamakta ve bu nedenle bazı yanlışlara sahip olmaktadır. Öğrencilerin gerek çoktan seçmeli teste verdikleri cevaplar ve gerekse mülakatta sorulan sorulara verdikleri açıklamalar, sahip oldukları önceki bilgileri üzerinden yeni fikirler ürettiklerini ve bunları yanlış yorumlayarak bazı yanlış anlamalara sahip olduklarını gösteren ifade örneklerini içermektedir.

3. Çoktan seçmeli teste verilen öğrenci cevaplarından elde edilen bulgulara bağlı olarak bu kavramlarla ilgili öğrencilerin birçok yanlışlara düştükleri belirlenmiştir. Fakat bu yanlışların bir kısmına mülakat çalışmalarında rastlanılmamıştır. Buradan anlama düzeyleri ve kavram yanlışları alanında araştırma yapılırken yalnızca test tekniğinin değil, öğrenci bilgilerinin derinlemesine elde edildiği, mülakat metodunun da kullanılması ve bu

iki metottan elde edilen verilerin birbirleriyle karşılaştırılmak suretiyle yargılara varılması gerektiği sonucu çıkartılabilir.

4. Gerek testteki sorulara verilen cevaplar ve gerekse mülakatta öğrencilerin yaptıkları açıklamalar bağlanma kavramı ile öğrencilerin yüzeysel anlamalar gösterdiklerini ortaya çıkarmıştır. Öğrencilerin bazılarının, kimyasal bağlanmanın ne anlama geldiğini açıklamada başarısız oldukları ve bağlanma kavramı ile ilgili genel yanlış anlamalara sahip oldukları ortaya çıkmıştır. “Bağlanma” kavramı ile ilgili hem bu çalışmada ortaya çıkan hem de literatürde var olan öğrenci yanlış anlamaları şunlardır:

- Bağlanma esnasında bir elektron bağ yapan iki atom arasında bölünür [28], [31].
- Bağlanma esnasında iki atomun elektronları birleşirler ve bu şekilde iki atom birbirine bağlanır [26].

Bu çalışmada ayrıca “bağlanma” kavramına ilişkin literatürde bahsedilmeyen yanlışlar da ortaya çıkmıştır. Bunlar:

- Bağlanma esnasında elektronlar kaybolur.
- İki atomun bağlanması; her atomun çekirdeğinde var olan (+) yüklü protonlar ve sahip oldukları (-) yüklü elektronların çekimi sayesinde gerçekleşir.
- Kimyasal bağ; atomlar arasında elektron alışverişi esnasında veya elektron ortaklaşması esnasında ortaya çıkan enerjidir. Bu enerji iki atomun bir arada durmasını sağlar.
- İki atomu bir arada tutan kuvvet, atomların birbirine karşı olan istekleridir. Bağlanma birbirine olan ihtiyaçları yüzünden oluşur.

5. Öğrencilerin birçoğu kimyasal bağ konusu içerisindeki kavramları açıklarken canlılara has olan ve yalnızca onların sahip olabileceği nitelikleri atom ve moleküller için kullanmaktadırlar. Buradan öğrencilerin atom ve molekülleri canlı olarak düşündükleri sonucu çıkarılabilir. Ancak öğrencilerin kullandıkları bu tür ifadelerin içeriğine bakıldığında bu yanlış anlamanın; öğretmenlerin dersi anlatırken öğrencilerine daha iyi açıklama yapabileceklerini düşünerek kullandıkları ifadelerden kaynaklandığı düşüncesi daha ağır basmaktadır.

6. Her iki düzeydeki öğrenciler de atom ile element, atom ile molekül ve molekül ile bileşik kavramlarını birbirinden ayırt etmekte güçlük çekmekte ve verdikleri

ifadelerinde bu kavramları birbirinin yerine kullanmaktadırlar. Buradan öğrencilerin bu kavramları zihinlerinde tam yapılandıramadıkları ve birbiri ile karıştırdıkları sonucu çıkartılabilir.

7. Öğrenciler iyonik bağın yapısı, hangi tür atomlar arasında nasıl gerçekleştiği ve iyonik bileşiklerin yapıları hakkında yüzeysel anlamalara ve bazı yanlış anlamalara sahiptirler. Öğrencilerin iyonik bağ ile ilgili sahip oldukları hem bu çalışmada ortaya çıkan hem de literatürde var olan bazı yanlış anlamalar şunlardır:

- NaCl (tuz) bir tek sodyum ve bir tek klor atomundan oluşan basit yapılı bir moleküldür [35], [43], [67], [79].
- İyonik bağda elektronlar iki atom arasında eşit paylaşılmıştır [26], [28], [67], [79].
- İyonik bağ ametal atomları arasında meydana gelir [26], [28], [67], [79].

Bu çalışmada ayrıca iyonik bağ ile ilgili literatürde bahsedilmeyen yanlışlar da ortaya çıkmıştır. Bunlar:

- İyonik bileşikler genellikle sıvı yada gaz halde bulunurlar.
- İyonik bağ metal atomları arasında elektron alışverişi sayesinde gerçekleşir.
- İyonik bağ sadece alkali metallerle halojenler arasında gerçekleşir.

8. Öğrenciler kovalent bağın yapısı, hangi tür atomlar arasında nasıl gerçekleştiği ve kovalent bileşiklerin yapıları hakkında yüzeysel anlamalara ve bazı yanlış anlamalara sahiptirler. Öğrencilerin kovalent bağ ile ilgili sahip oldukları hem bu çalışmada ortaya çıkan hem de literatürde var olan bazı yanlış anlamalar şunlardır:

- Kovalent bağda elektronlar bir atomdan diğerine transfer edilir [40].
- Kovalent bağ, metallerle ametaller arasında gerçekleşir [26], [67], [79].
- Kovalent bağda elektronlar iki atom arasında bölünürler [31].
- İki atomun elektronları birbiri ile bütünleşerek kovalent bağ yaparlar ve böylece atomlar bir arada dururlar [26].
- Polar kovalent bağda elektronlar her iki atoma eşit uzaklıktadır [26].
- Tüm kovalent bağlarda elektron çifti iki atom arasında merkezde yerleşir [35], [43].

- Grafitte karbon atomlarından bazıları bağ yapmaz. Grafitin elektriği iletmesinin sebebi bağ yapmayan serbest haldeki bu karbon atomlarıdır [67].
- Grafit birbiri üzerinde kayabilen karbon atomları tabakasına sahiptir ve birbiri üzerinde kayabilen bu tabakalar sayesinde elektriği iletir [67].

Bu çalışmada ayrıca kovalent bağ ile ilgili literatürde bahsedilmeyen bir yanlış daha ortaya çıkmıştır. Bu yanlış:

- Kovalent bağ metal atomları arasında gerçekleşir.
şeklindedir.

9. Her iki seviyedeki öğrenciler metalik bağın yapısı, hangi tür atomlar arasında nasıl gerçekleştiği hakkında zayıf anlamalara sahiptirler. Sahip oldukları bilgilerin ve anlamaların yetersiz olması nedeniyle de öğrencilerin bir çoğu metalik bağla ilgili bazı yanlış anlamalara sahiptir. Öğrencilerin metalik bağ ile ilgili sahip oldukları bu yanlış anlamalar yalnızca bu çalışmada tespit edilmiştir. Belirlenen bu yanlışlar aşağıda verilmiştir:

- Metalik bağ metal atomları arasında elektron alışverişi sayesinde gerçekleşir.
- Metalik bağ metal atomları arasında elektron ortaklaşması sayesinde gerçekleşir.

10. Gerek testteki sorulara verilen cevaplar ve gerekse mülakatta öğrencilerin yaptıkları açıklamalar öğrencilerin moleküller arası kuvvetlerle ilgili yüzeysel anlamalar gösterdiklerini ve zayıf anlamalara sahip olduklarını ortaya çıkarmıştır. Öğrencilerin bazılarının moleküller arası kuvvetlerin sadece isimlerini bildiği, kimler arasında ve nasıl meydana geldiklerine dair oldukça az bilgiye sahip oldukları ortaya çıkmıştır. Ayrıca öğrencilerin genel olarak moleküller arası kuvvetlerle ilgili yanlış anlamalara sahip oldukları da ortaya çıkmıştır. Öğrencilerin moleküller arası kuvvetlerle ilgili sahip oldukları genel yanlışlar şunlardır:

- Moleküller arasında herhangi bir etkileşim yada kuvvet yoktur.
- Moleküller arası kuvvetler molekül içerisindeki atomlar arasındaki bağlardır.

11. Öğrencilerin bir çoğu hidrojen bağlarının moleküller arası bir kuvvet değil, molekül içi kimyasal bir bağ olduğu yanlışına sahiptir. Öğrencilerin hidrojen bağlarına dair bunun haricinde daha birçok yanlış anlamaya sahip oldukları ortaya çıkmıştır.

Öğrenciler arasında hidrojen bağlarına ilişkin yaygın olarak sahip olunan ve hem bu çalışmada hem de literatürde tespit edilen yanlışlar şunlardır:

- Su molekülünde atomlar arasındaki bağ hidrojen bağıdır [35], [43], [67].
- Hidrojen bağları kimyasal bağlar arasında en kuvvetli bağıdır [26].

Bu çalışmada ayrıca hidrojen bağları ile ilgili literatürde bahsedilmeyen iki yanlış daha ortaya çıkmıştır. Bu yanlışlar şunlardır:

- Hidrojen bağı, kovalent bağın bir türüdür.
- Hidrojen bağı, hidrojen atomu ile diğer ametaller arasında elektron ortaklaşması sayesinde gerçekleşir.

12. Her iki veri toplama aracından elde edilen bulgular öğrencilerin van der Waals kuvvetlerinin kimler arasında ve nasıl meydana geldiğine dair zayıf anlamalara sahip oldukları sonucunu ortaya çıkartmıştır. Öğrencilerin bir çoğu van der Waals kuvvetlerinin molekül içi kimyasal bağlardan biri olduğu ve kovalent bağın bir türü olduğu yanlışına sahiptirler. Öğrencilerin van der Waals kuvvetlerine dair yaygın olarak sahip oldukları belirlenen aşağıdaki yanlış anlamalar yalnızca bu çalışmada tespit edilmiştir. Öğrencilerde belirlenen bu yanlışlar şunlardır:

- Van der Waals kuvvetleri H_2 , O_2 , Cl_2 gibi apolar moleküllerde atomlar arasında bulunur.
- Van der Waals kuvvetleri yalnızca soy gaz atomları arasında bulunur.
- Van der Waals bağlarının kuvveti molekülün büyüklüğüne bağlı ancak molekülün şekline bağlı değildir.

13. Öğrenciler dipol-dipol kuvvetleri hakkında oldukça az bilgiye ve zayıf anlamalara sahiptir. Her iki seviyedeki öğrencilerin büyük bir çoğunluğu özellikle mülakatlarda dipol-dipol kuvvetleri ile ilgili sorulara yüzeysel cevaplar vermişlerdir. Buradan onların dipol- dipol kuvvetleri ile ilgili anlamalarının zayıf olduğu sonucu çıkartılabilir. Ayrıca öğrenciler dipol-dipol kuvvetlerine dair bazı yanlış anlamalara da sahiptirler. Öğrencilerin dipol-dipol kuvvetleri ile ilgili yaygın olarak sahip oldukları belirlenen aşağıdaki yanlış anlamalar yalnızca bu çalışmada tespit edilmiştir. Öğrencilerde belirlenen bu yanlışlar şunlardır:

- Dipol-dipol etkileşimini içeren moleküllerin erime ve kaynama noktaları genellikle düşüktür.
- Dipol-dipol kuvvetleri He, Ar, Ne gibi simetrik elektron dağılımına sahip soy gaz atomlarının bir anlık simetrilerinin bozulması durumunda oluşan kutupluluğun etrafındaki atomları da etkilemesiyle oluşan moleküller arası zayıf çekim kuvvetidir.
- Dipol-dipol kuvvetleri van der Waals kuvvetlerinden daha zayıftır.

14. Gerek öğrencilerin testte yer alan molekül şekli ve bağ yapıları ile ilgili sorulara verdikleri cevaplar ve gerekse bu konuyla ilgili mülakatlarda verdikleri açıklamalar öğrencilerin molekül şekilleri ve bağ yapıları ile ilgili bazı yanlış anlamalara sahip olduklarını ortaya çıkarmıştır. Öğrencilerin molekül şekilleri ve bağ yapıları ile ilgili sahip oldukları hem bu çalışmada tespit edilen hem de literatürde rastlanan yanlışlar şunlardır:

- Su molekülleri doğrusal bir yapıya sahiptir [34].
- Hal değişimi esnasında moleküllerin şekli ve bağ uzunlukları değişir [24], [34].
- Sıcaklıkla moleküllerin şekli ve bağ uzunlukları değişir [34].
- Basınçla moleküllerin şekli ve bağ uzunlukları değişir [34].

Bu çalışmada ayrıca molekül şekilleri ile ilgili literatürde bahsedilmeyen bir yanlış daha ortaya çıkmıştır. Bu yanlış:

- Bir molekülün şeklini bağ yapan atomların sayısı belirler. Eğer bir atoma bağlı iki atom varsa molekül doğrusal, üç atom bağlıysa molekül üçgen düzlem biçimindedir.

şeklindedir.

15. Öğrencilerin mikroskobik dünya ile ilgili zihinlerinde canlandırma yapabilme becerileri oldukça yetersizdir. Öğrenciler gerek kimyasal bağ türlerinin oluşumu ve gerekse moleküller arası kuvvetlerin mikroskobik boyuttaki oluşumlarına dair açıklamalar getirememektedirler. Moleküller arası kuvvetlerin olmadığını ifade eden öğrenciler ve bağ türlerinin atomlar arasında oluşumlarına açıklama getiremeyen öğrenciler bu duruma işaret eden örneklerdir.

6. ÖNERİLER

Ortaöğretimin iki farklı seviyesinde öğrenim gören öğrencilerin “Kimyasal Bağlar” konusu içerisindeki kavramları anlama düzeylerini belirlemek amacıyla yapılan bu çalışmadan elde edilen sonuçlara dayanılarak aşağıdaki öneriler yapılabilir.

1. Öğrencilerin birçok soyut kavramı içeren “Kimyasal Bağlar” konusunu anlamakta güçlük çektikleri açıktır. Bu nedenle öğretmenler, bu konunun içerisindeki soyut kavramların öğretimi esnasında bu soyut kavramların, model yada simülasyonlarla öğrenci için somut hale gelmesini sağlamalı ve ayrıca bunu yaparken de mikroskobik ve makroskobik dünyalar arasındaki geçişleri iyi vurgulamalıdır. Bu şekilde öğrencilerin bağlanmaların mikroskobik dünyalarına dair canlandırmalarının gelişimi ve daha az yanlış anlamalara sahip olmaları sağlanabilir.

2. Bu çalışmada kullanılan çoktan seçmeli test seçilen konuyla ilgili literatürde daha önce öğrencilerin sahip oldukları belirlenen kavram yanlışları derlenerek oluşturulmuştur. Ayrıca testte kimyasal bağlar konusundaki farklı kavramlar için ayrı ayrı birçok soru yer almaktadır. Öğretmenler bu testi değiştirmeden yada kendi sınıflarına göre yeniden düzenleyerek öğrencilerinde var olan kavram yanlışlarını ortaya çıkarabilir ve sınıfta kullandıkları öğretim yöntemlerini ve öğrenme yaşantılarını bunların sonuçlarına göre yeniden düzenleyebilir ve şekil verebilirler.

3. Her iki öğrenim düzeyindeki öğrencilerin çoğunluğu kimyasal bağlar konusu içerisindeki kavramlara dair yüzeysel anlamalara sahiptirler. Ayrıca bazı yanlışların öğrenim düzeyi ile azalmadığı ve değişmeye dirençli olduğu görülmektedir. Bu eğitim yapımızdaki ezberciliğin bir sonucu olabilir. Bu nedenle öğrencilere kimyasal bağ konusunun verilmesi esnasında onların kavramsal düzeyde anlamalarını kolaylaştıracak öğretim stratejileri kullanılmalıdır. Kavram ağları, kavram haritaları, anlam çözümleme tabloları gibi kavramların ve kavramlar arası ilişkilerin etkili olarak verilmesini sağlayan yöntemlere öğretim sürecinde yer verilmesi öğrencilerin bu temel kavramları anlamalarına ve zihinlerinde tam olarak yapılandırmalarına yardımcı olabilir.

4. Öğrenciler genellikle atom ve moleküllerin canlı olduklarına inanmakta ve bu nedenle de onları canlılara has olan sıfatlarla nitelemektedirler. Öğretmenlerin bu konunun

öğretilmesi esnasında kullandıkları ifade ve cümleleri seçerken özen göstermeleri, öğrencilerde yanlış anlamalara neden olabilecek ifade ve benzetmeleri kullanmamaları ve kullandıkları benzetmelerin aslında birer benzetme olduğunu ve gerçek olmadığını sınıfta vurgulamaları öğrencilerin sahip oldukları bu yanlışların oluşmamasında etkili olabilir.

5. Öğrencilerin bu konu hakkında birçok kavram yanlışlığına ve zayıf anlamalara sahip oldukları sonucuna dayalı olarak bu kavram yanlışlıklarını düzeltici etkinlikleri içeren ve bu kavramları etkili bir biçimde öğrenciye kavratmayı amaçlayan rehber materyaller geliştirilmesinin faydalı olabileceği düşünülmektedir. Konu içerisindeki kavramlar, bu kavramlarla ilgili yanlışları giderici farklı yaklaşımlarla hazırlanan materyaller yardımıyla, öğrenciye daha etkili bir şekilde verilebilir.

6. Öğrencilerin kavramlarla ilgili öğrendikleri bilgileri yeni durumlara uygulayabilmelerini sağlamak amacıyla günlük hayatta karşılaşılan örnekler verilerek dersler işlenmeli yada öğrencilerin öğrendikleri bilgilerini uygulamaya yönelik onlara ev ödevi ve proje çalışmaları verilmelidir.

7. Kimyasal bağlar konusu içerisindeki kavramlarla ilgili öğrencilerin sahip oldukları belirlenen yanlışlardan branş öğretmenlerini haberdar etmek ve onları, kendi öğrencilerinde var olan yanlışları ortaya çıkarmada ve bu yanlışları gidermede izlemeleri gereken stratejiler hakkında bilgilendirmek amacıyla bu konuda hizmet içi kursları ve seminerler düzenlenmelidir. Bu şekilde bilinçlendirilen ve öğrencilerin yanlışlara sahip olabileceklerini bilen öğretmenler bu yanlışları dikkate alarak bu konu içerisindeki kavramların öğretimi sürecini daha etkili planlayabilirler.

8. Bu çalışmada da ortaya çıktığı gibi öğrenciler fen bilimlerindeki kavram ve teorileri öğrenirken genellikle yanlış anlamalara sahip olmaktadır. Bu nedenle geleceğin öğretmenleri olan öğretmen adaylarının da bu konuda bilgilendirilmesi gerekir. Bu amaçla öğretmen adaylarının lisans programları içerisine kavram yanlışları, bunların ortaya çıkarılması ve bunların düzeltilmesi için kullanılması gereken yöntemleri kapsayan bir ders konulmalıdır.

9. Testte ortaya çıkan bazı yanlışların mülakatlarda ortaya çıkmadığı dikkate alınırsa, anlama seviyeleri ve kavram yanlışlarıyla ilgili çalışma yapan araştırmacıların öğrencilerin sahip oldukları yanlışları ortaya çıkarmada, yalnızca test metodunu değil öğrenci görüşlerinin derinlemesine elde edildiği mülakat metoduna da kullanmaları daha

faydalı olacaktır. Böyle bir uygulama ile araştırmacıların, çalışmalarında daha verimli ve güvenilir sonuçlar almaları mümkün olacaktır.

10. Ders kitaplarında iyonik ve kovalent bağların haricindeki diğer bağ türleri ve moleküller arası kuvvetler “Diğer Bağ Çeşitleri” başlığı altında bir bütün olarak verilmekte ve bu, öğrencilerin molekül içi bağları ve moleküller arası kuvvetleri birbirine karıştırmalarına sebep olmaktadır. Ders kitaplarını hazırlayan kişiler veya komisyonlar bunları dikkate almalı ve bu tür öğrencilerde yanlış anlamaya neden olabilecek ifadeler kullanmamalıdır.

11. Bir araştırmacı öğrencilerin seçilen bir konu ile ilgili anlama düzeyleri ve sahip oldukları yanlışlara ilişkin yaptığı çalışmasında yada bir öğretmen öğrencilerini değerlendirmede test metodunu kullanacaksa, test maddelerinde yer alan soruların cevap seçenekleri arasında daha önceki çalışmalarda öğrencilerin sahip oldukları yanlışların yer alması öğrencilerin anlamaları hakkında daha ayrıntılı bilgi edinilmesini sağlayacaktır.

6.1. Araştırmacının Deneyimleri ve Diğer Araştırmacılara Öneriler

1. Bu çalışmada kullanılan testte ve mülakatlarda yer alan soru maddelerinin fazla olması; sorulardan sıkılma, testte bazı soruların boş bırakılması gibi olumsuzluklara neden olmuştur. Bu durum, araştırmanın bazı alanlarında sağlıklı veriler elde edilmesini engellemiştir. Anlama seviyeleri ile ilgili çalışma yapacak araştırmacılar, hazırlayacakları testlerde yada mülakatlarda mümkün olduğunca az ancak ölçmek istedikleri davranışları ölçebilecekleri yeterli soru maddesine yer vermelidirler.

2. Bu çalışma, seçilen konu itibariyle eğitim-öğretim yılı 2. döneminin sonlarına doğru yürütülmüştür. Dolayısıyla müfredat programını yetiştirmeye çalışan öğretmenler ve üniversite giriş sınavına hazırlanan Lise-3 öğrencileri çalışmaya verimli olarak katılamamıştır. Özellikle Lise-3 öğrencilerinin çoğu son zamanlarda derslere girmemektedir. Bu olumsuzluklar çalışmanın yürütülmesinde bazı aksamalara neden olmuştur. Buradan yola çıkarak araştırmacılara, çalışacakları konuyu seçerken o konunun müfredattaki işlenme zamanını da dikkate almaları önerilebilir. Ayrıca araştırmacı testin uygulama zamanını, rehber öğretmen ve ders öğretmeni ile görüşerek önceden belirlemelidir.

3. Bu çalışma, önceden araştırma yapılan okullarda çalışan öğretmenlerin yardımı ile bu okullarda öğrenim gören öğrenciler üzerinde yapılmıştır. Ancak yine de hem öğretmenlerin testi öğrencilerine uygulatmak istemedikleri hem de öğrencilerin araştırmada kullanılan teste karşı ilgilerinin az olduğu gözlenmiş ve bu durum testin uygulanmasında bazı sorunları beraberinde getirmiştir. Bu olumsuzlukların öğretmenlere eğitim araştırmaları hakkında bilgiler verilmesi ve öğretmenlerin bunlar ile ilgili öğrencilerini bilgilendirmeleri sağlanarak giderilebileceğine inanılmaktadır.



7. KAYNAKLAR

1. Ayas, A., Coştu, B., Çalık, M., Ünal, S., Karataş, F.Ö., Öğretmen Adaylarının Çözelti Hazırlama ve Laboratuvar Malzemelerini Kullanma Yeterliliklerinin Belirlenmesi, XV. Ulusal Kimya Kongresi, Eylül 2001, Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul.
2. Kurbanoglu, S., Akkoyunlu, B., Öğrencilere Bilgi Okur Yazarlığı Becerilerinin Kazandırılması Üzerine Bir Çalışma, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, Sayı:21, (2001) 81-88.
3. Ayas, A., Lise-I Kimya Öğrencilerinin Maddenin Tanecikli Yapısı Kavramını Anlama Seviyelerine İlişkin Bir Çalışma, II. Ulusal Fen Bilimleri Sempozyumu, 1995, ODTÜ Ankara.
4. Ayas, A., Karataş, F.Ö., Ünal, S., Çalık, M., Gazlar Konusuyla İlgili Bilgisayar Destekli Öğretim Yazılımlarının Yeterliliklerinin Araştırılması, Yeni Binyılın Başında Fen Bilgisi Eğitimi Sempozyumu, Eylül 2001, Maltepe Üniversitesi, İstanbul.
5. Münire, E., Öğretmenlik Mesleğine Giriş, Alkım Yayınları, İstanbul, 1998.
6. Ayas, A., Çepni, S., Akdeniz, A.R., Development of the Turkish Secondary Science Curriculum, Science Education, 77, 4, (1993) 433-440.
7. Küçükahmet, L., Öğretim İlke ve Yöntemleri, Alkım Yayınları, Ankara, 1998.
8. Ayas, A., Çepni, S., Johnson, D., Turgut, M.F., Kimya Öğretimi, YÖK/Dünya Bankası Milli Eğitimi Geliştirme Projesi Hizmet Öncesi Öğretmen Eğitimi, Ankara, 1997.
9. Pode, J.S.F. CBA and CHEMS: An Appreciation, Journal of Chemical Education, 43, (1966) 98-103.
10. Ayas, A., Karamustafaoğlu, S., Cerrah, L., Karamustafaoğlu, O., Fen Bilimlerinde Öğrencilerdeki Kavram Anlama Seviyelerini ve Yanılgılarını Belirleme Yöntemleri Üzerine Bir İnceleme, X. Ulusal Eğitim Bilimleri Kongresi, 2001, AİBÜ, Bolu.
11. Çepni, S., Araştırma ve Proje Çalışmalarına Giriş, Erol Ofset Matbaacılık, Trabzon, 2001.

12. Azar, A., Üniversite Öğrencilerinin Elektrik Konusundaki Kavram Yanılgılarının Analizi, Yeni Binyılın Başında Fen Bilgisi Eğitimi Sempozyumu, Eylül 2001, Maltepe Üniversitesi, İstanbul.
13. Driver, R., Erickson, G., Theories in Action: Some Theoretical and Empirical Issues in The Study of Students, Conceptual Frameworks in Science, Studies in Science Education, 10, (1983) 37-60.
14. Beydoğan, H. Ö., Çocuklarda Kavram Öğrenme Ve Kavram Öğretme, Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Yayını, Erzurum, 1998.
15. Çepni, S., Keleş, E., Ayvacı, H.Ş., Fizik Ders Kitaplarını Değerlendirme Ölçeği, IV. Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu, Eylül 2000, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
16. Colletta, A.T., Chiappetta, E.L., Science Instruction in the Middle and Secondary Schools, Second Edition, Merril Publishing Company, Toronto, Canada, 1989.
17. Üstüner, I.Ş., Sancar, M., Lise Öğrencilerinin Fizik Kavramlarını Anlama Düzeyleri ve Tutumlarını Etkileyen Faktörlerin Değerlendirilmesi, D.E.Ü. Buca Eğitim Fak. Dergisi, Özel Sayı, (1999) 339-347.
18. Bar, V., Travis, A.S., Children's Views Concerning Phase Changes, Journal of Research in Science Teaching, 28, (1991) 363-382.
19. Posner, G.J., Strike, K.A., Hewson, P.W., Gertzog, W.A., Accommodation of a Scientific Conception: Toward a Theory of Conceptual Change, Science Education, 66, (1982) 211-227.
20. Osborne, R., Freyberg, P., Learning in Science the Implications of Children's Science, Published by Heinemann Education, 1996.
21. Nakhleh, M.B., Why Some Students Don't Learn Chemistry, Journal of Chemical Education, 69, 3, (1992) 191-196.
22. Kabapınar, F., Ortaöğretim Öğrencilerinin Çözünürlük Kavramına İlişkin Yanılgılarını Besleyen Düşünce Birimleri, Yeni Bin Yılın Başında Türkiye' de Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu, Eylül 2001, Maltepe Üniversitesi, İstanbul.

23. Çepni, S., Bayraktar, Ş., Yeşilyurt, M., Coştu, B., İlköğretim 7. Sınıf Öğrencilerinin Hal Değişimi Kavramının Anlaşılma Seviyelerinin Tespiti, Yeni Binyılın Başında Fen Bilgisi Eğitimi Sempozyumu, Eylül 2001, Maltepe Üniversitesi, İstanbul.
24. Treagust, D.F., Development and Use of Diagnostic Tests to Evaluate Students' Misconceptions in Science, International Journal of Science Education, 10, 2, (1988) 159-169.
25. Ayas, A., Coştu, B., Lise-I Öğrencilerinin Buharlaşıma, Yoğunlaşma ve Kaynama Kavramlarını Anlama Seviyeleri, Yeni Binyılın Başında Fen Bilgisi Eğitimi Sempozyumu, Eylül 2001, Maltepe Üniversitesi, İstanbul.
26. Nicoll, G. A., Report of Undergraduates' Bonding Misconception, International Journal of Science Education, 23, 7, (2001) 707-730.
27. Marek, E.A., They Misunderstand, But They'll Pass, The Science Teacher, 53, 9 (1986) 32-35.
28. Boo, H. K., Students' Understanding of Chemical Bonding and Energetics of Chemical Reactions, Journal of Research in Science Teaching, 35, 5, (1998) 569-581.
29. Fensham, P., Development and Dilemmas in Science Education, First Published, The Falmer Press, 1988.
30. Osborne, R.J., Wittrock, M.C., Learning Science: A Generative Process, Science Education, 67, 4, (1983) 489-508.
31. Eshach, H., Garik, P., Students' Conceptions About Atoms And Atom-Bonding, NARST, 2001.
32. Çalık, M., Ayas, A., Öğrencilerin Bazı Kimya Kavramlarını Anlama Seviyelerinin Karşılaştırılması, 2000'li Yıllarda I. Öğrenme ve Öğretme Sempozyumu, Mayıs 2002, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
33. Gorodetsky, M., Gussarsky, E., Misconceptualization of the Chemical Equilibrium Concept as Revealed by Different Evaluation Methods, Europeon Journal of Science Education, 8, 4, (1986) 427-441.

34. Griffiths, A.K., Preston, K.R., Grade-12 Students' Misconceptions Relating to Fundamental Characteristics of Atoms and Molecules, Journal of Research in Science Teaching, 29, 6, (1999) 2611-628.
35. Peterson, R.F., Treagust, D.F., Garnett, P., Development And Application of A Diagnostic Instrument To Evaluate Grade-11 And Grade-12 Students' Concepts of Covalent Bonding And Structure Following A Course of Instruction, Journal of Research in Science Teaching, 26, 4, (1989) 301-314.
36. Bilgin, İ., Geban, Ö., Benzeşim (Analoji) Yöntemi Kullanarak Lise 2. Sınıf Öğrencilerinin Kimyasal Denge Konusundaki Kavram Yanılgılarının Giderilmesi, Yeni Binyılın Başında Fen Bilgisi Eğitimi Sempozyumu, Eylül 2001, Maltepe Üniversitesi, İstanbul.
37. Ayas, A., Demirbaş, A., Turkish Secondary Students' Conception of Introductory Chemistry Concepts, Journal of Chemical Education, 74, 5, (1997), 518-521.
38. Çepni, S., Lise Fizik I Ders Kitabında Öğrencilerin Anlamakta Zorluk Çektikleri Anahtar Kavramların Tespiti, Çukurova Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, Cilt 2, Sayı 15, (1997) 86-96.
39. Zoller, U., Students' Misunderstandings and Misconceptions in College Freshman Chemistry (General and Organic), Journal of Research in Science Teaching, 27, 10, (1990) 1053-1065.
40. Coll, R. K., Treagust, D. F., Learners' Use of Analogy and Alternative Conceptions for Chemical Bonding, Australian Science Teachers Journal, 48, 1, (2001) 24-32.
41. Yin, R.K., Case Study Research Design and Methods, Second edition, Applied Social Research Methods Series, SAGE Publications, 1994.
42. Hand, B., Treagust, D.F., Student Achievement and Science Curriculum Development Using a Constructive Framework, School Science and Mathematics, 91, 4, (1991) 172-176.
43. Peterson, R.F., Treagust, D.F., Grade-12 Students' Misconceptions of Covalent Bonding and Structure, Journal of Chemical Education, 66, 6, (1989) 459-460.
44. Hesse, J.J., Anderson, C.W., Students' Conceptions of Chemical Change, Journal of Research in Science Teaching, 29, 3, (1992) 277-299.

45. Banerjee, A.C., Misconceptions of Students and Teachers in Chemical Equilibrium, International Journal of Science Education, 13, 4, (1991) 487-494.
46. Yıldırım, A., Kimyasal Denge Konusundaki Kavramların Lise II Öğrencilerince Anlaşılma Düzeyi ve Karşılaşılan Yanılgılar, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 2000.
47. Yıldırım, A., Demircioğlu, G., Özmen, H. ve Ayas, A., Kimyasal Denge Konusunun Öğrenciler Tarafından Anlaşılma Düzeyi ve Karşılaşılan Yanılgılar, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi, IV. Fen Bilimleri Eğitimi Kongresi, Eylül 2000, Ankara, Bildiri Kitabı, 427-432.
48. Pardo, J.Q., Partoles, J.J.S., Students and Teachers Misapplication of Le Chatelier's Principle: Implications for the Teaching of Chemical Equilibrium, Journal of Research in Science Teaching, 32, 9, (1995) 939-957.
49. Ebenezer, J.V., Fraser, M.D., First Year Chemical Engineering Students' Conception of Energy in Solution Processes: Phenomenographic Categories for Common Knowledge Construction, Science Education, 85, (2001) 509 – 535.
50. Ebenezer, J.V., Erickson, L.G., Chemistry Students' Conception of Solubility: A Phenomenography, Science Education, 80, 2, (1996) 181-201.
51. Smith, K.J., Metz, P.A., Evaluating Student Understanding of Solution Chemistry through Microscopic Representations, Journal of Chemical Education, 73, 3, (1996) 233-235.
52. Hand, B., Student Understandings of Acids and Bases: A Two Year Study, Research in Science Education, 19, (1989) 133-144.
53. Ayas, A., Özmen H., Asit-Baz Kavramlarının Güncel Olaylarla Bütünleştirilme Seviyesi: Bir Örnek Olay Çalışması, III. Ulusal Fen Bilimleri Sempozyumu, Eylül 1998, KTÜ, Trabzon.
54. Demircioğlu, G., Özmen, H. ve Ayas, A., Kimya Öğretmen Adaylarının Asitler ve Bazlarla İlgili Yanlış Anlamalarının Belirlenmesi, Yeni Binyılın Başında Fen Bilgisi Eğitimi Sempozyumu, Eylül 2001, Maltepe Üniversitesi, İstanbul.

55. Garnett, P.J., Treagust, D.F., Conceptual Difficulties Experienced by Senior High School Students of Chemistry: Electrochemical (Galvanic) and Electrolytic Cells, Journal of Research in Science Teaching, 29, 10, (1992) 1079-1099.
56. Staver, R.J., Lumpe, A.T., Two Investigations of Students' Understanding of The Mole Concept and Its Use in Problem Solving, Journal of Research in Science Teaching, 32, 2, (1995) 177-193.
57. Özmen, H., Demircioğlu, G., Ayas, A., Lise 2 Öğrencilerinin Mol Kavramı ve Kimyasal Hesaplamalarla İlgili Anlama Seviyeleri ve Problem Çözme Yeterliklerinin Belirlenmesine Yönelik Bir Çalışma, ODTÜ Eğitim Fakültesi V. Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, 16-18 Eylül 2002, Ankara.
58. Case, M.J., Fraser, M.D., An Investigation into Chemical Engineering Students' Understanding of the Mole and the Use of Concrete Activities to Promote Conceptual Change, International Journal of Science Education, 21, 12, (1999) 1237-1249.
59. Mak, S.Y., Young, K., Misconception in Teaching of Heat, School Science Review, (1987) 464-470.
60. Osborne, R.J., Cosgrove, M.M., Children's Conceptions of the Changes of State of Water, Journal of Research in Science Teaching, 20, 9, (1983) 825-838.
61. Ayas, A., Özmen, H., Coştu, B., Lise Öğrencilerinin Buharlaşma Kavramı İle İlgili Anlamalarının Belirlenmesi, DEÜ Buca Eğitim Fakültesi Dergisi, 14, (2002), 74-84
62. Özmen, H., Ayas, A., Coştu, B., Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Maddenin Tanecikli Yapısı Hakkındaki Anlama Seviyelerinin ve Yanılgılarının Belirlenmesi, Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri, 2, 2, (2002) 507-529.
63. Haidar, A.H., Abraham, M.R., A Comparison of Applied and Theoretical Knowledge of Concept Based on the Particulate Nature of Matter, Journal of Research in Science Teaching, 28, 10, (1991) 919-938.
64. Renström, L., Andersson, B., Marton, F., Students' Conceptions of Matter, Journal of Educational Psychology, 82, 3, (1990) 555-569.
65. Abraham, M.R., Gryzybowski, E.B., Renner, J.W., Marek, A.E., Understanding and Misunderstanding of Eighth Graders of Five Chemistry Concepts Found in Textbooks, Journal of Research in Science Teaching, 29, (1992) 105-120.

66. Abraham, M.R., Williamson, V.M., Westbrook, S.L., A Cross-Age Study of the Understanding of Five Chemistry Concepts, Journal of Research in Science Teaching, 31, 2, (1994) 147-165.
67. Tan, K.D., Treagust, D.F., Evaluating Students' Understanding of Chemical Bonding, School Science Review, 81, 294, (1999) 75-84.
68. Barker, V., 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, (2000) 1171-1200.
69. Hapkievicz, A., Clarifying Chemical Bonding, The Teacher Science, 58, 3, (1991) 24-27.
70. Ünal, S., Özmen, H., Demircioğlu, G., Ayas, A., Lise Öğrencilerinin Kimyasal Bağlarla İlgili Anlama Düzeylerinin ve Yanılgılarının Belirlenmesine Yönelik Bir Çalışma, ODTÜ Eğitim Fakültesi V. Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, 16-18 Eylül 2002, Ankara.
71. Niaz, M., A Rational Reconstruction of The Origin of The Covalent Bond and Its Implications For General Chemistry Textbooks, International Journal of Science Education, 23, 6, (2001) 623-644.
72. Ward, R.C., Herron, J.D., Helping Students Understand Formal Chemical Concepts, Journal of Research in Science Teaching, 17, 5, (1980) 387 – 400.
73. Akdeniz, A.R., Bektaş, U., Yiğit, N., İlköğretim 8. Sınıf Öğrencilerinin Temel Fizik Kavramlarını Anlama Seviyeleri, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 19, 2000, 5-14.
74. Ayas, A., A Study of Teachers' and Students' View of the Upper Secondary Curriculum and Students' Understanding of Introductory Chemistry Concepts in the East Black-Sea Region of Turkey, Doctoral Dissertation, University of Southampton, U.K., 1993.
75. Bodner, G.M., Constructivism: A Theory of Knowledge, Journal of Chemical Education, 63, (1986) 873-877.

76. Schoon, J.K., Boone, J.W., Self – Efficacy and Alternative Conceptions of Science of Preservice Elementary Teachers, Science Education, (1998), 82, 553-568.
77. Hengriques, L., Children's Misconceptions About Weather: A Review of The Literature, Paper presented at the annual meeting of the National Association of Research in Science Teaching, April 2000, New Orleans, L.A.
78. Özmen, H., Kimyasal Reaksiyonlar Ünitesindeki Kavramların Öğretimine Yönelik Rehber Materyal Geliştirilmesi ve Uygulanması, Yayınlanmamış Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 2002.
79. Taber, K.S., Student Understanding of Ionic Bonding: Molecular Versus Electrostatic Framework, School Science Review, 78, 285, (1997) 85-95.
80. Coll, R. K., Treagust, D. F., Learners' Mental Models of Chemical Bonding, Research in Science Education, 31, (2001) 357-382.
81. Bell, J., Doing Your Research Project A guide for the First-Time Researchers in Education and Social Science, Open University Press, England, 1987.
82. Karasar, N., Bilimsel Araştırma Yöntemleri, 8. Basım, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, 1998.
83. Cohen, L., Manion, L., Research Methods in Education, Third Edition, Routledge Publications, New York, 1989.
84. Fidan, N., Erden, M., Eğitime Giriş, Alkım Yayınları, İstanbul, 1999.
85. Tekin, H., Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme, 9. Baskı, Yargı Yayınları, Ankara, 1996.
86. Turgut, M.F., Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme, 9. Baskı, Saydam Matbaacılık, Ankara, 1992.
87. Beydoğan, H.Ö., Okullarda Ölçme ve Değerlendirme, Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Yayınları, Yayın No. 72, Erzurum, 1998.
88. Özçelik, A. D., Test Hazırlama Kılavuzu, ÖSYM Eğitim Yayınları 5, Ankara, 1989

89. Milli Eğitim Bakanlığı Tebliğler Dergisi, Sayı: 2518, Sayfa: 1017-1070, 2000.
90. Milli Eğitim Bakanlığı Tebliğler Dergisi. Sayı: 2359, Sayfa: 309-311, 1992.
91. Uzuntiryaki, E., Geban, Ö., İlköğretim 8. Sınıf Çözelti Konusunun Öğretiminde Kavramsal Değişim Metinleri ve Kavram Haritalarının Kullanılması, III. Ulusal Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu, Eylül 1998, Trabzon, Bildiri Kitapçığı, Sayfa 149-152.
92. Abdullah, A., Scaife, J., Using Interviews to Assess Children's Understanding of Science Concepts, School Science Review, 78, 285, (1997) 79-84.
93. White, R.T., Gunstone, R.F, Probing Understanding, The Falmer Press, London, 1992.
94. Mintzes, J.J., Wandersee, J.H., Novak, J.D., Assessing Understanding in Biology, Journal of Biological Education, 35, 3, (2001) 118-125.
95. Coştu, B., Ortaöğretimin Farklı Seviyelerindeki Öğrencilerin Buharlaştırma Yoğunlaştırma ve Kaynama Kavramlarını Anlama Düzeylerine İlişkin Bir Çalışma, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 2002.
96. Martinez, N.M., Characteristics of the Methodology Used to Describe Students' Conceptions, International Journal of Science Education, 23, 7, (2001) 663-690.
97. Novak, J.D., Gowin, D.B., Learning How to Learn, Cambridge University Press, United States of America, 1998.
98. Mitchell, R.C, Gunstone, R., Some Students Conceptions Brought to the Study of Stoichiometry, Research in Science Education, 14, (1984) 78-88.
99. Posner, J.G, Gertzog, W.A, The Clinical Interview and The Measurement of Conceptual Change, Science Education, 66, 2, (1982) 195-209.
100. Coştu, B., Ayas, A., Cerrah, L., Öğrencilerin Fen Kavramlarını Anlama Seviyelerinin ve Yanılgılarının Belirlenmesinde Grup Mülakatların Önemi, 2000'li Yıllarda I. Öğrenme ve Öğretme Sempozyumu, Mayıs 2002, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
101. Sökmen, N., Bayram, H., Gürdal A., 8. ve 9. Sınıf Öğrencilerinin Fen Eğitiminde Yaşadığı Kavram Kargaşası, Milli Eğitim Dergisi, Sayı 146, (2000) 74-77.

8. EKLER

Ek 1. Ön Pilot Çalışmada Kullanılan Test

Sevgili Öğrenciler,

Aşağıda size verilen sorular Kimyasal Bağlar konusuyla ilgili bilgilerinizi ölçmek amacıyla hazırlanmıştır. Vereceğiniz cevaplar sadece bir araştırmada kullanılacak olup, size not vermek amacıyla kullanılmayacaktır. Ayrıca sonuçlar araştırmacı tarafından gizli tutulacaktır.

Soru 1. Bir kimyasal bağda en aktif rolü aşağıdaki parçacıklardan hangisi oynar?

- a) nötronlar
- b) değerlik elektronları
- c) elektronlar
- d) protonlar

Soru 2. İyonik bileşikler arasında çok güçlü moleküller arası kuvvetler bulunduğundan dolayı iyonik bileşikler oda sıcaklığında _____.

- a) katıdırlar
- b) sıvıdırlar
- c) gazdırlar
- d) birbirine kovalent bağlıdırlar

Soru 3. Bir kovalent bağdaki elektronlar için aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

- a) Elektronlar tamamen kaybolmuştur
- b) Elektronlar bir atomdan diğerine transfer edilmiştir
- c) Elektronlar iki atom arasında bölünmüşlerdir.
- d) Elektronlar atomlar arasında eşit paylaşılmıştır.

Soru 4: Bir iyonik bağdaki elektronlar için aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

- a) Elektronlar atomlar arasında eşit paylaşılmıştır.
- b) Elektronlar bir atomdan diğerine transfer edilmiştir
- c) Elektronlar tamamen kaybolmuştur.
- d) Elektronlar iki atom arasında bölünmüşlerdir

Soru 5. Kovalent bağlar periyodik genellikle tablodaki hangi elementler arasında oluşurlar?

- a) İki metal arsında
- b) Metaller ile soy gazlar arsında
- c) Ametal -ametal arsında
- d) Soy gazlar ile ametaller arsında

Soru 6: İyonik bağlar periyodik tablodaki hangi elementler arasında oluşurlar?

- a) Soy gazlar ile ametaller arsında
- b) Metaller ile ametaller arsında
- c) Metaller ile soy gazlar arsında
- d) Ametal -ametal arsında

Soru 7: Bir polar kovalent bağdaki elektronlar için aşağıdakilerden hangisi söylenebilir?

- a) Elektronlar her iki atoma eşit uzaklıktadır.
- b) Elektronlar iki atom arasında kaybolurlar.
- c) Elektronlar iki atomdan birine daha yakındır.
- d) Elektronlar bir atomdan diğerine transfer edilir.

Soru 8: Su molekülü içerisindeki atomlar arasında hangi tür bağ oluşur?

- a) Apolar kovalent bağ
- b) İyonik bağ
- c) Kovalent bağ
- d) Polar kovalent bağ

Soru 9. Bir atomun kimyasal olarak en kararlı olabilmesi için en dış enerji kabuğunda kaç elektrona sahip olması gerekir?

- a) 2
- b) 4
- c) 6
- d) 8

Ek 1' in devamı

Soru 10: Atomlardan biri elektron kaybettiği, diğeri ise kazandığı zaman iki atom arasında oluşan bağ aşağıdakilerden hangisidir?

- a) İyonik bağ
- b) Kovalent bağ
- c) Hidrojen bağı
- d) Metalik bağ

Soru 11: Kimyasal bağlar; atomlardan biri elektron kaybedip diğeri kazandığında yada elektronlar bağ yapan atomlar arasında _____ oluşur.

- a) bölündüğünde
- b) paylaşıldığında
- c) birbirleriyle bütünleştiklerinde
- d) kaybolduğunda

Soru 12: Aşağıdaki moleküllerin hangisinde hidrojen atomları birbirine göre uzayın mümkün olan en uzak konumunda yerleşmiş değildir?

- a) BH_3
- b) C_2H_2
- c) CH_4
- d) NH_3

Soru 13: ${}_8\text{X}$, ${}_{19}\text{Y}$, ${}_{10}\text{Z}$, ${}_{12}\text{E}$, ${}_{15}\text{G}$

Yukarıda bazı elementlerin atom numaraları verilmiştir. buna göre aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

- a) Z tabiatı tek atomlu halde bulunur.
- b) XY_2 moleküllerinde iki kovalent bağ vardır
- c) EY_2 bileşiğinin sudaki çözeltisi elektrik akımını iyi iletir.
- d) GY_3 bileşiğinde moleküller düzlem üçgen biçimindedir.

Soru 14: I. Moleküller arası bağlardan biri olan hidrojen bağları Van der Waals bağlarından daha sağlamdır.

II. Polar moleküller arası bağlar apolar moleküller arası bağlardan daha kuvvetlidir.

III. Herhangi bir maddeyi buharlaştırmak için gerekli enerji moleküller arası bağları koparmada kullanılır.

Bu bilgilere göre H_2O , HF , HCl , HI , CH_4 moleküllerinden kaynama noktası en yüksek ve en küçük olanlar hangileridir?

- a) H_2O , CH_4
- b) H_2O , HF
- c) HI , HF
- d) HI , CH_4
- e) HF , HCl

Soru 15: HF (Hidrojen Florür) molekülü için aşağıda verilen bilgilerin hangisi doğrudur? (H : 1, F : 9)

- a) Bağlanmaya katılmayan elektronlar bağ yapan yada paylaşılan elektronların pozisyonunu etkiler.
- b) Hidrojen ve flor bir kovalent bağ oluşturdıkları için elektron çifti merkezde yerleşir.
- c) Flor bağ yapan elektron çiftlerini daha güçlü çeker.
- d) Flor hidrojen atomundan daha büyük olduğu için paylaşılan elektron çiftleri üzerinde daha güçlü bir etkiye sahiptir.

Soru 16: Aşağıdakilerden hangisi Oktet kuralını tam olarak ifade eder ?

- a) Oktet kuralı bir atomun son elektron kabuğunda 8 elektrona sahip olmak için elektronları paylaşarak kovalent bağlar oluşturduğunu ifade eder.
- b) Oktet kuralı bağların sayısının dış kabuktaki elektronların sayısı ile eşit olduğunu ifade eder.
- c) Oktet kuralı bir molekülün şeklinin paylaşılan elektron çiftlerinin sayısına bağlı olduğunu ifade eder.
- d) Oktet kuralı bir molekülün şeklinin tetrahedral pozisyonda yerleşmiş 4 elektron çifti yüzünden olduğunu ifade eder.

Soru 17: Moleküller arası kuvvetlerle ilgili olarak aşağıda verilen ifadelerden hangisi doğrudur?

- a) Moleküller arası kuvvetler moleküller içerisindeki kuvvetlerdir.
- b) Bir madde hal değiştirirken moleküller içerisindeki kovalent bağlar kırılır.
- c) Bir maddenin molekülleri arasındaki kuvvetler ne kadar güçlü ise kaynama noktası o kadar düşük olur.
- d) Bir su molekülünde hidrojen ve oksijen atomlarını bir arada tutan kuvvetler hidrojen bağlarıdır.

Soru 18: Su molekülleri için aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

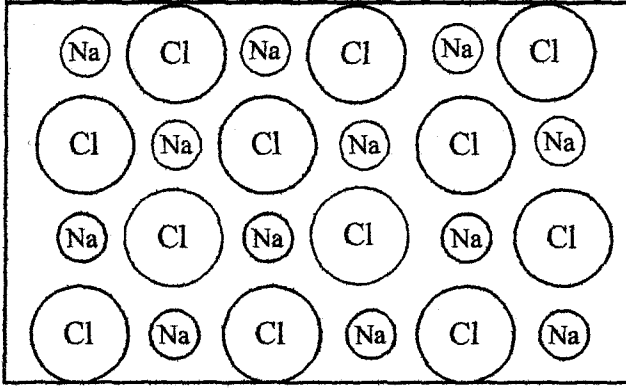
- a) Su moleküllerini bir arada tutan kuvvet kovalent bağdır.
- b) Su moleküllerinin şekli hal değiştirdiği zaman değişir.
- c) Su molekülleri açısıl bir yapıya sahiptir.
- d) Su moleküllerinin şekli sıcaklıkla değişir.

Soru 19: Metalik bağların oluşumu için aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

- a) Metal atomlarının aralarında elektron alış veriş ile olur.
- b) Metal atomlarının aralarında elektron ortaklaşmasıyla oluşur.
- c) Metal atomları çekirdeklerinin birbirlerinin elektronlarını çekmeleriyle oluşur.
- d) Metal atomları arasındaki van der Waals çekim kuvvetleriyle oluşur.

Ek 1' in devamı

Soru 20: Aşağıdaki diyagram iyonik bağlı bir madde olan NaCl de atomların dizilişini iki boyutlu olarak göstermektedir. Buna göre verilen bilgilerden hangileri doğrudur?



1. Diyagramda tam 12 sodyum klorür molekülü, başka bir deyişle tam 12 iyonik bağ vardır.
2. Diyagramda bir klor iyonu yalnızca bir sodyum iyonu tarafından bir (iyonik) bağla çekilir, diğer sodyum iyonları tarafından yapılan çekimler ise sadece moleküller arası kuvvetlerdir.
3. Diyagramda her bir sodyum iyonu birden fazla klor iyonuna iyonik bağla bağlı olduğu gibi benzer şekilde her bir klor iyonu da birden fazla sodyum iyonuna iyonik bağla bağlıdır.
4. Sodyum ve klor iyonları arasında bir bağ oluşmasının nedeni zıt yüklü olmalarıdır.
5. Bir iyonik bağın yerini hangi klor iyonunun hangi sodyum atomundan elektron aldığını bilmediğimiz sürece belirlemek imkansızdır.

a. 1, 2, 3 b. 2 ve 3 c. 4 ve 5 d. 3 ve 4

Soru 21. Dipol-Dipol etkileşimi için aşağıda verilen bilgilerden hangisi yada hangileri doğrudur?

- a. Dipol-Dipol etkileşimi içeren moleküllerin erime ve kaynama noktaları genellikle düşüktür.
- b. He, Ar, Ne gibi simetrik elektron dağılımına sahip soygaz atomlarının bir anlık simetrilerinin bozulması durumunda oluşan kutupluluğun etrafındaki atomları da etkilemesiyle oluşan moleküller arası zayıf çekim kuvvetidir.
- c. Dipol-Dipol etkileşimi Van der Waals kuvvetlerinden daha zayıftır.
- d. Atomları arasında kovalent bağ bulunan HCl, HF, NH₃ gibi kutuplu yapıya sahip moleküller arasındaki oluşan elektriksel çekim kuvvetleridir.

Soru 22: Aşağıdaki bağları kuvvetlerine göre büyükten küçüğe sıralayınız.

- | | | |
|----------------------------|----------------|----------------|
| I. kovalent bağ | | |
| II. iyonik bağ | a. IV,II,I,III | b. I,II,IV,III |
| III. van der Waals bağları | | |
| IV. hidrojen bağları | c. II,I,IV,III | d. II,I,III,IV |

Soru 23: Van der Waals bağları için aşağıda verilen bilgilerden hangisi yada hangileri doğrudur?

- a) Van der Waals bağları H₂, O₂, Cl₂ gibi kutupsuz (apolar) moleküllerde atomlar arasındaki bağlardır.
- b) CH₄ moleküllerini bir arada tutan kuvvet van der Waals kuvvetleridir.
- c) Van der Waals bağları yalnızca He, Ar, Ne gibi soygaz atomları arasında bulunur.
- d) Van der Waals bağlarının kuvveti molekülün büyüklüğüne bağlı ancak molekülün şekline bağlı değildir.

Soru 24: ${}_{12}X, {}_{16}Y, {}_{17}Z$ atomlarının aralarında oluşturdukları bileşik formülleri ve bileşikteki bağların türü için hangisi doğrudur?

- | | <u>bileşik formülü</u> | <u>bağ türü</u> |
|----|------------------------|-------------------|
| a) | XY | kutupsuz kovalent |
| b) | XZ ₂ | iyonik |
| c) | Z ₂ | metal bağı |
| d) | YZ ₂ | iyonik |

Soru 25: Elmas elektriği iletmediği halde grafit elektriği iletir. bunun sebebi aşağıdakilerden hangisi olabilir?

- a) Grafitte bir karbon atomunun valens elektronlarının yalnızca dörtte üçü bağlanmaya dahil olurken elmasta bir karbon atomunun tüm elektronları bağ yapar.
- b) Grafit elektriği iletir çünkü grafitte bazı karbon atomları delokalize haldedir ve bunlar elektriği iletirler.
- c) Grafitte karbon atomları birbirine sıkı bağlanmadığından atomlardan bazıları bağ yapmazlar ve molekül içerisinde serbest hareket ederler.
- d) Grafit elektriği iletir çünkü birbiri üzerinde kayabilen karbon atomları tabakalarına sahiptir.

Ek 2. Pilot Çalışmada Kullanılan Test

Sevgili Öğrenciler,

Aşağıda size verilen sorular Kimyasal Bağlar konusuyula ilgili bilgilerinizi ölçmek amacıyla hazırlanmıştır. Vereceğiniz cevaplar sadece bir araştırmada kullanılacak olup, size not vermek amacıyla kullanılmayacaktır. Ayrıca sonuçlar araştırmacı tarafından gizli tutulacaktır.

Soru 1. Bir kimyasal bağda en aktif rolü aşağıdaki parçacıklardan hangisi oynar?

- a) Her iki atomun nötronları
- b) Her iki atomun tüm elektronları
- c) Her iki atomun son kabuk elektronları
- d) Her iki atomun protonları

Soru 2. İyonik bileşikler arasında çok güçlü moleküller arası kuvvetler bulunduğundan dolayı iyonik bileşikler oda sıcaklığında _____.

- a) katıdırlar
- b) sıvıdırlar
- c) gazdırlar
- d) birbirine kovalent bağlıdırlar

Soru 3. Bir kovalent bağdaki elektronlar için aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

- a) Elektronlar iki atom arasında kaybolmuştur
- b) Elektronlar bir atomdan diğerine transfer edilmiştir
- c) Elektronlar iki atom arasında bölünmüşlerdir.
- d) Elektronlar iki atom arasında paylaşılmıştır.

Soru 4: Bir iyonik bağdaki elektronlar için aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

- a) Elektronlar atomlar arasında eşit paylaşılmıştır.
- b) Elektronlar bir atomdan diğerine transfer edilmiştir
- c) Elektronlar tamamen kaybolmuştur.
- d) Elektronlar iki atom arasında bölünmüşlerdir

Soru 5. Kovalent bağlar periyodik genellikle tablodaki hangi elementler arasında oluşurlar?

- a) İki metal arasında
- b) Metaller ile soy gazlar arasında
- c) Ametal -ametal arasında
- d) Soy gazlar ile ametaller arasında

Soru 6: İyonik bağlar periyodik tablodaki hangi elementler arasında oluşurlar?

- a) Soy gazlar ile ametaller arasında
- b) Metaller ile ametaller arasında
- c) Metaller ile soy gazlar arasında
- d) Ametal -ametal arasında

Soru 7: Bir polar kovalent bağdaki elektronlar için aşağıdakilerden hangisi söylenebilir?

- a) Elektronlar her iki atoma eşit uzaklıktadır.
- b) Elektronlar iki atom arasında kaybolurlar.
- c) Elektronlar iki atomdan birine daha yakındır.
- d) Elektronlar bir atomdan diğerine transfer edilir.

Soru 8: Su molekülü içerisindeki atomlar arasında hangi tür bağ oluşur?

- a) Apolar kovalent bağ
- b) İyonik bağ
- c) Hidrojen bağı
- d) Polar kovalent bağ

Soru 9. Bir atomun kimyasal olarak en kararlı olabilmesi için en dış enerji kabuğunda kaç elektrona sahip olması gerekir?

- a) 2
- b) 4
- c) 6
- d) 8

Ek 2' nin devamı

Soru 10: Atomlardan biri elektron kaybettiği, diğeri ise kazandığı zaman iki atom arasında oluşan bağ aşağıdakilerden hangisidir?

- a) İyonik bağ
- b) Kovalent bağ
- c) Hidrojen bağı
- d) Metalik bağ

Soru 11: Kimyasal bağlar; atomlardan biri elektron kaybedip diğeri kazandığında yada elektronlar bağ yapan atomlar arasında _____ oluşur.

- a) bölündüğünde
- b) paylaşıldığında
- c) birbirleriyle bütünleştiklerinde
- d) kaybolduğunda

Soru 12: Aşağıdaki moleküllerin hangisinde hidrojen atomları birbirine göre uzayın mümkün olan en uzak konumunda yerleşmiş değildir?

- a) BH_3
- b) C_2H_2
- c) CH_4
- d) NH_3

Soru 13: ${}_8X$, ${}_{19}Y$, ${}_{10}Z$, ${}_{12}E$, ${}_{15}G$

Yukarıda bazı elementlerin atom numaraları verilmiştir. buna göre aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

- a) Z tabiiatta tek atomlu halde bulunur.
- b) XY_2 moleküllerinde iki kovalent bağ vardır
- c) EY_2 bileşiğinin sudaki çözeltisi elektrik akımını iyi iletir.
- d) GY_3 bileşiğinde moleküller düzlem üçgen biçimindedir.

Soru 14: I. Moleküller arası bağlardan biri olan hidrojen bağları Van der Waals bağlarından daha sağlamdır.

II. Polar moleküller arası bağlar apolar moleküller arası bağlardan daha kuvvetlidir.

III. Herhangi bir maddeyi buharlaştırmak için gerekli enerji moleküller arası bağları koparmada kullanılır.

Bu bilgilere göre H_2O , HF , HCl , HI , CH_4 moleküllerinden kaynama noktası en yüksek ve en küçük olanlar hangileridir?

- a) H_2O , CH_4
- b) H_2O , HF
- c) HI , HF
- d) HI , CH_4
- e) HF , HCl

Soru 15: HF (Hidrojen Florür) molekülü için aşağıda verilen bilgilerin hangisi doğrudur? (H : 1, F : 9)

- a) Bağlanmaya katılmayan elektronlar bağ yapan yada paylaşılan elektronların pozisyonunu etkiler.
- b) Hidrojen ve flor bir kovalent bağ oluşturdıkları için elektron çifti merkezde yerleşir.
- c) Flor hidrojen atomundan daha elektronegatif olduğundan bağ elektronlarını kendine doğru çeker
- d) Flor hidrojen atomundan daha büyük olduğu için bağ elektronları üzerinde daha güçlü bir etkiye sahiptir.

Soru 16: Aşağıdakilerden hangisi Oktet kuralını tam olarak ifade eder ?

- a) Oktet kuralı bir atomun son elektron kabuğunda 8 elektrona sahip olmak için elektronları paylaşarak kovalent bağlar oluşturduğunu ifade eder.
- b) Oktet kuralı bir atomun yapabileceği bağların sayısının en dış kabuğundaki elektronların sayısı ile eşit olması gerektiğini ifade eder.
- c) Oktet kuralı bir molekülün şeklinin yalnızca bağ yapan elektron çiftlerinin sayısına bağlı olduğunu ifade eder.
- d) Oktet kuralı bir molekülün şeklinin yalnızca bağ yapmayan elektron çiftlerinin sayısına bağlı olduğunu ifade eder

Soru 17: Moleküller arası kuvvetlerle ilgili olarak aşağıda verilen ifadelerden hangisi doğrudur?

- a) Moleküller arası kuvvetler moleküller içerisindeki kuvvetlerdir.
- b) Bir madde hal değiştirirken moleküller içerisindeki kovalent bağlar kırılır.
- c) Bir maddenin molekülleri arasındaki kuvvetler ne kadar güçlü ise kaynama noktası o kadar yüksek olur.
- d) Bir su molekülünde hidrojen ve oksijen atomlarını bir arada tutan kuvvetler hidrojen bağlarıdır.

Soru 18: Su molekülleri için aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

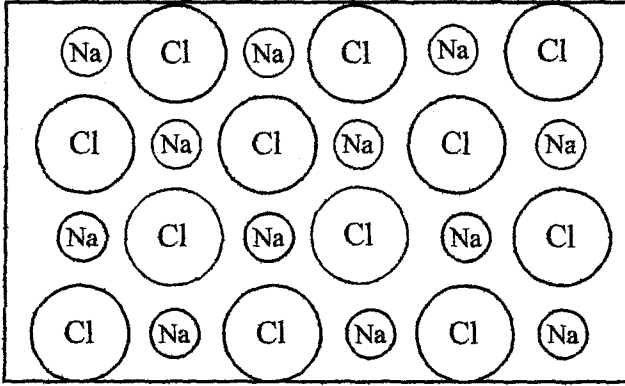
- a) Su moleküllerini bir arada tutan kuvvet kovalent bağıdır.
- b) Su moleküllerinin şekli hal değiştirdiği zaman değişir.
- c) Su molekülleri açısallı bir yapıya sahiptir.
- d) Su moleküllerinin şekli sıcaklıkla değişir.

Soru 19: Metalik bağların oluşumu için aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

- a) Metal atomlarının aralarında elektron alış verişini ile olur.
- b) Metal atomlarının aralarında elektron ortaklaşmasıyla oluşur.
- c) Metal atomları çekirdeklerinin birbirlerinin elektronlarını çekmeleriyle oluşur.
- d) Metal atomları arasındaki van der Waals çekim kuvvetleriyle oluşur.

Ek 2' nin devamı

Soru 20: Aşağıdaki diyagram iyonik bağlı bir madde olan NaCl de atomların dizilişini iki boyutlu olarak göstermektedir. Buna göre verilen bilgilerden hangileri doğrudur?



1. Diyagramda tam 12 sodyum klorür molekülü , başka bir deyişle tam 12 iyonik bağ vardır.
2. Diyagramda bir klor iyonu yalnızca bir sodyum iyonu tarafından bir (iyonik) bağla çekilir, diğer sodyum iyonları tarafından yapılan çekimler ise sadece moleküller arası kuvvetlerdir.
3. Diyagramda her bir sodyum iyonu birden fazla klor iyonuna iyonik bağla bağlı olduğu gibi benzer şekilde her bir klor iyonu da birden fazla sodyum iyonuna iyonik bağla bağlıdır.
4. Sodyum ve klor iyonları arasında bir bağ oluşmasının nedeni zıt yüklü olmalarıdır.
5. Bir iyonik bağın yerini hangi klor iyonunun hangi sodyum atomundan elektron aldığını bilmediğimiz sürece belirlemek imkansızdır.

a. 1, 2, 3 b. 2 ve 3 c. 4 ve 5 d. 3 ve 4

Soru 21. Dipol-Dipol etkileşimi için aşağıda verilen bilgilerden hangisi yada hangileri doğrudur?

- a. Dipol-Dipol etkileşimi içeren moleküllerin erime ve kaynama noktaları genellikle düşüktür.
- b. He, Ar, Ne gibi simetrik elektron dağılımına sahip soygaz atomlarının bir anlık simetriterinin bozulması durumunda oluşan kutupluluğun etrafındaki atomları da etkilemesiyle oluşan moleküller arası zayıf çekim kuvvetidir.
- c. Dipol-Dipol etkileşimi Van der Waals kuvvetlerinden daha zayıftır.
- d. Atomları arasında kovalent bağ bulunan HCl, HF, NH₃ gibi kutuplu yapıya sahip moleküller arasındaki oluşan elektriksel çekim kuvvetleridir.

Soru 22: aşağıdaki bağları kuvvetlerine göre büyükten küçüğe sıralayınız.

- | | | |
|----------------------------|----------------|----------------|
| I. kovalent bağ | | |
| II. iyonik bağ | a. IV,II,I,III | b. I,II,IV,III |
| III. van der Waals bağları | | |
| IV. hidrojen bağları | c. II,I,IV,III | d. II,I,III,IV |

Soru 23: Van der Waals bağları için aşağıda verilen bilgilerden hangisi yada hangileri doğrudur?

- a) Van der Waals bağları H₂, O₂, Cl₂ gibi kutupsuz (apolar) moleküllerde atomlar arasındaki bağlardır.
- b) CH₄ moleküllerini bir arada tutan kuvvet van der Waals kuvvetleridir.
- c) Van der Waals bağları yalnızca He, Ar, Ne gibi soygaz atomları arasında bulunur.
- d) Van der Waals bağlarının kuvveti molekülün büyüklüğüne bağlı ancak molekülün şekline bağlı değildir.

Soru 24: ${}_{12}X, {}_{16}Y, {}_{17}Z$ atomlarının aralarında oluşturdukları bileşik formülleri ve bileşikteki bağların türü için hangisi doğrudur?

- | bileşik formülü | bağ türü |
|--------------------|-----------------|
| a) XY | apolar kovalent |
| b) XZ ₂ | iyonik |
| c) Z ₂ | metal bağı |
| d) YZ ₂ | iyonik |

Soru 25: Elmas elektriği iletmediği halde grafit elektriği iletir. bunun sebebi aşağıdakilerden hangisi olabilir?

- a) Grafitte bir karbon atomunun valens elektronlarının yalnızca dörtte üçü bağlanmaya dahil olurken elmasta bir karbon atomunun tüm elektronları bağ yapar.
- b) Grafit elektriği iletir çünkü grafitte bazı karbon atomları delokalize haldedir ve bunlar elektriği iletirler.
- c) Grafitte karbon atomları birbirine sıkı bağlanmadığından atomlardan bazıları bağ yapmazlar ve molekül içerisinde serbest hareket ederler.
- d) Grafit elektriği iletir çünkü birbiri üzerinde kayabilen karbon atomları tabakalarına sahiptir.

Ek 3. Araştırmada Kullanılan Test

Sevgili Öğrenciler,

Aşağıda size verilen sorular Kimyasal Bağlar konusuyla ilgili bilgilerinizi ölçmek amacıyla hazırlanmıştır. Vereceğiniz cevaplar sadece bir araştırmada kullanılacak olup, size not vermek amacıyla kullanılmayacaktır. Ayrıca sonuçlar araştırmacı tarafından gizli tutulacaktır.

Soru 1. Bir kimyasal bağda en aktif rolü aşağıdaki parçacıklardan hangisi oynar?

- a) Her iki atomun nötronları
- b) Her iki atomun tüm elektronları
- c) Her iki atomun son kabuk elektronlar
- d) Her iki atomun protonları

Soru 2. İyonik bileşikler arasında çok güçlü moleküller arası kuvvetler bulunduğundan dolayı iyonik bileşikler oda sıcaklığında _____.

- a) katıdırlar
- b) sıvıdırlar
- c) gazdırlar
- d) birbirine kovalent bağlıdırlar

Soru 3. Bir kovalent bağdaki elektronlar için aşağıdakilerden hangisi **doğrudur**?

- a) Elektronlar iki atom arasında kaybolmuştur
- b) Elektronlar bir atomdan diğerine transfer edilmiştir
- c) Elektronlar iki atom arasında bölünmüşlerdir.
- d) Elektronlar iki atom arasında paylaşılmıştır.

Soru 4: Bir iyonik bağdaki elektronlar için aşağıdakilerden hangisi **doğrudur**?

- a) Elektronlar atomlar arasında eşit paylaşılmıştır.
- b) Elektronlar bir atomdan diğerine transfer edilmiştir
- c) Elektronlar tamamen kaybolmuştur.
- d) Elektronlar iki atom arasında bölünmüşlerdir

Soru 5. Kovalent bağlar periyodik genellekle tablodaki hangi elementler arasında oluşurlar?

- a) İki metal arasında
- b) Metaller ile ametaller soy arasında
- c) Ametal -ametal arasında
- d) Soy gazlar ile ametaller arasında

Soru 6: İyonik bağlar periyodik tablodaki hangi elementler arasında oluşurlar?

- a) Soy gazlar ile ametaller arasında
- b) Metaller ile ametaller arasında
- c) Metaller ile soy gazlar arasında
- d) Ametal -ametal arasında

Soru 7: Bir **polar kovalent bağdaki** elektronlar için aşağıdakilerden hangisi söylenebilir?

- a) Elektronlar her iki atoma eşit uzaklıktadır.
- b) Elektronlar iki atom arasında kaybolurlar.
- c) Elektronlar iki atomdan birine daha yakındır.
- d) Elektronlar bir atomdan diğerine transfer edilir.

Soru 8: Su molekülü içerisindeki atomlar arasında hangi tür bağ oluşur?

- a) Apolar kovalent bağ
- b) İyonik bağ
- c) Hidrojen bağı
- d) Polar kovalent bağ

Soru 9. Bir atomun kimyasal olarak en kararlı olabilmesi için en dış enerji kabuğunda kaç elektrona sahip olması gerekir?

- a) 2
- b) 4
- c) 6
- d) 8

Ek 3' ün devamı

Soru 10: Atomlardan biri elektron kaybettiği, diğeri ise kazandığı zaman iki atom arasında oluşan bağ aşağıdakilerden hangisidir?

- a) İyonik bağ
- b) Kovalent bağ
- c) Hidrojen bağı
- d) Metalik bağ

Soru 11: Kimyasal bağlar; atomlardan biri elektron kaybedip diğeri kazandığında yada elektronlar bağ yapan atomlar arasında _____ oluşur.

- a) bölündüğünde
- b) paylaşıldığında
- c) birbirleriyle bütünleştiklerinde
- d) kaybolduğunda

Soru 12: ${}_8X$, ${}_{19}Y$, ${}_{10}Z$, ${}_{12}E$, ${}_{15}G$

Yukarıda bazı elementlerin atom numaraları verilmiştir. buna göre aşağıdakilerden hangisi **yanlıştır**?

- a) Z tabiatta tek atomlu halde bulunur.
- b) XY_2 moleküllerinde iki kovalent bağ vardır
- c) EY_2 bileşiğinin sudaki çözeltisi elektrik akımını iyi iletir.
- d) GY_3 bileşiminde moleküller düzlem üçgen biçimindedir.

Soru 13: I. Moleküller arası bağlardan biri olan hidrojen bağları Van der Waals bağlarından daha sağlamdır.

II. Polar moleküller arası bağlar apolar moleküller arası bağlardan daha kuvvetlidir.

III. Herhangi bir maddeyi buharlaştırmak için gerekli enerji moleküller arası bağları koparmada kullanılır.

Bu bilgilere göre H_2O , HF , HCl , HI , CH_4 moleküllerinden kaynama noktası en yüksek ve en küçük olanlar hangileridir?

- a) H_2O , CH_4 b) H_2O , HF c) HI , HF d) HI , CH_4

Soru 14: HF (Hidrojen Florür) molekülü için aşağıda verilen bilgilerin hangisi **doğrudur**? ($H : 1$, $F : 9$)

- a) Bağlanmaya katılmayan elektronlar bağ yapan yada paylaşılan elektronların pozisyonunu etkiler.
- b) Hidrojen ve flor bir kovalent bağ oluşturdıkları için elektron çifti merkezde yerleşir.
- c) Flor hidrojen atomundan daha elektronegatif olduğundan bağ elektronlarını kendine doğru çeker
- d) Flor hidrojen atomundan daha büyük olduğu için bağ elektronları üzerinde daha güçlü bir etkiye sahiptir.

Soru 15: Aşağıdakilerden hangisi Oktet kuralını tam olarak ifade eder ?

- a) Oktet kuralı bir atomun son elektron kabuğunda 8 elektrona sahip olmak için elektronları paylaşarak kovalent bağlar oluşturduğunu ifade eder.
- b) Oktet kuralı bir atomun yapabileceği bağların sayısının en dış kabuğundaki elektronların sayısı ile eşit olması gerektiğini ifade eder.
- c) Oktet kuralı bir molekülün şeklinin yalnızca bağ yapan elektron çiftlerinin sayısına bağlı olduğunu ifade eder.
- d) Oktet kuralı bir molekülün şeklinin yalnızca bağ yapmayan elektron çiftlerinin sayısına bağlı olduğunu ifade eder.

Soru 16: Moleküller arası kuvvetlerle ilgili olarak aşağıda verilen ifadelerden hangisi **doğrudur**?

- a) Moleküller arası kuvvetler moleküller içerisindeki kuvvetlerdir.
- b) Bir madde hal değiştirirken moleküller içerisindeki kovalent bağlar kırılır.
- c) Bir maddenin molekülleri arasındaki kuvvetler ne kadar güçlü ise kaynama noktası o kadar yüksek olur.
- d) Bir su molekülünde hidrojen ve oksijen atomlarını bir arada tutan kuvvetler hidrojen bağlarıdır.

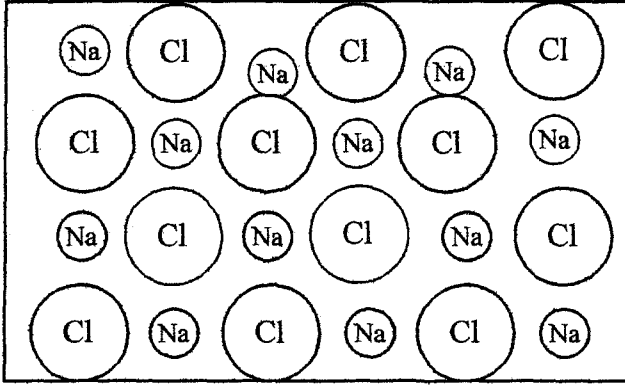
Soru 17: Su molekülleri için aşağıdakilerden hangisi **doğrudur**?

- a) Su molekülleri aşısal bir yapıya sahiptir
- b) Su moleküllerinin şekli sıcaklıkla değişir.
- c) Su molekülleri doğrusal bir yapıya sahiptir.
- d) Su molekülleri içerisinde bulundukları kabın şekline göre şekil değiştirir.

Soru 18: Metalik bağların oluşumu için aşağıdakilerden hangisi **doğrudur**?

- a) Metal atomlarının aralarında elektron alış veriş ile olur.
- b) Metal atomlarının aralarında elektron ortaklaşmasıyla oluşur.
- c) Metal atomları çekirdeklerinin birbirlerinin elektronlarını çekmeleriyle oluşur.
- d) Metal atomları arasındaki van der Waals çekim kuvvetleriyle oluşur.

Soru 19: Aşağıdaki diyagram iyonik bağlı bir madde olan NaCl de atomların dizilişini iki boyutlu olarak göstermektedir. Buna göre verilen bilgilerden hangileri **doğrudur**?



1. Diyagramda tam 12 sodyum klorür molekülü , başka bir deyişle tam 12 iyonik bağ vardır.
2. Diyagramda bir klor iyonu yalnızca bir sodyum iyonu tarafından bir (iyonik) bağla çekilir, diğer sodyum iyonları tarafından yapılan çekimler ise sadece moleküller arası kuvvetlerdir.
3. Diyagramda her bir sodyum iyonu birden fazla klor iyonuna iyonik bağla bağlı olduğu gibi benzer şekilde her bir klor iyonu da birden fazla sodyum iyonuna iyonik bağla bağlıdır.
4. Sodyum ve klor iyonları arasında bir bağ oluşmasının nedeni zıt yüklü olmalarıdır.
5. Bir iyonik bağın yerini hangi klor iyonunun hangi sodyum atomundan elektron aldığını bilmediğimiz sürece belirlemek imkansızdır.

a. 1, 2, 3 b. 2 ve 3 c. 4 ve 5 d. 3 ve 4

Soru 20. Dipol-Dipol etkileşimi için aşağıda verilen bilgilerden hangisi yada hangileri **doğrudur**?

- a. Dipol-Dipol etkileşimi içeren moleküllerin erime ve kaynama noktaları genellikle düşüktür.
- b. He, Ar, Ne gibi simetrik elektron dağılımına sahip soygaz atomlarının bir anlık simetrilerinin bozulması durumunda oluşan kutupluluğun etrafındaki atomları da etkilemesiyle oluşan moleküller arası zayıf çekim kuvvetidir.
- c. Dipol-Dipol etkileşimi Van der Waals kuvvetlerinden daha zayıftır.
- d. Atomları arasında kovalent bağ bulunan HCl, HF, NH₃ gibi kutuplu yapıya sahip moleküller arasındaki oluşan elektriksel çekim kuvvetleridir.

Soru 21: Aşağıdaki bağları kuvvetlerine göre **büyükten küçüğe** sıralayınız.

- | | | |
|----------------------------|----------------|----------------|
| I. Kovalent bağ | | |
| II. İyonik bağ | a. IV,II,I,III | b. I,II,IV,III |
| III. Van der Waals bağları | | |
| IV. Hidrojen bağları | c. II,I,IV,III | d. II,I,III,IV |

Soru 22: Van der Waals bağları için aşağıda verilen bilgilerden hangisi yada hangileri **doğrudur**?

- a) Van der Waals bağları H₂, O₂, Cl₂ gibi kutupsuz (apolar) moleküllerde atomlar arasındaki bağlardır.
- b) CH₄ moleküllerini bir arada tutan kuvvet van der Waals kuvvetleridir.
- c) Van der Waals bağları yalnızca He, Ar, Ne gibi soygaz atomları arasında bulunur.
- d) Van der Waals bağlarının kuvveti molekülün büyüklüğüne bağlı ancak molekülün şekline bağlı değildir.

Soru 23: ${}_{12}X, {}_{16}Y, {}_{17}Z$ atomlarının aralarında oluşturdukları bileşik formülleri ve bileşikteki bağların türü için hangisi **doğrudur**?

- | | Bileşik formülü | Bağ türü |
|----|-----------------|-----------------|
| a) | XY | Apolar kovalent |
| b) | XZ ₂ | İyonik |
| c) | Z ₂ | Metal bağı |
| d) | YZ ₂ | İyonik |

Soru 24: Elmas elektriği iletmediği halde grafit elektriği iletir. bunun sebebi aşağıdakilerden hangisi olabilir?

- a) Grafitte karbon atomları birbirine sıkı bağlanmadığından atomlardan bazıları bağ yapmazlar ve molekül içerisinde serbest hareket ederler.
- b) Grafit elektriği iletir çünkü grafitte bazı karbon atomları delokalize haldedir ve bunlar elektriği iletirler.
- c) Grafitte bir karbon atomunun valens elektronlarının yalnızca dörtte üçü bağlanmaya dahil olurken elmasta bir karbon atomunun tüm elektronları bağ yapar
- d) Grafit elektriği iletir çünkü birbiri üzerinde kayabilen karbon atomları tabakalarına sahiptir.

Ek 4. Mülakatın Pilot Çalışmasında Kullanılan Sorular

1. Kimyasal bağ deyince ne aklına geliyor?
 - Bu ifadelerini biraz daha açar mısın? Tam olarak kastettiğin şey nedir?
 - Atomlar neden kimyasal bağ yaparlar?
 - Tüm kimyasal bağlar aynı mıdır? Varsa farklılıklar nelerdir?
2. İyonik bağ deyince ne aklına geliyor?
 - İyonik bağ hangi tür atomlar arasında gerçekleşir?
 - İyonik bağ neden bu tür atomlar arasında oluşur?
 - İyonik bağ bu tür atomlar arasında nasıl gerçekleşir?
3. Kovalent bağ deyince ne aklına geliyor?
 - Kovalent bağ hangi tür atomlar arasında gerçekleşir?
 - Kovalent bağ neden bu tür atomlar arasında oluşur?
 - Kovalent bağ bu tür atomlar arasında nasıl gerçekleşir?
4. Metalik bağ deyince ne aklına geliyor?
 - Metalik bağ hangi tür atomlar arasında gerçekleşir?
 - Metalik bağ neden bu tür atomlar arasında oluşur?
 - Metalik bağ bu tür atomlar arasında nasıl gerçekleşir?
5. Hidrojen bağı deyince ne aklına geliyor?
 - Hidrojen bağı kimler arasında oluşur?
 - Hidrojen bağı bağ neden bunlar arasında oluşur?
 - Hidrojen bağı bunlar arasında nasıl oluşur?
6. Van der Waals kuvvetleri senin için ne anlam ifade ediyor?
 - Van der Waals kuvvetleri kimler arasında oluşur?
 - Van der Waals kuvvetleri neden bunlar arasında oluşur?
 - Van der Waals kuvvetleri bunlar arasında nasıl oluşur?
7. Suyun yapısını açıklar mısın?
 - Suyun formülünü yazar mısın?
 - Su molekülü içerisinde hangi bağ var?
 - Suyun molekül şeklini çizer misin? Neden molekülü bu şekilde çizdin?

Ek 4' ün devamı

- Çok sayıda su molekülünün bir arada olduğu bir bardak suyu düşün. Buna göre eğer bu su molekülünün yanında bir tane daha su molekülü olsaydı, bu iki su molekülü arasında herhangi bir etkileşim olur muydu? Açıklar mısın?

8. Tuzun yapısını açıklar mısın?

- Tuzun formülünü yazar mısın?
- Tuzu oluşturan atomlar arasında hangi bağ var?
- Tuzun molekül yapısını açıklar mısın? Tuzun bir molekül şekli var mı? Varsa nasıldır?

9. Öğrenciye üç farklı renkte oyun hamuru ve üç farklı uzunluktaki plastik çubuklar verilir.

- Bu oyun hamurlarını ve bu çubukları kullanarak su molekülünün bir modelini yapar mısın?
- Yaptığın bu modelin yapısı ve şekli su farklı hallerde iken de aynı mıdır?
- Hal değiştirdiğinde molekülün şeklinde yada bağlarda bir değişme olur mu?
- Sıcaklıkla molekülün şeklinde yada bağlarda bir değişme olur mu?
- Basınç ile molekülün şeklinde yada bağlarda bir değişme olur mu?

Ek 5. Mili Eğitim Müdürlüğünden Alınan İzin Belgesi

T.C.
TRABZON VALİLİĞİ
İl Milli Eğitim Müdürlüğü

SAYI : B.08.4.MEM.4.61.00.07.01.379/ 15032

KONU: Tez çalışması

05 HAZİRAN 2002

VALİLİK MAKAMINA

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Anabilim Dalı Yüksek lisans öğrencisi Suat ÜNAL'ın "Lise-1 ve Lise 3.sınıf Öğrencilerinin Kimyasal Bağlarla İlgili Kavramları Anlama Düzeyleri" konulu tez çalışmasını İlimiz merkez Affan Kitapçıoğlu Lisesi, Trabzon Lisesi ile Fatih Lisesi öğrencilerine uygulaması Karadeniz Teknik Üniversite Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğünün 27.05.2002 tarih ve 1075 sayılı yazılarıyla teklif edilmektedir.

Adı geçenin belirtilen konudaki tez çalışmasını İlimiz merkez Affan Kitapçıoğlu Lisesi, Trabzon lisesi ve Fatih Lisesi öğrencilerine uygulaması müdürlüğümüzce uygun görülmektedir.

Makamlarınızca da uygun görüldüğü takdirde olurlarınıza arz ederim.


Gopül ERTURAN
 Müdür a.
 Şube Müdürü

OLUR
 05./06/2002

~~Muzaffer TUNÇ~~
~~Vaî a.~~
~~Milli Eğitim Müdürü~~

ÖZGEÇMİŞ

11.12.1978 tarihinde Karabük’de doğdu. 1992 yılında Karabük Merkez Atatürk İlköğretim Okulu’nu ve 1995 yılında Karabük demir Çelik Lisesi’ni bitirdi. Aynı yıl K.T.Ü Fatih Eğitim Fakültesi Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Bölümü Kimya Öğretmenliği programına girdi. 1999 yılında bu programdan birincilikle mezun oldu. Aynı yıl K.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Bölümü Kimya Eğitimi Ana Bilim Dalında Yüksek Lisansa başladı.

2000 yılında K.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü’nde araştırma görevlisi olarak göreve başladı. Halen aynı kurumda araştırma görevlisi olarak görev yapmaktadır.



**İ.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**