

**T.C.  
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
OFMA KİMYA EĞİTİMİ ANABİLİM DALI**

**ÜNİVERSİTE KİMYA ÖĞRENCİLERİNİN MELEZLEŞME  
KONUSUNDAKİ KAVRAM YANILGILARININ BELİRLENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Hasene Esra POYRAZ**

**Tez Danışmanı: Doç. Dr. Canan NAKİBOĞLU**

**Mayıs, 2006**

T.C.  
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
OFMA KİMYA EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

ÜNİVERSİTE KİMYA ÖĞRENCİLERİNİN MELEZLEŞME KONUSUNDAKİ  
KAVRAM YANILGILARININ BELİRLENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hasene Esra POYRAZ

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Canan NAKİBOĞLU

Sınav Tarihi: 01.05.2006

Jüri Üyeleri: Prof. Dr. Mahir ALKAN

Doç. Dr. Canan NAKİBOĞLU (Danışman)

Yrd. Doç. Dr. Erol ASKER

Balıkesir, Mayıs 2006

Bu tez çalışması Balıkesir Üniversitesi Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir. Desteklerinden dolayı teşekkür ederiz.

## ÖZET

### ÜNİVERSİTE KİMYA ÖĞRENCİLERİNİN MELEZLEŞME KONUSUNDAKİ KAVRAM YANILGILARININ BELİRLENMESİ

Hasene Esra POYRAZ  
Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü  
OFMA Eğitim Bölümü  
Kimya Eğitimi Ana Bilim Dalı

(Yüksek Lisans Tezi / Tez Danışmanı: Doç. Dr. Canan NAKİBOĞLU)

Balıkesir, 2006

Bu çalışmanın amacı, üniversite öğrencilerinin melezleşme ve onunla ilgili kavramlara ait bazı kavram yanlışlarını belirlemektir. Birinci bölümünde iki açık uçlu, ikinci bölümünde çoktan seçmeli on sorudan oluşan bir kavram yanlışlığı teşhis testi geliştirilerek melezleşme konusunu görmüş 266 üniversite öğrencisine uygulanmıştır. Sonuçlar, öğrencilerin hem melezleşme ile ilgili bilgi eksikliğine hem de melezleşme ve ilgili kavramlara ait kavram yanlışlarına sahip olduğunu göstermiştir. Belirlenmiş bu kavram yanlışları ise melezleşme, bağlanma, elektronegatiflik ve orbital ve elektronlar ile ilgili olmak üzere dört başlık altında toplanmıştır. Her bir başlık altında kavram ile ilgili kavram yanlışları alt başlıklar altında verilmiştir. Sonuç olarak, açık uçlu ve çoktan seçmeli soruların cevaplarının analizinden yukarıda belirtilen alanlar ile ilgili önemli kavram yanlışları tanımlanmıştır.

Çalışmada, öğrencilerde melezleşme ile ilgili belirlenen bilgi eksikliğinin nedeni, üniversite öğrencileri için oldukça güç bir konu olan melezleşme konusunun ve ilgili kavramların soyut olması, açıklanmasında kullanılan valens bağ teorisinin tam olarak anlaşılammış olması ve konuyla ilgili ön bilgilerinde kavram yanlışlarının var olabileceği sonucuna ulaşılmıştır. Melezleşme, oktet kuralı, bağ, bağ enerjisi ve orbital ile ilgili olarak literatürde belirtilen kavram yanlışlığı sonuçlarına benzer sonuçlar elde edilirken, bunun yanında daha önceki çalışmalarda belirtilmeyen farklı kavram yanlışları da tespit edilmiştir. Çalışmanın sonunda bu kavram yanlışlarının nedenleri ve giderilmesi konusunda bazı önerilere yer verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Melezleşme, Atom, Orbital, Kavram Yanlışlığı.

## **ABSTRACT**

### **DIAGNOSIS OF UNIVERSITY CHEMISTRY STUDENTS' MISCONCEPTIONS ABOUT HYBRIDIZATION**

Hasene Esra POYRAZ  
Balıkesir University, Institute of Science  
Chemistry Education Department

(Master of Science Thesis / Supervisor: Associated Prof. Dr. Canan NAKIBOGLU)

Balıkesir , 2006

The aim of this study is to identify the university chemistry students' misconceptions about hybridization and some other concepts related to it. After a misconception diagnosis test consisting of two open-ended type of questions in the first section and of ten multiple-choice type of questions in the second section being developed, it was given to 266 university chemistry students to whom the topic of hybridization had already been taught. The results showed that the students had both lack of knowledge regarding hybridization and some misconceptions related to hybridization and the concepts concerning it. These misconceptions determined have been classified under the titles as hybridization, bonding, electronegativity and orbital and electrons. Under each title, the misconceptions related to the concepts have been given as sub-titles. In conclusion, having analyzed the responses of open-ended and multiple-choice type questions, some important misconceptions related to the topics aforementioned have been identified.

In this study, it has been reached to the conclusion that the reason why the students were determined to have lack of knowledge related to hybridization is that the topic of hybridization which is a difficult one for university students and the concepts regarding it are very abstract, valence bonding theory used in explaining 'hybridization' has not yet been comprehended properly, and the students may have some misconceptions in their prerequisites related to that topic. In spite of the fact that some similar results which resembles the misconception results related to hybridization, octet rule, bonding, bonding energy, orbital and which are stated in the literature have been obtained, some different misconceptions not mentioned in the former studies have also been identified. At the end of this study, some recommendations concerning the reasons for these misconceptions and their remedies have been placed.

Key Words: Hybridization, Atom, Orbital, Misconception.

## İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	ii
ABSTRACT.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
TABLO LİSTESİ.....	vi
ŞEKİL LİSTESİ.....	vii
ÖNSÖZ.....	ix
1.GİRİŞ.....	1
1.1. Çalışmanın Literatürdeki Yeri.....	9
1.1.1. Literatürde Yer Alan Kimyasal Bağlar ve İlgili Kavramlar Hakkında Belirlenen Kavram Yanılgıları.....	10
1.1.2. Literatürde Yer Alan İnsana Özgü Dil (Anthropomorphism) ve Canlılık (Animism) İle İlgili Çalışmalar.....	21
1.2. Kovalent Bağ ve Melezleşme İle İlgili Teori.....	24
1.2.1. Kovalent Bağ.....	24
1.2.2. Lewis Nokta Yapısı ve Oktet Kuralı.....	24
1.2.3. Değerlik Kabuğu Elektron Çiftleri İtmesi (VSEPR) Kuramı.....	25
1.2.4. Valens Bağ Teorisi.....	25
1.2.5. Melezleşme.....	26
1.3. Araştırmanın Önemi:.....	26
1.4. Çalışmanın Amacı.....	27
1.5. Sayıtlar.....	27
1.6. Sınırlılıklar.....	28
1.7. Kısaltmalar.....	28
2. YÖNTEM.....	29
2.1. Evren ve Örneklem.....	29
2.2. Örneklemenin Kimyasal Bağlar Konusundaki Geçmiş Deneyimleri.....	29
2.3. Teşhis Testinin Geliştirilmesi ve Uygulanması.....	30
2.4. Verilerin Analizi.....	31
3. BULGULAR.....	34
3.1. KYTT'nin Birinci Kısımına Ait Bulgular.....	34
3.2. KYTT'nin İkinci Kısımına Ait Bulgular.....	52
3.2.1. Çoktan Seçmeli Soruların Birinci Ucundan Elde Edilen Bulgular.....	52
3.2.2. Çoktan Seçmeli Soruların Her İki Ucunun Analizinden Elde Edilen Bulgular.....	54
3.2.3. İnsana Özgü Dile (Anthropomorphism) Ait Bulgular.....	66
3.2.4. Öğrenci Başarısına Cinsiyetin Etkisi.....	69
4. SONUÇ VE TARTIŞMA.....	70
4.1. Kavram Yanılgısı Sonuçları.....	70
4.1.1. Melezleşme ile İlgili Kavram Yanılgıları.....	70
4.1.2. Bağlanma ile İlgili Kavram Yanılgıları.....	75
4.1.2.1. Bağ Türü.....	75
4.1.2.2. Bağ Oluşumu.....	76
4.1.2.2.1. Sigma ve Pi Bağ Oluşumu.....	76
4.1.2.2.2. Bağ Sayısı.....	77
4.1.2.2.3. Bağ Oluşumunu Açıklarken Kullanılan Teoriler.....	77
4.1.2.3 Bağ Açısı.....	77
4.1.2.4. Bağ Enerjisi.....	78

4.1.3. Orbital ve Elektronlar İle İlgili Kavram Yanılgıları .....	79
4.1.4. Elektronegatiflik İle İlgili Kavram Yanılgıları .....	83
4.2. İnsana Özgü Dil (Anthropomorphism) ve Canlılık (Animism) .....	84
Ek 1. Melezleşme Konusu İle İlgili Kavram Yanılgısı Teşhis Testi.....	90
KAYNAKÇA.....	94

## TABLO LİSTESİ

Tablo 2.1. KYTT'ne ait güçlük indeksi ve ayırtedicilik indeksi değerleri.....	31
Tablo 2.2. Açık uçlu soruların analizinde kullanılan anlama düzeyi ölçeği tablosu..	32
Tablo 2.3. Çoktan seçmeli soruların değerlendirilmesinde kullanılan puanlama kriterleri tablosu.....	33
Tablo 3.1. Birinci açık uçlu sorunun anlama düzeyi tablosu.....	34
Tablo 3.2. İkinci açık uçlu sorunun anlama düzeyi tablosu.....	38
Tablo 3.3. Açık uçlu ikinci soruya verilen yanlış kavrama ifadeleri.....	42
Tablo 3.4. Çoktan seçmeli soruların birinci ucundaki şıklara göre cevap yüzdeleri..	52
Tablo 3.5. Çoktan seçmeli soruların analiz tablosu.....	56
Tablo 3.6. KYTT çoktan seçmeli soruların birinci ucundan elde edilen kavram ifadeleri.....	59
Tablo 3.7. KYTT çoktan seçmeli soruların ikinci ucundan elde edilen kavram yanılıgısı ifadeleri.....	60
Tablo 3.8. KYTT çoktan seçmeli soruların ikinci ucuna verilen cevaplardan elde edilen yanlış kavramalı kısmi anlama ifadeleri.....	65
Tablo 3.9. Öğrencilerin kullandıkları insana özgü dile ait ifadeler.....	67
Tablo 3.10. Öğrenci başarısına cinsiyetin etkisi.....	69

## ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1. Maddenin üçlü gösterimi.....	7
Şekil 2. Öğrenme engelleri tipolojisi.....	8
Şekil 3. Tam anlama grubunda yer alan çizimler.....	43
Şekil 4. Kısmi anlama grubunda yer alan 1. maddeye örnek çizim.....	43
Şekil 5. Kısmi anlama grubunda yer alan 4. maddeye örnek çizim.....	43
Şekil 6. Kısmi anlama grubunda yer alan 5. maddeye örnek çizimler.....	44
Şekil 7. Yanlış kavramalı kısmi anlama grubunda yer alan 2. maddenin birinci şıkkına örnek çizim.....	44
Şekil 8. Yanlış kavramalı kısmi anlama grubunda yer alan 2. ve 6. maddelere örnek çizimler.....	45
Şekil 9. Yanlış kavramalı kısmi anlama grubunda yer alan 7. maddenin beşinci şıkkına örnek çizimler.....	46
Şekil 10. Yanlış kavramalı kısmi anlama grubunda yer alan 7. maddenin dördüncü şıkkına örnek çizim.....	46
Şekil 11. Yanlış kavramalı kısmi anlama grubunda yer alan 7. maddenin altıncı şıkkına örnek çizimler.....	46
Şekil 12. Yanlış kavramalı kısmi anlama grubunda yer alan 8. maddeye örnek çizim.....	47
Şekil 13. Yanlış kavrama grubunda yer alan 2. maddenin 2. şıkkına örnek çizim....	47
Şekil 14. Yanlış kavrama grubunda yer alan 2. maddenin 5. şıkkına örnek çizim....	48
Şekil 15. Yanlış kavrama grubunda yer alan 2. maddenin 8. şıkkına örnek çizim....	48
Şekil 16. Yanlış kavrama grubunda yer alan 2. maddenin 2. ve 9. şıkkına örnek çizimler.....	49
Şekil 17. Yanlış kavrama grubunda yer alan 3. maddenin 3. ve 6. şıkkına örnek çizimler.....	49
Şekil 18. Yanlış kavrama grubunda yer alan 3. maddenin 8. şıkkına örnek çizim....	50
Şekil 19. Yanlış kavrama grubunda yer alan 6. maddeye örnek çizimler.....	50



Şekil 20. Açık uçlu ikinci soruya verilen cevaplardan elde edilen çizimler.....51

Şekil 21. Çoktan seçmeli üçüncü soru için çizilen şekillerden sigma ve pi bağların oluşumlarıyla ilgili kavram yanlışlarını gösteren örnek çizimler.....64

## ÖNSÖZ

Kimyayı bana sevdiren, her bir çalışmamda destek ve ilgisini esirgemeyen, ister özel hayatta isterse iş hayatında olsun her zaman yol gösteren ve bu çalışmayı yaparken bıkmadan usanmadan sorularıma cevap veren danışmanım sayın hocam Doç. Dr. Canan NAKİBOĞLU'na teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Ayrıca, ders aşamasında bilgilerini ve öğretmenlik mesleğiyle ilgili deneyimlerini bizimle paylaşan Yrd. Doç. Dr. Osman YILDIRIM ve Yrd. Doç. Dr Erol ASKER'e,

Lisans eğitimim boyunca ve tez çalışmamda yardım, destek ve ilgisini hiçbir zaman esirgemeyen hocam Yrd. Doç. Dr. Nursen AZİZOĞLU'na,

Pek çok konuda yardımlarını gördüğüm, fikirlerinden yararlandığım ve dostluklarını hiçbir zaman kaybetmek istemediğim arkadaşlarım Arş. Gör. Özlem KARAKOÇ'a, Arş. Gör. Ruhan BENLİKAYA'ya

Her konuda beni destekleyen, ilgi, sevgi, saygı ve şefkatlerini benden esirgemeyen ve benim bugünlere gelmemi sağlayan biricik aileme,

Benim her sıkıntıda yanımda olan, sakinliği, anlayışı, ilgisi ve sabrı ile hayatımı güzelleştiren biricik eşime

TEŞEKKÜRLER...

## 1.GİRİŞ

Bilim ve teknolojideki gelişmelerin merkezini fen bilimleri oluşturur. Bu alanda öğrencilere rehberlik ederken; onları güncel öğrenme etkinliklerine yönlendirerek, çağın gereklerine uygun bilgi, beceri ve bilimsel düşünce yeterliliklerini kazanmaları, yapıcı, yaratıcı ve eleştirel düşünceye sahip bireyler olarak yetiştirilmeleri ve böylece toplumun gelişmesine katkı sağlayacak kişiler olmaları hedeflenmelidir [1]. Amaçlanan hedeflere ulaşılmasında, en önemli rol yetişen bireylere kaliteli bir eğitim ve öğretim verilmesinden geçmektedir [2]. Kaliteli bir öğretimde ise, düşünebilen, üretebilen, yenilikler meydana getirebilen gelişimci bireylerin yetiştirilmesine katkı sağlayan bir öğrenme ortamı olmalıdır. Kaliteli öğretimi amaçlayan çeşitli filozof ve eğitim psikologları, geçmişten bugüne kadar öğrenmenin nasıl olması gerektiğini araştırmış ve *öğrenmeyi* değişik şekillerde tanımlamışlardır. Ayrıca daha sonra öğrenme kuramlarına bağlı olarak, daha özel öğrenme tanımları geliştirmişlerdir [3].

Senemoğlu (1997) öğrenmenin tanımını, çok genel anlamda “büyüme ve vücutta değişik etkilerle oluşan geçici değişmelere atfedilmeyecek, yaşantı ürünü olarak meydana gelen davranışta ya da potansiyel davranıştaki nispeten kalıcı izli değişimdir” şeklinde yapmaktadır [3]. Özden ise (1998), öğrenmeyi “çevresi ile etkileşimi sonucu kişide oluşan düşünce, duyuş ve davranış değişikliği” şeklinde tanımlamaktadır [4]. Piaget (1929) ise öğrenmeyi, yaşa bağlı bir süreç olarak kabul eden “Zihinsel Gelişim Kuramına” dayalı olarak açıklamış ve doğuştan yetişkinliğe doğru bir gelişim gösterdiğini savunmuştur. [5]. Bruner (1961), öğrenmeyi aktif bir süreç olarak görmekte ve eğitim-öğretim faaliyetlerinin öğrencinin aktif katılımı ile gerçekleştirileceğini belirtmektedir. Bruner’in (1961) bu yaklaşımı öğrenmenin tanımına yeni bir boyut getirmiştir. Ona göre öğrenme, ancak buluş yoluyla gerçekleşir. Çünkü, bu yaklaşım düşünme, deneme ve bulmayı esas alır [6]. Ekici (2003) ise öğrenmeyi, çevresel değişiklikler nedeniyle, bireyin, duyuş, düşünce ve ifadesinde meydana gelen değişim olarak tanımlarken (Ekici, 2003; S. 8) [7], Ausubel’in (1968), öğrenme kuramı, öğrenmeyi etkileyen en önemli faktörün öğrencinin mevcut bilgi birikimi olduğu temeline dayanır. Öncelikle öğrencinin mevcut bilgi birikimi ortaya çıkarılmalı ve öğretim ona göre planlanmalıdır

(Ausubel, 1968; S. iv) [6]. Ausubel'e göre öğrenmenin çoğu sözel olarak gerçekleşmektedir. Ona göre, önemli olan öğrenmenin anlamlı olmasıdır ve öğrenci sosyal ve fiziksel çevreyle etkileşimi sonucu kazandığı deneyimleri sayesinde, bilgiyi yapılandırmaya ve olayları anlamaya çalışan aktif bir bireydir. Ausubel'e (1968) göre, anlamlı sözel öğrenmenin psikolojik esasları şöyle özetlenebilir:

1. Yeni öğrenilecek olan kavram, bilgi ve ilkeler önceden öğrenilmiş olanlarla ilişkilendirildiğinde anlam kazanır. Öğrenci, zihninde bu ilişkileri kuramazsa konuyu kavrayamaz.

2. Her bilgi ünitesi kendi içinde bir bütün oluşturur. Bu bütünde belirli bir düzende sıralanmış kavramlar ve kavramlar arası ilişkiler vardır. Öğrenci, bu düzeni anlayamazsa ve yeni konunun ilişkilerini göremezse, konuyu kavramakta güçlük çeker.

3. Yeni öğrenilecek konu, öğrenci açısından kendi içinde tutarlı değilse veya öğrencinin önceki bilgileriyle çelişiyorsa öğrenci konuyu kavramakta ve benimsemekte güçlük çeker.

4. Bilişsel içerikli bir konuyu öğrenmede etkili olan zihin süreci tümdengelimdir. Öğrenci kendine verilen bir kuralı özel durumlara başarıyla uygulayamıyorsa onu kavrayamamıştır [6].

Ausubel'in sözel psikolojik öğrenme esaslarında da belirtildiği gibi son yıllarda popüler olan öğrenme teorileri, öğrencilerin öğrenme ortamına boş beyinlere sahip olarak geldiği görüşünün tersine, onların kendi geçmiş deneyimlerini, geliştirdikleri doğal olaylarla ilgili fen fikirlerini, beklentilerini ve inanışlarını öğrenimlerine getirdiklerini kabul eder [8]. Günümüzde yaygın bir şekilde kabul gören ve yeni kuramlardan biri olan "Yapılandırmacı Öğrenmeye" göre ise öğrenme, öğrencinin zihninde meydana gelen bir süreçtir ve bu süreçte öğrenci önceden sahip olduğu bilgileriyle yeni gördüğü olguları birbiriyle ilişkilendirmeye çalışır. Eğer bunlar birbiriyle uyuyorsa, kabul eder yani öğrenir; birbiriyle çelişiyorsa ya bütünüyle

reddeder yani öğrenmez ve eski bilgileriyle kalır ya da yeni bilgileri eski bilgileriyle tutarlı olacak bir şekilde yorumlayarak zihninde yapılandırır [9].

Sınıf içinde her zaman öğrenmelerin meydana gelmediği, hatta bazen hedeflenen çok farklı ve bilimsel gerçeğe ters bilgilerin öğrencilerin zihinlerinde olduğu da görülmektedir. Öğrencilerde hedeflenenin dışında, zihinlerindeki kavramları yapılandırmaları ile ilgili olarak en yaygın kullanılan terimlerin başında, çoğunlukla “bilimsel olarak doğru olmayan ama öğrencilerin kendilerine has biçimde anlamlandırdıkları kavramlar (Bahar, 2003, s.29)” şeklinde tanımlanan *kavram yanlışları* ya da yanlış kavramalar (misconceptions) gelmektedir. Bahar (2003), literatürde en fazla *kavram yanlışları* teriminin kullanıldığını ancak *kavram yanlışları* ile ilgili aşağı yukarı aynı anlamlarda kullanılan birçok terimin bulunduğunu belirterek şu örnekleri vermiştir: “*İlkel inançlar* (naive beliefs), *hatalı fikirler* (erroneous ideas), *ön kavramlar* (preconceptions), *bilimin çoklu özel versiyonları* (multiple private versions of science), *hatanın arkasındaki kaynaklar* (underlying sources of error), *gerçekliğin kişisel modelleri* (personal models of reality), *anlık akıl yürütme* (spontaneous reasoning), *ısrarlı tuzaklar* (persistent pitfalls), *genel duyu kavramları* (common sense concepts), *kendiliğinden oluşan fikirler* (spontaneous knowledge), *alternatif çatılar* (alternative frameworks), *çocukların bilimi* (children science) (s.30)” [10].

Kavram yanlışlarının sınıflandırılmasına baktığımızda burada da, aralarında küçük farklar olacak şekilde araştırmacıların yine değişik sınıflandırmalar yaptıklarını görmekteyiz. Bunlardan, Skelly ve Hall (1993) kavram yanlışlarını, *deneyimsel* ve *öğretimsel kavram yanlışları* olmak üzere iki ana grupta toplamaktadırlar. *Deneyimsel kavram yanlışları*, kişilerin günlük deneyimlerine dayanan kavram yanlışları olup, daha çok hareket, kuvvet, enerji, iş, güç, yerçekimi gibi fizik ile ilgili konulara ait kavramlarda sıklıkla ortaya çıkmaktadır. *Öğretimsel kavram yanlışlarına* gelince, günlük deneyimlerimiz sırasında karşılaşmadığımız, çoğunlukla ilk kez öğretim sırasında karşımıza çıkan kavram yanlışlarıdır. Kimya ile ilgili atom, molekül, kimyasal bağlanma gibi soyut kavramların zihinde bilimsel olarak kabul edilenden farklı şekilde yapılanması bu türden yanlış kavramalara örnek olarak verilebilir. Bazı araştırmacılar, öğretimsel kavram yanlışlarının en önemli

kaynağı olarak öğrencinin ön bilgilerini göstermektedir. Skelly ve Hall (1993) bu konuyla ilgili olarak da şunu ifade etmişlerdir:

“Öğrencinin ön bilgisindeki bilgi boşlukları zihinsel karışıklığa, yanlış şekilde yorum yapmalarına ve kaçınılmaz olarak kavram yanlışlarına sebep olur. Eğer öğrencinin ön bilgileri kavram yanlışları içeriyorsa, bu da ileride sahip olacağı yanlış kavramaların kaynağı olacaktır”

Kavram yanlışlarının kaynağına bağlı olarak da farklı sınıflandırmaların yapıldığını görmekteyiz. Bunlardan birinde 5 grupta toplanan kavram yanlışları şu şekilde verilmiştir: *Önyargılı kavramlar* (Preconceived notions), kökleri günlük deneyimlere dayanan halk arasında kabul gören kavramlardan ortaya çıkan kavram yanlışlarıdır. *Bilimsel olmayan inanışlar* (Nonscientific Beliefs), kaynağı bilimsel eğitimin dışında mistik ya da bilimsel olarak açıklanamayan dini bazı inanışlara dayanan kavram yanlışlarıdır. *Kavramsal yanlış anlamalar* (Conceptual Misunderstanding), öğrencilerin kendi ön kavramaları ve bilimsel olmayan inançları ile çelişkiye düşürülüp, bunlarla yüzleşmesi sağlanmadan bilimsel bilgilerin öğretilmesi ile gelişen kavram yanlışlarıdır. *Günlük dile dayalı kavram yanlışları* (Vernacular Misconceptions), günlük dilde kullanılan kelimelerin bilimsel dilde farklı anlamlar ifade etmesi sonucu oluşan kavram yanlışlarıdır. *Olaylara dayalı kavram yanlışları* (Factual Misconceptions) ise, küçük yaşlarda öğrenilen ve bireyin yetişkinlik dönemine kadar değişmeden gelen gerçektışı kavram yanlışlarıdır [11].

Farklı şekilde isimlendirilen ve sınıflandırılan bu kavram yanlışları, öğrencilerin çevrelerindeki doğayı kendi başlarına gözlemlerinden ve bu gözlemlerini ders ortamında sunulan kavramlarla doğru bir şekilde bütünleştirememelerinden kaynaklanmaktadır. Ayrıca daha önceden edinilen kavramların eksik veya yanlış algılanması, günlük dilde kullanılan dilin bilimsel dilde farklı işlevlerinin olması, konular ve kavramların öğretilmesinde uygun eğitim ortamlarının oluşturulmaması, kavramların birbirleriyle bağlantısının kurulmaması ve günlük olaylarla ilişkilerinin kurulmaması kavram yanlışlarının oluşmasındaki ana nedenler arasında yer almaktadır [12].

Son yıllarda yapılan araştırmalar, kavram yanılgılarının oluşma nedenleri arasında yukarıda bahsedilenlerin yanında, öğretim sırasında kullanılan dilin önemini de vurgulamaktadırlar [13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 24]. Özellikle kimyadaki atom, orbital, elektron gibi somut olarak göremediğimiz kavramların soyut yapısı, öğretmenleri bu kavramaların nasıl öğretilceği konusunda zorlamaktadır. Yapılan çalışmalar sonucunda, öğretmenlerin bu tür soyut kavramları açıklamaya çalışırken öğrencilerin anlamasını kolaylaştırmak, onlar için soyut kavramları aşına kılmak ve daha kolay öğretebilmek için *insana özgü dil* (anthropomorphism) ve *canlılığı* (animism) kullandıkları belirlenmiştir. Bu durumla ilgili olarak bazı araştırmacılar çalışmalarında öğrencilerin atomlar ile ilgili “atomlar canlıdır” gibi bir kavram yanılgısına sahip olduğunu belirlemişlerdir [14,15]. Öğrencilere “atomların canlı olduğunu düşündüren ne olabilir?” sorusuna cevap, insana özgü dilin veya canlılığın kullanımı olabilir.

Fen bilimlerindeki bazı kaynakların, değişik yaş gruplarındaki öğrencilerin ve hatta öğretmenlerin cansız objeler için *canlılık* (animism) ve *insana özgü dili* (anthropomorphism) açıklamalarında kullandıkları belirtilmektedir [16-17]. İnsana özgü dil (anthropomorphism), insan olmayan nesnelere insan duyguları ve isteklerinin yüklenmesidir. Canlılık (animism) ise, cansız nesnelere canlı şeyler olarak düşünmektir [16]. Bir çok eğitimci, özellikle biyoloji sınıflarında, insana özgü dil kullanımının yaygınlaşmasının çözümsüz bir konu olduğunu savunur. Çünkü, bazı fen eğitimcileri, insana özgü dil kullanımını, bilimsel dilde yolsuzluk olarak kabul ederken, bazıları ise insana özgü dil hakkındaki tabuların uzaklaştırılmasını destekleyen araştırmalar yapmaktadır [17].

Taber'in (1996) insana özgü dil (anthropomorphism) ve canlılık (animism) üzerine yaptığı bir çalışmasında belirttiğine göre Lemke, fen biliminin ciddi ve doğru bir dizi biçimsel kurallara sahip olduğunu ve özellikle konuşmaların tam olarak bilimsel olabilmesi için bu kurallara mutlaka bağlı kalınması gerektiğini belirtmektedir [16]. Bu kurallar, dilin konuşma diline özgü türlerinden kaçınan, sürekli teknik terim kullanan, duygusallığın yer almadığı ciddi ve ağırbaşlı ifadeler bulunduran, dramatik ve hikaye tarzından kaçınarak açıklamanın nedensel şeklini kullanan kurallardır. Lemke ayrıca, bilimsel dilde kişileştirmenin kullanılmasının da

bilimsel dili kötüleştirdiğini vurgulayarak, genellikle insana özgü nitelik veya özelliklerin (‘şişmanlık veya zayıflık gibi), veya insanların sahip olduğu duygu, düşünce veya hareketlerin (‘sahip olmak, hoşlanmak gibi) kullanımından sakınılması gerektiğini ifade etmiştir. Treagust ve diğerleri (2003), öğrenci açıklamalarında mikroskopik ve sembolik gösterimlerin rolünü inceledikleri çalışmalarında, insana özgü dil içeren açıklamaların, yanlış anlama ve yanlış kavrama oluşturma potansiyeline sahip olduğunu vurgulamışlardır [18]. Bunun yanı sıra, bu tarz insana özgü dilin yer aldığı açıklamaların kullanılması ve canlılığa dayanan metafor ve analogilere fen derslerinde yer verilmesinin değerini tartışan bilim adamları da bulunmaktadır [19].

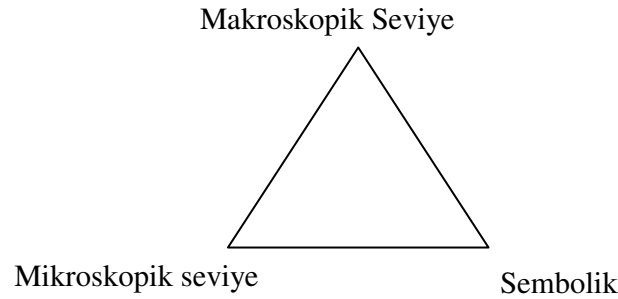
Lemke, sınıftaki konuşmaların fen içeriğinin ileri düzeyde bilimsel olması halinde, öğrencilerin katılım yüzdesinin % 20-25 lerde kalırken, bu durumun fen derslerinde sınıf içindeki konuşmaların bilimsel kuralların dışına çıkması ve kişisel özelliklere kayması ile % 80 veya 90’a yükseldiğini belirtmektedir. Lemke’ye göre bunun anlamı bir bakıma, öğrencilerin sınıf içinde insana özgü fen konuşmalarında, normal fen konuşmalarında olduğundan üç veya dört kez daha dikkatli olması gerektiğinin göstergesidir. Bazen de kullanıcının, canlılık veya kişiselleştirme içeren dili bilinçli olarak kullanmasına ve bu tür bir dili konuşmanın da pek de doğru olmadığını farkında olmasına rağmen, buna devam etmesi konuyu ancak bu şekilde anlayabilmesinin bir sonucu olabilir [16].

Taber çalışmasında (1996), çeşitli bilim adamlarının aslında metafor yapmaya niyetlenirken, farkında olmaksızın bu tür canlılık içeren bazı ifadeleri kullanarak bilimsel dildeki kuralları yıkabileceklerini tahmin ettiğini belirtmiştir [16]. Sınıf içinde hikaye tarzında fen derslerinin işlenmesinde de sıklıkla insana özgü dilin kullandığını ifade eden Banister ve Ryan (2001), bazı bilim adamlarının bu konuda endişe duyduklarını ifade etmişlerdir [20]. Örneğin Tamir ve Zohar (1991), bu tür insana özgü dilden yararlanılarak üretilen formüllerin gerekli olmadığını ve çocukların gerçek nedenle bu canlılığa dayanan açıklamalar arasındaki farkı kavrayamadıklarını göstermişlerdir [21]. Yine McCoy (2003), biyolojide kullanılan analogiler ile insana özgü dil arasındaki ilişkiyi incelediği çalışmasında, analogilerin



birçok yararının olmasına rağmen, açıklamalara insana özgü dil ve canlılık katıldığına olumsuzluklara da neden olabileceğini tartışmıştır [22].

Kimya’da çalışılan kavramlara ait örneklerin çoğu soyuttur ve bu nedenle analogiler, modeller kullanılır veya her ne kadar doğru olmasa ve sakıncaları bulunsa bile yukarıda da bahsedildiği gibi insana özgü dil ve canlılık içeren ifadeler kullanılarak, soyut kavramlar açıklanmaya çalışılır. Çoğu kavramın soyut olması kimyayı karmaşık bir hale getirebilir. Bu karmaşıklığı ortadan kaldırmak ve örnekleri daha somut bir hale getirmek için mikroskopik seviyedeki maddeler makroskopik seviyede anlatılmaya çalışılmaktadır. Kimyasal semboller, formüller ve eşitliklerin kullanılmasıyla makroskopik ve mikroskopik seviyelerin her ikisi sembolik olarak sunulabilir. Kimyadaki kavramların her iki seviyesinin sembolik olarak sunulması kimyanın üçlü gösterimi olarak ifade edilmektedir. Ancak bu üçlü gösterim, eğer aradaki fark doğru bir şekilde anlaşılmazsa, kimya öğrenimine ciddi bir engel oluşturmakta ve zaman zaman öğrencilerin kafasını karıştırmaktadır [23].



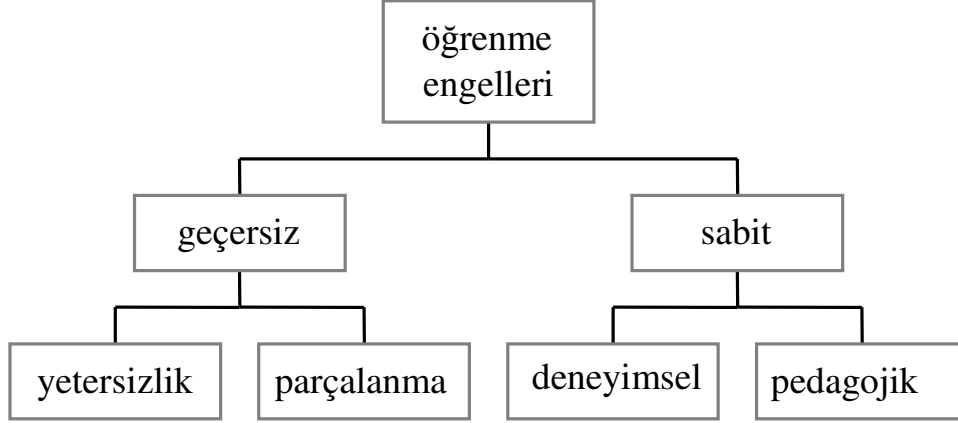
**Şekil 1.** Maddenin üçlü gösterimi.

Bilimin makroskopik ve mikroskopik yapıları arasındaki farklılıkların yanı sıra öğrencilerin bilişsel yapılarında öğretime getirdikleri ön bilgileri (kavramaları), öğretimden kaynaklanan yanlış kavramalar, ders kitaplarında ve halk arasında kullanılan dil, ders kitaplarındaki şekiller ve sosyal etkileşim sonucunda elde ettikleri bilgiler kimya öğrenimine engeller oluşturmaktadır

Kimyada hem kavram yanlışlarının hem de öğrenme zorluklarının nedenini araştıran Taber (1995), fen öğretimi sırasında, bilginin etkili öğrenilmesine engel olan mevcut bilişsel yapının bazı yönlerini anlamak için “öğrenme engeli” terimi

kullanmıştır. Böylece öğrenme engellerinin pedagojik içeriklerine göre kategorilere bölünebileceğini ifade etmiştir [24].

### Öğrenme Engellerinin Olası Tipolojisi



Şekil 2. Öğrenme Engelleri Tipolojisi

Öğrenme engelleri tanımlandığında; *geçersiz öğrenme engeli*, anlamlı öğrenmenin kazanılmadığı durumu tanımlar. Çünkü öğrenen, sunulan bilgi ile bilişsel yapısında var olan bilgi arasında bir bağlantı kuramaz. Geçersiz öğrenme engelleri yetersizlik ve parçalanma öğrenme engelleri olarak ikiye ayrılmaktadır. *Yetersizlik öğrenme engelini* sahip öğrenenin mevcut bilişsel yapısında konuyla ilgili bilgi bulunmamaktadır. *Parçalanma öğrenme engelini* sahip öğrenen ise sunulan bilgi ile bilişsel yapıdaki bilgi arasında olan ilişkiyi görmemektedir.

*Sabit öğrenme engelini* sahip öğrenen sunulan bilgiyle ilişkili olarak tanınan bilgiye sahiptir. Ancak istenen öğrenme gerçekleşmez çünkü bilişsel yapısında var olan mevcut bilgisiyle yeni bilgiye uygun olmayan başka anlamlar yüklemektedir. Sabit öğrenme engelleri deneyimsel ve pedagojik öğrenme engelleri olarak ikiye ayrılmaktadır. *Deneyimsel öğrenme engeli*, öğrenenin dünya deneyiminden doğan alternatif kavramaları için kullanılan bir terimdir. *Pedagojik öğrenme engeli*, öğretim sonucunda ortaya çıkan bir öğrenme engelidir. Sunulan bilgi ile öğrenenin öğretim sonucunda elde ettiği bilişsel yapısında var olan bilgiler uyuşmamaktadır.

Araştırmalar, oluşmuş alternatif kavramlar ve yapıların çok kararlı olabileceği ve daha sonraki öğrenmeye belirgin bir engel olarak hareket edebileceğini söyler [8, 10, 14, 24]. Alternatif fikirler öğrenme engelleri olarak etkili olabilir. Benzer bir noktaya Garnett (1995; s.72) tarafından da değinilmiştir;

“Onların öğretime getirdiği “örgün olmayan” ya da “yaygın kanı” üzerine dayanan öğrencinin yeni anlama yapısı olarak bu alternatif kavramlar için birçok olası kaynak varken bize göre bu kavramların bazıları öğretimsel uygulamalar sonucu ortaya çıkar ve öğretimin dikkatli bir şekilde gerçekleştirilmesiyle onların etkisi azaltılabilir.” [24]

Günümüzde, fen eğitiminde ve özellikle kimya eğitimi alanında öğrencilerdeki çeşitli kavramlarla ilgili kavram yanlışlarının belirlenmesi ve giderilmesine yönelik birçok çalışma yapılmaktadır. Bu tür çalışmalara hem ulusal, hem de uluslararası literatürde sıkça rastlanmaktadır. Öğrenciler için soyut ve yapılandırılması zor olan ve literatürde en çok araştırma yapılan konu başlıkları şöyledir: kimyasal denge [25, 26, 27, 28, 29], maddenin oluşumu [30, 31], asitler-bazlar [32], nötralleşme [33], elektrokimya [34], faz dengeleri [35], kimyasal reaksiyonlar [36, 37], kimyasal termodinamik [38], mol [39], kimyasal bağlar [1, 8, 16, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59 ], atom ve molekül [25, 52, 53, 55, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68], fiziksel ve kimyasal değişme [25, 69], hal değişimi [70], kimyasal kinetik [71, 72, 73], maddenin tanecikli doğası [74, 75], molekül geometrisi [40, 42, 43, 56, 74, 75, 76], moleküller arası kuvvetler [25, 37, 40, 43, 48, 50, 54, 59] ve elektronegatiflik [8, 50].

### **1.1. Çalışmanın Literatürdeki Yeri**

Kimya, başlıca amacı kimyasal değişmelerin tanımlanması ve açıklanması olan bir bilim dalıdır. Maddelerin yapısında meydana gelen değişmeler var olan bağların kopması ve yeni bağların oluşması şeklinde gerçekleşen olaylardır. Bu nedenle, kimyasal değişmelerin anlaşılabilmesi atomları bir arada tutan bağların özelliklerinin bilinmesiyle yakından ilgilidir [42]. Ancak kavram yanlışları ile ilgili

literatür incelendiğinde; kimyasal bağlar, türleri ve bunlarla ilişkili bazı kavramları anlamada problemler yaşandığı görülmektedir.

### **1.1.1. Literatürde Yer Alan Kimyasal Bağlar ve İlgili Kavramlar Hakkında Belirlenen Kavram Yanılgıları**

Peterson ve diğerleri (1989) tarafından, öğrencilerin kovalent bağ ve yapısı hakkındaki yanlış anlama ve yanlış kavramalarını ortaya çıkarmak üzere yapılan çalışmada, iki uçlu bir teşhis testi geliştirilerek 11. ve 12. sınıf öğrencilerinden oluşan 243 kişilik bir gruba uygulanmıştır. İki uçlu testin, birinci ucunda konu ile ilgili içerik bilgisi araştırılırken, ikinci ucunda kovalent bağ ile ilgili öğrencilerin kavram yanılgılarının arkasındaki neden belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışma sonunda elde edilen kavram yanılgılarını altı grupta toplamışlardır. Bunlar moleküller arası kuvvetler, bağ polaritesi, molekül geometrisi, molekül polaritesi, oktet kuralı ve örgü kavramlarıdır. Analiz ve değerlendirmeler sonucunda, molekül şekliyle ilgili olarak öğrenciler “bağ polaritesi molekül şeklini belirler, molekül şekli bağlar arasındaki eşit itmeye göredir ve  $SCl_2$  molekülündeki geometri bağ yapmayan elektron çiftleri arasındaki itmeye göredir” gibi yanlış kavramalara sahipken, oktet kuralı ile ilgili olarak ise “ametaller arasında oluşturulan kovalent bağ sayısı değerlik kabuğundaki elektron sayısına eşittir” şeklindeki yanlış kavramaya sahip oldukları belirlenmiştir [43].

Birk ve Kurtz (1999) tarafından yapılan kimyasal bağlar ile ilgili bir çalışmada, kovalent bağ ve yapısıyla ilgili Peterson, Treagust ve Garnett tarafından geliştirilen “bağ polaritesi, molekül şekli, molekül polaritesi, örgüler, moleküller arası kuvvetler ve oktet kuralı” kavramlarıyla ilgili yanlış kavramaları araştıran teşhis testi 139 orta öğretim, 515 üniversite ve 62 üniversite mezunu öğrencinin yer aldığı bir öğrenci grubuna uygulanmıştır. Test sonuçlarının analiz ve değerlendirmeleri, ileri seviyedeki öğrencilerin kavramlarla ilgili daha az kavram yanılgısına sahip olduklarını göstermiştir [44].

Boo (1998) tarafından yapılan bir diğer çalışmada ise 12. sınıf öğrencilerinin kimyasal bağların doğası ve kimyasal reaksiyonlarda enerji konularında kavram

yanılıklarına sahip olup olmadıkları araştırılmıştır. Bu amaçla, 48 öğrenci ile yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmış ve öğrencilerin çoğunun kovalent bağın oluşumunu, bağ enerjisini ve maddenin tanecikli yapısını anlayamadıkları, molekül içi bağlar ile moleküller arası bağlar arasındaki farklılıkları, makroskopik ve mikroskopik özellikleri ayırt edemedikleri ve iyonik bağ ile kovalent bağı karıştırdıkları ortaya çıkmıştır [37].

Purser, (1999) kimyasal bağlarla ilgili çalışmasında, Lewis yapılarının hiçbir orbital bilgisi içermediğini belirterek molekülün tam olarak elektronik yapısını tahmin etmede kullanılamayacağını kanıtlamak için H<sub>2</sub>O, O<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub> gibi molekül yapıları üzerinde açıklamalar yapmıştır. Ayrıca yine Lewis yapılarının molekül polaritesi, bağ uzunluğu, bağ açısı ve bağ büyüklüğü gibi moleküler özellikler hakkında bilgi vermediğini bildirmiştir [78].

Robinson'un (1998) kimyasal bağlanma ile ilgili çalışması, genelde Taber tarafından yapılan durum çalışmalarını ele almıştır. Ve bu çalışmaların sonucu olarak kimyasal bağlanmada alternatif yapının oktet kuralına dayalı olduğu, öğrencilerin oktet kuralını kararlı türleri açıklamak için tanımlayıcı bir rehber olarak kullanmaktan daha çok kimyasal bağlanmayı ve kimyasal reaksiyonları açıklamak için bir temel olarak kullandıkları belirtilmiş ve oktet kuralının öğrencilere, her bir kimyasal olayı açıklayıcı bir heuristikten ziyade sadece kararlı sistemleri tanımlayıcı bir rehber olarak tanıtılması gerektiği vurgulanmıştır [45].

Üniversite 2. ve 4. sınıf öğrencilerinin molekül polarlığı, bağ polarlığı, VSEPR kuramı, Lewis yapısı ve molekül şekli kavramlarıyla ilgili yanlış kavramalarını araştıran Yılmaz ve Morgil (2001), Furio ve Calatayud (1999) tarafından geliştirilen iki uçlu testi kullanarak 4. sınıf öğrencilerinin kavramlarla ilgili yanlış kavramalarının 2. sınıf öğrencilerine göre daha fazla olduğunu belirlemişlerdir. Bunun nedenini ise 2. sınıf öğrencilerinin konuyla ilgili bilgilerinin 4. sınıf öğrencilerine göre daha yeni olması olarak açıklamışlardır [77].

Harmandar ve Can (2004), Furio ve Calatayud'un kimyasal bağlar konusunda daha önceden geliştirmiş oldukları testlerden yararlanarak, 21 sorunun

yer aldığı iki uçlu çoktan seçmeli bir test hazırlamışlardır. Çalışmada, Fen Bilgisi Öğretmenliği 1. sınıf ve Sınıf Öğretmenliği 2. sınıf öğrencilerinin kimyasal bağlar konusu ile ilgili kimyasal bağ, iyonik bağ, metalik bağ, kovalent bağ, bağ polarlığı ve molekül polarlığı kavramlarını anlama derecelerinin ve kavram yanlışlarının teşhis edilmesi amaçlanmıştır. Hazırlanan test, 76 kişilik bir öğrenci grubuna uygulanmıştır ve kimyasal bağ kavramı ile ilgili olarak sordukları soruda öğrencilerin değerlik elektron sayısının en dış kabuk orbitallerindeki elektron sayısı bilgisini kullanamadıkları belirlenmiştir. Testin uygulandığı sınıflar karşılaştırıldığında, Fen Bilgisi bölümündeki öğrencilerin Sınıf öğretmenliği bölümündeki öğrencilere göre daha az kavram yanlışına sahip oldukları gözlenmiştir [46].

Kayalı ve Tarhan (2004) çalışmalarında “ iyonik bağlar” konusuyla ilgili öğrencilerde var olabilecek kavram yanlışlarını araştırmışlardır. Bu amaçla, 9. sınıftaki 32 kişilik öğrenci grubuna kimyasal bağlar konusu işlendikten sonra 7’si çoktan seçmeli, 5’i açık uçlu olmak üzere toplam 12 sorudan oluşan bir ön test uygulanmış ve öğrencilerle ikili görüşmeler yapılmıştır. Testin uygulanmasından sonra iyonik bağlar konusuna yönelik yapılandırmacı (constructivism) modele uygun bir rehber materyal hazırlanmış ve uygulanmıştır. Rehber materyalin uygulanmasından sonra son test uygulanmıştır. Öğrencilerin iyonik bağ ile ilgili literatürde yer alanlara benzer ve farklı olan kavram yanlışlarının olduğu belirlenmiştir. Belirlenen kavram yanlışlarından bazıları şunlardır: “Zıt yüklü iki iyon arasında bir iyonik bağ oluşur,  $Na^+$  ve  $Cl^-$  yan yana gelince birbirini nötralleştirir ve yükleri yok olur, bir metal bir ametal ile eşit sayıda elektron alışverişiyle iyonik bağ yapar.” Ayrıca öğrencilerin iyonik bağ kristal yapısının oluşumu ve oluşumdaki etkin faktörlerle ilgili bilgi eksikliğinin kavram yanlışlarına neden olduğu ortaya çıkmıştır. Rehber materyalin uygulanmasından sonra yapılan son test sonuçları, materyalin öğrencilerin iyonik bağlar konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesinde yararlı olduğunu göstermiştir [47].

Ünal ve diğerleri (2002), lise öğrencilerinin kimyasal bağlarla ilgili anlama düzeylerini ve kavram yanlışlarını belirlemek amacıyla, 20 tanesi çoktan seçmeli 5 tanesi açık uçlu olmak üzere toplam 25 sorunun yer aldığı bir test hazırlamış ve 120

orta öğretim öğrencisine uygulamışlardır. Uygulanan testin analiz sonuçlarından, öğrencilerin özellikle molekül geometrisi, kimyasal bağ tipi, molekül polarlığı, bağ açısı ve bağ uzunluğu kavramlarıyla ilgili kavram yanlışlarına sahip olduğu belirlenmiştir [42].

Tan ve Treagust (1999), 14 ve 16 yaşlarındaki öğrencilerin kimyasal bağlanmayla ilgili alternatif kavramalarını tespit etmek amacıyla Tan tarafından 1994 yılında geliştirilen iki uçlu çoktan seçmeli testi kullanmışlardır. Geliştirilen testin 119 kişilik bir öğrenci grubuna uygulanması sonucunda elde edilen bulgular, öğrencilerin bağlanma, kristal yapı, moleküller arası ve molekül içi kuvvetler ve grafitin elektriksel iletkenliği konularında çeşitli yanlışlara sahip olduklarını göstermiştir [48].

Furio ve Calatayud'un (1996) yürüttükleri çalışmada 12. sınıf lise ve üniversite kimya bölümü öğrencilerinin molekül polaritesi ve molekül geometrisi kavramlarını nasıl anladıkları ve nasıl anlamaları gerektiği araştırılmıştır. Ayrıca öğrencilerin bu kimyasal kavramları anlamlı bir şekilde öğrenmelerine engel olan kavramsal ve işlemsel (prosedürel) zorlukların belirlenmesi amaçlanmıştır. 10 tane molekül geometrisi ve 6 tane molekül polaritesi ile ilgili olmak üzere toplam 16 sorudan oluşan test 85 12. sınıf lise öğrencisine, 151 üniversite 1. sınıf öğrencisine ve 100 üniversite 3. sınıf öğrencisine uygulanmıştır. Uygulanan testin sonucu öğrencilerin çoğunun moleküler geometriyi tahmin etmede zorlandıklarını göstermiştir. Öğrencilerin merkez atomun nasıl seçileceği, Lewis yapılarının nasıl çizileceği ve ortaklanmamış elektron çiftlerinin geometriye nasıl etki edeceği konularında zorluklara sahip oldukları görülmüştür [76].

Kayalı ve diğerleri (2002) "Maddenin yapısı" ünitesinde yer alan "Bağlar" konusundaki yaptıkları bir diğer çalışmada, araştırmacılar konuyla ilgili beyin fırtınası, işbirlikli ve probleme dayalı öğrenme yöntemlerinin bulunduğu etkinlikler, deneysel grup çalışmaları ve kavram haritalarının yer aldığı bir rehber materyal hazırlamışlardır. Rehber materyalin uygulanmasından önce, örnekleme öğrencilerin konuyla ilgili kavram yanlışları ve bilgi eksiklikleri belirlenmiştir. Rehber materyal, Milli Eğitim Bakanlığına bağlı bir lisede 38 kişilik deney grubuna uygulanmıştır. 40 kişilik kontrol grubuna ise klasik eğitim verilerek bu gruptaki

öğrenciler başarı ve kavram yanlışları oranı açısından karşılaştırılmıştır. Yapılan uygulama ve çalışmaların sonucunda deney grubundaki öğrencilerin hem daha başarılı, hem de daha az kavram yanlışısına sahip oldukları belirlenmiştir [1].

Bir diğer çalışmada, Raymond ve Treagust (1989), lise son sınıfta öğrenim gören 84 kişilik bir öğrenci grubunun kovalent bağ ve yapısıyla ilgili yanlış kavramalarını tespit etmek amacıyla, 15 sorunun yer aldığı iki uçlu çoktan seçmeli bir teşhis testi uygulamışlardır. Test, öğrencilerin bağ polaritesi, molekül şekli, molekül polaritesi, örgü, moleküller arası kuvvetler ve oktet kuralı konularını anlamalarını ölçmeye yöneliktir. Testin sonuçlarından öğrencilerde yaygın bir şekilde görülen 8 yanlış kavrama belirlenmiştir. Örneğin; bazı öğrencilerin molekül şeklini belirlemede bağ yapmayan elektron çiftlerinin etkisi olmadığını, bazılarının ise sadece bağ yapmayan elektron çiftlerinin etkili olduğunu düşündükleri görülmüştür [40].

Nahum ve diğerleri (2004), öğrencilerin kimyasal yapı ve bağlanma konusundaki yanlış kavramalarını ortaya çıkarmayı amaçlamışlardır. Ayrıca üniversite sınavının, öğrencilerde kimyasal yapı ve bağlanma konusyla ilgili yanlış kavramaların oluşumuna etkisi ile öğretmenlerin ders anlatımlarına etkisini araştırmışlardır. Bu amaçla 27 kimya öğretmen adayı ve 20 kimya öğrencisine üniversite sınavındaki sorular ve öğrencilerin alternatif cevaplarından oluşan bir soru listesi verilmiştir. Daha sonra üniversite sınavının öğretmenlerin öğretimlerine etkisini araştırmak için 30 sorudan oluşan Likert-tipi soru listesi uygulanmıştır. Yapılan uygulamaların sonucunda araştırmacılar, kimyasal bağ ve yapısı konusunun öğretiminin üniversite sınavından çok etkilendiğini ve sınavın bu tarzda hazırlanmasının öğrencilerin yanlış kavramalarını arttırdığını belirlemişlerdir [49].

Taagepera ve diğerlerinin yaptıkları bir çalışmada (2002), 993 öğrenciye kimyasal bağlanma konusyla ilgili araştırmacı grup tarafından hazırlanan 15 sorunun yer aldığı bir test uygulanmıştır. Çalışmanın amacı, öğrencilerin kimyasal bağlanmayla ilgili sorulara verdikleri doğru cevap ve yanlış cevap yüzdelerini kıyaslayarak yanlış anlamalarını tespit etmektir. Testin analizlerinin sonuçları; öğrencilerin hidrojen bağını kovalent bağ gibi sürekli, tek çizgi halinde



düşündüklerini, bağ elektronlarının iki atom arasında nerede olmaları gerektiğini bilmediklerini, elektronegatiflik kavramını anlayamadıklarını ve moleküller arası kuvvetleri tahmin etmede problemler yaşadıklarını göstermiştir [50].

Harrison ve Treagust'un (2000) yürüttükleri çalışmada, atomlar, moleküller ve kimyasal bağları öğrenmiş 11. sınıftaki 10 öğrencinin model kurma deneyimleri, zihinsel gelişmeleri ve kavramsal durumları nitel olarak araştırılmıştır. Çoklu parçacık modellerini kullanmaya teşvik edilen öğrencilerin en iyi analogik model üzerine konsantre olan öğrencilere göre parçacıkların bilimsel anlayışını ve etkileşimlerini daha iyi anladıkları belirlenmiştir. Yapılan çalışmanın sonuçları, analogik modeller sistematik bir şekilde sunulduğunda ve yetenekli öğrencilere modelin anlamı ve kullanımını açıklama fırsatı verildiğinde, soyut kavramları daha iyi anladıklarını göstermiştir. Ayrıca araştırmacılar, modellerin güdüleyici olduğunu belirtirken, dikkatsiz kullanımların üzerinde fazla düşünülüp tartışılmadığı için alternatif kavramalara da neden olabileceğini vurgulamışlardır [68].

Nakhleh (1992), ilköğretim ve ortaöğretim seviyesinden üniversite seviyesine kadar öğrencilerin atom ve moleküller, moleküller arası kuvvetler, kimyasal denge, faz değişimleri ve kimyasal değişim konularındaki yanlış kavramalarını inceleyerek, bu yanlış kavramaların oluşmasına neden olabilecek öğretim öncesi ve öğretim sonrası kaynakları belirterek önerilerde bulunmuştur [25].

Taber (1996) kimyasal bağlanma ile ilgili çalışmasında, öğrencilerin özellikle kimyasal bağlanma konusuyla ilgili soruları cevaplarken insana özgü dili kullanarak açıklama yaptıklarını belirlemiştir. Taber, öğrencilerin insana özgü dili kullanmasına dair bazı örneklerle çalışmasında yer vermiştir. İnsana özgü dili kullanma açısından kız ve erkekler arasında karşılaştırma yapıldığında kızların erkeklere göre insana özgü dili (anthropomorphic) daha çok kullandıkları belirlenmiştir [16]. Taber başka bir çalışmasında (2001), bir öğrenci ile kimyasal bağlanma konusuyla ilgili ikili görüşmeler yapmıştır. Yaptığı ikili görüşmeler sonucunda, öğrencinin kimyasal bağlanma ve reaksiyonları açıklamak için oktet kuralı ve minimum enerji açıklayıcı ilkeleri kullandığını ve atomların ihtiyaçlarına göre açıklamalar yaptığını belirlemiştir [51].

Taber'in (2002a) öğrencilerin kimyasal bağlanma ile ilgili düşüncelerini araştırdığı çalışmasında, öğrencilerin atomik orbital, enerji seviyesi ve elektron spini gibi kavramları nasıl anladıklarını incelemiştir. Çalışma süresince, kimya dersini alan 15 öğrenci ile görüşmeler yapılmıştır. Yapılan araştırma, görüşme ve analizler sonucunda öğrencilerin;

- Atomik modelde kuantlaşmanın niçin tanıtıldığını değerlendiremedikleri,
- Orbital kavramını anlamada zorlandıkları,
- Kabuklar, alt kabuklar, orbitaller ve enerji seviyeleri gibi kavramları birbirine karıştırdıkları,
- Elektron spini kavramının ne anlama geldiğini bilmedikleri,
- Orbitallerin yönelimlerini karıştırdıkları,
- Molekül orbitalleri atomik orbitallerden açık bir şekilde ayıramadıkları,
- Rezonans yapıların ne anlama geldiğine dair kısıtlı bilgilere sahip oldukları belirlenmiştir. [52]

Taber (2002b) bir araştırma projesinin ikinci bölümünde, öğrencilerin moleküler orbital kavramını ne kadar ve nasıl anladıklarını araştırmıştır. Araştırmacı yaptığı görüşmeler sonucunda elde edilen verilerin, bize öğrencilerin bilimsel fikirleri beyinlerinde nasıl yapılandırmaya çalıştıklarına dair gerçekçi durumlar sağladığını ve öğrenme problemlerinin yapısını bildirmede örnek olarak görülmesi gerektiğini savunmaktadır.

Moleküler orbitaller ile ilgili elde edilen veriler öğrencilerin;

- Orbital, enerji seviyesi ve kuantum sayısı gibi yeni kavramları anlamada zihinsel olarak çok yavaş ilerlediklerini,
- Kovalent bağı moleküler orbitale göre tanımlamada belirgin bir kavramaya sahip olmadıklarını,
- Moleküler orbital ile atomik orbitali ayırt edemediklerini,
- Pi bağlanmasının öğrenciler için fazladan bir zorluğa neden olduğunu ve öğrencilerin pi bağının melezleşmede melezleşmeye katılmayan p atomik orbitallerin etkileşimi sonucu oluştuğunu bilmediklerini tersine pi bağını pi melezleşmesi olarak algıladıklarını;

- Bir moleküldeki orbitalleri tanımlamaları istendiğinde moleküler orbitallerin atomik orbitallerin çakışması sonucu oluştuğunu bilmelerine rağmen atomik orbitallere göre yanıt verdikleri, molekülde artık atomik orbitalin olmadığını fark etmediklerini göstermiştir [62].

Taber (2005) literatürde yer alan son çalışmalarından birinde, 16 ve 18 yaşları arasında değişen 15 öğrenci ile “atomik ve moleküler yapılar” üzerine görüşmeler gerçekleştirmiştir. Taber, görüşmeler sonucunda elde ettiği verileri daha önceki çalışmalarında kullandığı öğrenme zorluklarının kaynaklarının teşhis edilmesinde yardımcı olan *Öğrenme Engelleri Tipolojisi*'ne göre analiz etmiştir. Bu analiz ile öğrencilerin ilgili konular hakkında öğrenme zorluklarının olası kaynakları araştırılmıştır. Yaptığı analizler sonucunda Taber öğrencilerin;

- “Elektronların çekirdek etrafındaki hareketleri nasıl gerçekleşir?” sorusu için merkezci kuvveti gerektiren hareketin dairesel hareketi hızlandırdığını bilmediklerini ve bu önbilginin elektronların hareketinin anlaşılmasında gerekli olmasından dolayı öğrenme engelleri tipolojisine göre bir yetersizlik öğrenme engeli olduğunu,
- “Benzen molekülündeki halka nasıl oluşur?” diye sorulduğunda daha önceden pi bağının nasıl oluştuğunu öğrenmiş öğrencilerin bilişsel yapılarında sunulan bilgi ile ilişkili bilgi olmasına rağmen benzen halkası ile pi bağlarının oluşumunu bağdaştıramamalarını öğrenme engel tipolojisine göre bir parçalı öğrenme engeli olarak,
- “Isıtmanın sıcaklıkta bir artışa neden olduğunu ifade eden” kinetik teoriyi öğrenmiş olan öğrencilerin bu teori ile atomlardaki elektronik geçişleri yanlış bir şekilde ilişkilendirip bunu taneciğin hareketindeki bir artış olarak algılamaları pedagojik bir öğrenme engeli olarak belirlemiştir [63].

Coll ve Treagust (2002) yaptıkları çalışmalarında, orta öğretim ve üniversite düzeyinde öğrencilerin çoğunun kovalent bağlanma için tercih ettikleri zihinsel modelin oktet kuralı olduğunu ve bağlanmadaki atomları anlatırken sürekli insana özgü dili kullandıklarını belirlemiştir. Ayrıca elektronların eşit olmayan paylaşımını ortaöğretim öğrencileri anlamazken, üniversite öğrencileri ve mezunların

bu durumu atomlardaki elektronegativite farklılığına bağlayarak doğru ve yeterli bilgiye sahip oldukları belirlenmiştir. Ayrıca mezun öğrencilerin orta öğretim ve üniversite öğrencilerine göre kovalent bağlanmanın yapısını daha iyi kavradıkları görülmüştür [53].

Başka bir çalışmada, Özmen (2004) kimyasal bağlanma konusunda literatürde rapor edilen bazı yanlış kavramaları araştırmış ve geçmişten bugüne tarihsel olarak sunmuştur. Yapılan literatür incelemesinde; öğrencilerin kimyasal bağlanmayla ilgili iyonik ve kovalent bağı birbirine karıştırma, kovalent bağdaki elektron çiftinin yerini tahmin edememe, elektron çiftinin eşit olmayan paylaşımıyla elektronegativite arasındaki ilişkiyi kuramama, moleküller arası bağlanmanın molekül içi bağlanmadan daha güçlü olduğuna inanma, iyonik bağlanmanın sadece bir elektron transferi ve iyon çiftinin bir molekül olduğunu düşünme, bağ oluşması için enerji alımı, bağ kırılması için enerji yayılması gerektiğini düşünme, kovalent bağların iyonik bağlardan daha zayıf ve kolaylıkla kırılabilirlerine inanma gibi yanlış kavramalara sahip oldukları belirlenmiştir [54].

Nicoll (2001), öğrencilerin kimyasal bağlanma, molekül yapıları ve elektronegativite hakkındaki yanlış kavramalarını araştırmıştır. Yaptığı çalışmasında, öğrencilerden kimyasal bağlanmayı tanımlamaları, formaldehit molekülünün Lewis yapısını çizmeleri, formaldehit molekülünün modelini oyun hamurlarıyla göstermelerini istemiş ve molekülleri mikroskopik seviyede nasıl algıladıklarını öğrenmek amacıyla orbitaller, bağlanma ve elektron hareketiyle ilgili beş soru sormuştur. Araştırmacı, soruların analizi sonucunda; yanlış kavramaları elektron, bağlanma, mikroskopik ve makroskopik yanlış kavramalar, atom/molekül, Lewis nokta ve hareketli başlıkları altında toplamıştır. Bağlanma ile ilgili olarak, öğrencilerin iyonik ve kovalent bağlanmanın tanımlarını birbirine karıştırdıkları ve iyonik bağlanmayı elektron paylaşımı olarak gördükleri belirlenmiştir. Ayrıca, “Hareketli” başlığı altında, öğrencilerin sürekli olarak atomlar için elektronları “isteme”, “mutlu olma”, kararlı moleküller ve elektronları “arayıp bulma” gibi ifadeleri kullandıkları ve açıklamalarında moleküllere veya atomlara canlandırmayı yakıştırdıkları şeklindeki yanlış kavramalar sınıflandırılmıştır [55]. Nicoll’un yaptığı diğer bir çalışmada (2003), birinci sınıf Genel Kimya dersinden ikinci sınıf Fiziksel

Kimya dersine kadar öğrencilerin molekül modellerini yapılandırarak moleküllerin sembolik ve mikroskopik gösterimleri arasında nasıl bir yorum yaptıkları araştırılmıştır. Bu amaçla formaldehit molekülünün Lewis nokta yapısını çizmeleri ve bağlanma ile molekül geometrisi kavramlarını nasıl bağdaştırdıklarını görmek için bir molekül modeli yapmaları istenmiştir. Öğrencilerin yaptıkları molekül modellerinin incelenmesi sonucunda; modeller düzenleme, renk, geometri, büyüklük ve çubuk başlıkları altında toplanarak sayılan özellikler açısından değerlendirilmiştir. Hazırlanan modellerdeki düzenlemede, çoğu öğrencinin karbonu merkez atom olarak seçtikleri, her bir atom için farklı renkleri kullandıkları, geometriyi genelde doğru bir şekilde gösterdikleri, en büyük atomu oksijen olarak belirledikleri ama bazı öğrencilerin de karbon ve oksijen atomlarının büyüklükleri arasında bir farklılık göremedikleri, büyük bir çoğunluğun ise karbon ve oksijen arasında çift bağ olduğunu belirttikleri ve bu çift bağı iki kısa çubukla gösterdikleri saptanmıştır [56].

Coll ve Taylor (2001), ortaöğretim ikinci ve üçüncü sınıf öğrencilerinin kimyasal bağlanmayla ilgili yanlış kavramalarını teşhis etmeyi amaçlamışlardır. Çalışmanın sonunda 20 yanlış kavrama ortaya çıkarılmıştır. Bu yanlış kavramalardan en yaygın olanları ise, iyonik ve metalik yapıların doğada moleküler halde bulunduğunun ve elektronegatifliğin tek bir elektronun çekilmesi olarak düşünülmesidir [8]. Coll ve Taylor (2002) başka bir çalışmalarında ise, kimya öğrencilerinin kimyasal bağlarla ilgili zihinsel modellerini incelemişler ve öğrencilerin moleküllerdeki kimyasal bağlanmayı genelde oktet kuralı ile açıklamaya çalıştıkları için kimyasal bağlanma konusunu kavramsal olarak anlayamadıklarını belirlemişlerdir [57].

Hurst (2002), moleküler yapının ders kitaplarında nasıl öğretildiğini ve nasıl sunulduğunu araştırmak amacıyla 10 ders kitabını incelemiştir. Moleküler yapının nasıl öğretildiğini elektronegatiflik, kimyasal bağın yapısı ve moleküler yapı teorileri açısından birkaç yönden değerlendirmiştir. Değerlendirmeler sonucunda; elektronegativite kavramının öğretiminin tarihsel gelişime dayalı olup modern anlayışa bağlı olmadığını, birden çok elektronegativite tanımının verildiğini, tüm kitapların bağ tipini belirlerken sadece elektronegativite farklılığını kullandıklarını, öğretmen ve ders kitaplarının daha çok VSEPR kuramı ve Lewis nokta yapısını

ayrıntılı bir şekilde anlatıp, Valens bağ teorisi ve moleküler orbital teoriye yeterince değinmedikleri için kavramların tam olarak öğrenilmediğini belirlemiştir [58].

Barker (2000), öğrencilerin kimyasal bağlarla ilgili düşüncelerini araştırdığı çalışmasında; 16-17 yaşlarındaki öğrencilerin iyonik bağ tanımlayamadıklarını, su molekülleri arasındaki etkileşimleri açıklayamadıklarını, molekül içi bağlarla moleküller arası kuvvetleri karıştırdıklarını ve atomlarla ilgili kimyasal olayları açıklarken insana özgü dili sıkça kullandıklarını belirlemiştir. Çalışma sonunda, öğrencilerde kimyasal bağlarla ilgili yanlış kavramaların oluşumunu engellemek ve konunun daha iyi öğrenilmesini sağlamak amacıyla öğretimle ilgili önerilerde bulunmuştur [59].

Genel anlamda kovalent bağ, diğer bağ çeşitleri ve bunlarla ilgili kavramlar konusunda literatürde birçok çalışma yer alırken, kovalent bağın açıklanmasında kullanılan Melezleşme ve onunla ilgili kavramlar konusunda çok az çalışmaya rastlanmaktadır (Zoller, 1990 ve Nakiboğlu, 2003). Melezleşme konusuna çok genel anlamda değinen Zoller (1990), bu kavramı öğrenmede öğrencilerin yaşadığı zorluğun ana kaynağının öğrencilerin atom orbitalleri ve yönelmelerini tam olarak bilmemeleri olduğunu belirtmiştir [64]. Melezleşme ile ilgili daha özel bir çalışma yapan Nakiboğlu (2003), kimya öğretmen adaylarının atomik orbitaller, melezleşme ve ilgili kavramlar hakkında sahip oldukları yanlış kavramaları araştırmıştır. Bu amaçla geliştirilen teşhis testi Fen Edebiyat ve Eğitim Fakültelerinde öğrenim gören 167 üniversite öğrencisine uygulanmış ve testin analiz sonuçları öğrencilerin atomik orbitaller, melezleşme ve melezleşme ile ilgili kavramlar hakkında yanlış kavramalara sahip olduklarını göstermiştir. Araştırmacı, öğrencilerin orbital kavramını tanımlarken ön bilgilerinden getirdikleri Güneş sistemi modeline bağlı kaldıklarını; aralarındaki farklılıklara dikkat etmeden orbital, yörünge ve kabuk kavramlarını birbiri yerine kullandıklarını, orbitallerdeki elektronları orbital yönelimlerini dikkate almadan kutucuklar halinde gösterdiklerini belirlemiştir. Tsaparlis ve Papaphotis'in (2002), 12. sınıfta öğrenim gören öğrencilerle yaptığı çalışmalarında da benzer kavramaların olduğu görülürken [65], Nakiboğlu ve Benlikaya'da (2001), öğrencilerin atomik yapıyı açıklarken hala basit bir çekirdek kabuk modelini kullandıklarına dair benzer sonuçlar bulmuşlardır [66].

Nakiboğlu (2003) çalışmasında, öğrencilerin çoğunun melezleşmenin neden gerçekleştiğine dair “melezleşmenin atomların oktet kuralına uymaları için gerektiği” ve “melezleşmenin atomların daha kararlı olmaları için gerçekleşmesi gerektiği” şeklinde iki kavram yanılgısına sahip olduğu belirlenmiştir. Bu durum, Taber’in (1995) öğrencilerin oktet kuralını kimyasal bağlanma ve kimyasal reaksiyonları açıklamak için temel bir ilke olarak kullandıklarını ifade eden bulgusunu desteklemektedir (Robinson, 1998; Coll ve Treagust, 2002; Coll ve Taylor, 2002; Taber, 2001). Yine aynı çalışmada, öğrencilerin melezleşmeyi, “değerlik elektronların çakışması”, “elektronların paylaşılması”, “yörünge veya kabuklar arasındaki elektron geçişi” olarak tanımladıkları ve melezleşmeyi sadece karbon atomuna has bir özellik olarak düşündükleri sonucuna ulaşılmıştır. Melezleşme ile elektronegativitenin ilişkisinin de araştırıldığı çalışmada, öğrencilerin “melezleşmenin elektronegativite etkisinin olmadığı ancak elektronegativitenin melezleşmeye etkisi olduğu” şeklinde başka bir yanlış kavramaya sahip oldukları belirlenmiştir. Bunların yanı sıra, çalışma sonunda, bağ türleriyle ilgili olarak öğrencilerin sigma ve pi bağı kovalent bağdan farklı bir bağ türü olarak algıladıkları ve iyonik bağ ile melezleşme arasında bir ilişkinin olduğunu düşündükleri de görülmüştür [67].

### **1.1.2. Literatürde Yer Alan İnsana Özgü Dil (Anthropomorphism) ve Canlılık (Animism) İle İlgili Çalışmalar**

Taber’in (1996) kimyasal bağlanma ile ilgili çalışmasında, öğrencilerle yaptığı ikili görüşmeler sonucunda öğrencilerin atomlar ve elektronlardan bahsederken sürekli olarak insana özgü dili içeren ifadeler kullandıklarını belirlemiştir. Çalışmasında saptadığı örnekler aşağıda toplu olarak verilmiştir:

- İki pozitif yük her zaman ‘birbirini iter’ ‘çünkü farklı yüklerdir ve birbirlerini ‘sevmezler’;
- Bir sodyum atomu ‘elektronlarından bir tanesini’ ‘klora borç veriyor’;
- ‘Flor aç gözlüdür çünkü iki elektronu koparmaya çalışır’;
- ‘Argonu ısıttığında veya kaynattığında, argonun atomları eğer istiyorlarsa etraflarında hareket etmekte özgür olurlar’;

- ‘Elektron ihtiyacı olmayan neon gibi kararlı olmak için karbon ve azot atomları her bir orbitallerini elektronlarla doldurmak isterler’;
- ‘Birinci kabuğu, kararlı olmak için elektrona ihtiyaç duyar....bu başka bir hidrojene katılır ve paylaşır, diğer hidrojen elektronu böylece iki elektrona sahip olduğunu düşünür’;
- ‘Yayılmış elektronlar elektrik iletkenliği gibi şeyler yapmak için yardımcı olabilirler’;
- ‘Bir atomun yapmaya çalıştığı şey kararlı olmaktır.... Metallerin durumunda bu onlar için daha kolaydır, elektron kaybederek kararlı olurlar’;
- ‘Atom daha düşük bir enerji seviyesini elde etmek ister’;
- ‘Elektronlar farklı atomlara aittirler’.

Taber (2001) diğer bir çalışmasında da, bir öğrenci ile kimyasal bağlanma konusunda yaptığı ikili görüşmelerde, öğrencinin atomlardan bahsederken genellikle insana özgü dile ait “istemek” fiilini kullandığını belirlemiştir [16].

Treagust ve diğer. (2003) ise çalışmalarında, bir öğretmenin periyodik tablodaki gruplar için sınıf içinde “Bay Toprak Alkali Metal” cümlesi ile canlılığı ve grupların özelliklerini açıklamak için, “gruplar arasında şizofrenik davranışa sahip olanlar vardır” ifadesi ile de insana özgü dili kullandığını belirtmişlerdir [18].

Nicoll (2001), öğrencilerin kimyasal bağlanma ile ilgili kavramlar, moleküllerin yapıları ve elektronegativite hakkındaki yanlış kavramaları araştırdığı çalışmasında, araştırmanın bulgularını “canlılığın” da yer aldığı bazı başlıklar altında toplamıştır. Canlılık başlığı altında, öğrencilerin sürekli olarak atomlar için elektronları “istemek”, “mutlu olmak”, kararlı moleküller ve elektronları “arayıp bulmak” gibi insana özgü ifadeleri kullandıklarını ve açıklamalarında moleküllere veya atomlara canlandırmayı yakıştırdıklarını belirlemiştir [55].

Coll ve Treagust (2002), ortaöğretim ve üniversite gibi farklı seviyeden öğrencilerin, kovalent bağlanma için tercih ettikleri zihinsel modelleri araştırdıkları diğer bir çalışmalarında, öğrencilerin bağlanmada yer alan, atomlardan bahsederken



sürekli “yalnız kalmak”, “istemek” ve “mutlu olmak” gibi insana özgü dile ait ifadeleri kullandıklarını ifade etmişlerdir [53].

Kallery ve Dimitris (2004) çalışmalarında, önceki yıllarda öğretmenlerin canlılık ve insana özgü dili nasıl algıladıklarını, fen derslerinde canlılık ve insana özgü dilin kullanımıyla ilgili durumlarda görüşlerini ve fen derslerinde canlılık ve insana özgü dili kullanıp kullanmadıkları ve eğer kullandıysa, kullanma nedenlerinin neler olduğunu araştırmışlardır. Bu soruların cevaplarını bulmak amacıyla, 15 yıllık öğretim deneyimine sahip 10 öğretmen ile grup görüşmeleri yapılmış ve onlara yazılı görevler verilerek çalışmanın amacına uygun veriler toplanmıştır. Yapılan görüşme ve çalışmalar sonucunda öğretmenlerin,

- Canlılığı literatürdeki tanımlara çok yakın olarak tanımlamalarına rağmen verilen örneklerde canlılık içeren ifadelerden ancak birkaç tanesini doğru bir şekilde teşhis ettikleri,
- Canlılık ile kıyaslandığında insana özgü dili tam olarak tanımlayamadıkları,
- Bir kısmının canlılık ve insana özgü dili genç çocuklara kavram ve olayları basitleştirmenin kolay bir yolu olarak gördükleri için onayladıkları,
- Bazılarının çocukların hayali bir dünyada yaşadıklarını ve gerçek ile hikayeyi ayırt edemedikleri için canlılık ve insana özgü dilin kullanımını onaylamadıkları,
- Geriye kalanlarının ise, canlılık ve insana özgü dilin kullanımına kuşkuyla yaklaştıkları ve çok genç çocuklarda bilişsel ve duygusal problemlere neden olabileceğini düşündükleri belirlenmiştir.

Ayrıca öğretmenlerin yapılan görüşmeler sırasında canlılık ve insana özgü dili kullanma nedenleri;

- Konuyla ilgili yeterli bilgiye sahip olmamaları,
- Zor ve alışılmamış bilimsel kavram ve olayları açıklamaya çalıştıklarında bu dilleri kullanmanın kolay bir çıkış olması,
- Fen kavram ve olaylarını açıklamak veya göstermek için gerekli öğretim stratejilerini bilmemeleri,

- Kavramlar bilimsel yollarla açıklandığında anlamayan ve ilgilenmeyen çocukların dikkatini çekmeleri olarak belirlenmiştir [79].

Tamir ve Zohar (1991), 10. ve 12. sınıfta öğrenim gören 28 öğrenci ile insana özgü dil ve canlılık üzerine görüşmeler yapmışlardır. Görüşmelerin sonucunda, örneklemedeki öğrencilerin çoğunun insana özgü dil ve canlılık içeren ifadelerin kafa karıştırıcı ve yanıltıcı olabileceğini ve bu yüzden kaçınılması gerektiğini düşündüklerini rapor etmişlerdir [21].

## **1.2. Kovalent Bağ ve Melezleşme İle İlgili Teori**

### **1.2.1. Kovalent Bağ**

Bağ oluşumuna neden olan elektronların atomlar tarafından ortaklaşa kullanılmasıyla oluşan bağa kovalent bağ denir. Kovalent bağın oluşumunu açıklamak amacıyla geçmişten bugüne kadar, her biri bir önceki kuramın eksiklik ve yetersizliklerini tamamlayacak şekilde bir çok kuram ortaya atılmıştır. Bu kuramları aşamalılık ilişkisine ve tarihsel olarak inceleyecek olursak;

### **1.2.2. Lewis Nokta Yapısı ve Oktet Kuralı**

Lewis kuramı, molekülleri çok basit bir şekilde göstermek amacıyla ileri sürülmüş bir kuramdır. Lewis, kimyasal olaylarda atomların çekirdeğe yakın elektronlarının etkilenmediğini düşünerek atom ve moleküller için bir yapı şekli önermiştir. Lewis'in nokta yapısı olarak bilinen bu gösterim biçiminde, atom çekirdeği ve iç elektronlar sembollerle, değerlik elektronları ise noktalarla gösterilmektedir [80]. Lewis yapılarında bağlar, atomlar arasında bir veya daha çok elektron çifti ortaklaştığında meydana gelir. Bazı moleküllerde ise, atomlar üzerinde bağ yapmayan elektron çifti de bulunabilir. Bu elektronlar molekülün şekli ve etkinliğine katkıda bulunur, fakat atomların bağlanmasına doğrudan bir katkısı yoktur [81]. Lewis, nokta yapısında kovalent moleküllerdeki atomların her birinin asal gaz yapısına ulaşmaya kadar elektronları paylaştıklarını belirterek helyuma yakın elementlerde duplet diğerlerinde oktetin oluştuğunu ifade etmiştir.

### 1.2.3. Değerlik Kabuğu Elektron Çiftleri İtmesi (VSEPR) Kuramı

Lewis yapıları, moleküllerin şekli hakkında bilgi vermez sadece basitçe atomlar arası bağları ve sayıları gösterirler. Bir moleküldeki bağ yapan elektronlar ve ortaklanmamış elektronların yaklaşık yerlerini gösterirler. Atomlar arasındaki bağlantıların iki boyutlu bir gösterimi olduğundan, atomların uzaydaki konumlarını tam olarak belirlemez [82]. Lewis kuramının güçlü yanı, uygulamasının kolay olmasıdır. Molekül geometrisini ise deneysel sonuçlarla iyi uyuşan Değerlik Kabuğu Elektron Çiftleri İtmesi (VSEPR) kuramı ile açıklayabiliriz [83]. VSEPR kuramı, elektron çiftleri arasındaki elektrostatik itmeye dayanarak moleküllerin şeklini tahmin etmede kullanılan bir yöntemdir. Lewis yapılarını temel alarak molekülün şeklini belirlemeye çalışan VSEPR kuramında, merkez atomu çevresindeki değerlik elektron çiftleri arasındaki itme dikkate alınır. Kuram, molekülün merkez atom çevresindeki elektron çiftleri arasında en az itmenin olduğu en kararlı şekli alacağını vurgular [80]. Çok basit bir yöntem olmasına rağmen, deneysel sonuçlarla oldukça uyumlu önerilerde bulunur. Kuramın, moleküllerin yaklaşık şekillerini çok iyi tahmin ettiği, fakat bağlanma ile ilgili tam bir model olmadığı unutulmamalıdır [81].

### 1.2.4. Valens Bağ Teorisi

Valens bağ teorisi, moleküllerin neden bağ oluşturdukları ve hangi şekli neden aldıklarını açıklamaya yardımcı olan bir moleküler bağlanma modelidir. Lewis teorisinde, kovalent bağ elektronların paylaşımı sonucu oluşur. Böyle bir paylaşım elektron yoğunluğunu çekirdekler arasında yoğunlaştırır. Valens bağ teorisinde ise, iki çekirdek arasındaki elektron yoğunluğunun oluşumunun, bir atomun değerlik orbitalinin diğer atomunkine karıştığı zaman gerçekleştiği düşünülür. Bu durumda, orbitaller boşlukta bir bölgeyi paylaşıyor veya çakışıyor (overlap) denir. Orbitalerin çakışması, iki elektronun çekirdekler arasındaki ortak boşluğu ters spinli olarak paylaşmasına yani kovalent bağ oluşumuna izin verir [84]. Dolayısıyla kovalent bağ Valens bağ teorisinde, iki atom arasında, atom orbitallerinin örtüşmesinden oluşan yüksek elektron yoğunluğuna sahip bir bölge olarak açıklanır [83].

### 1.2.5. Melezleşme

Kovalent bağlarda, ortaklanmış elektron çiftleri bağı oluşturan atomlar tarafından sağlanmalıdır. Valens bağ teorisine göre kovalent bağın oluşumu atom orbitallerin örtüşmesi ile gerçekleşir. Bir orbitalde en fazla iki elektron bulunduğundan, örtüşmeye katılan atom orbitallerinden her birinde birer elektron bulunmalıdır. Bu teoriye göre, her atom sahip olduğu çiftleşmemiş elektron sayısı kadar kovalent bağ yapabilir sonucu çıkarılabilir. Ancak bazı moleküllerde yeterli sayıda ortaklanmamış elektron olmamasına rağmen, elektron sayısına göre fazla sayıda kovalent bağ yapması, Valens bağ teorisinin kovalent bağların açıklanmasında yetersiz kaldığını göstermektedir. Bu durumda, kovalent bağların açıklanmasındaki yetersizlik, yalnızca atom orbitallerindeki çiftleşmemiş elektron sayısının azlığından değil, atom orbitallerinin uzaydaki yönelmelerinin kovalent bağlarınkinden farklı olmasından da kaynaklanmaktadır. Bu nedenlerden dolayı, bir molekülün deneysel olarak belirlenen geometrisi ile elektron yapısı arasındaki uyumsuzluğu gidermek amacıyla melezleşme kavramı önerilmiştir. Molekülün gerçek yapısındaki bağların oluşumunu açıklayabilmek için, bir atomun iki veya daha çok sayıda orbitalinin birbiri ile karışarak bağ oluşumuna uygun simetride melez orbitaller oluşturduğu düşünülür. Bu şekilde, atom orbitallerinin karıştırılarak amaca uygun yeni orbitaller oluşturulmasına “melezleşme” ve oluşturulan orbitallere de “melez orbitaller” denir [80]. Melezleşen atomik orbital türü ve melezleşmeye katılan atom orbital sayısına göre melezleşme türleri  $sp^3$ ,  $sp^2$ ,  $sp$ ,  $sp^3d^2$  ve  $sp^3d$  şeklinde olabilir.

Melezleşme, sadece verilen bir molekül yapısı için gerekli bağların teorik bir açıklama yoludur. Melezleşme, molekül geometrisinin bir yorumlamasıdır; molekül geometrisi, melezleşmenin bir sonucu değildir [82].

### 1.3. Araştırmanın Önemi:

Üniversite kimya öğrencilerinin Melezleşme ile ilgili kavram yanlışlarının belirlenmesi amacıyla yapılan çalışma sayesinde, Melezleşme konusundaki ve bu kavramın öğrenilmesinde ön koşul olan bilgilerdeki eksiklikler ve kavram yanlışları belirlenerek daha ileri öğrenmeye engel oluşturabilecek durumlar ortadan

kaldırılabilir. Ayrıca yapılan çalışma, melezleşme konusunun öğretilmesinde kimya eğitimine ve kimya öğretmenlerine bir rehber olabilecek niteliktedir.

#### **1.4. Çalışmanın Amacı**

Literatürde yer alan çalışmalar incelendiğinde, genelde kimyasal bağlar, orbital, molekül geometrisi ve polarlık gibi konuların öğrenciler tarafından ne kadar anlaşıldığı ve öğrencilerin bu konularda kavram yanlışlarının olup olmadığı araştırılmıştır. Bu nedenle öğrencilerin anlamakta zorlandıkları ve genellikle konuyla ilgili ön kavramalarında eksiklik olduğu için zihinlerinde yapılandırmakta zorlandıkları melezleşme konusu seçilmiştir. Bu çalışmada, daha önce melezleşme konusunda yapılan çalışmada [67] belirlenen kavram yanlışlarını biraz daha derinleştirip, sonuçların genellenebilirliğini arttırmak amaçlanmaktadır. Bu amaçla çalışmadaki alt başlıklar şu şekilde verilebilir:

- Üniversite öğrencilerinin, melezleşme konusunu öğrenebilmeleri için gerekli olan ön kavramlarla ilgili sahip oldukları kavram yanlışları var mıdır?
- Melezleşme ve onunla ilgili kavramlara ait üniversite öğrencilerinin kavram yanlışları var mıdır?

#### **1.5. Sayıtlar**

- 1) Açık uçlu ve çoktan seçmeli olmak üzere iki bölümden oluşan testin bu araştırma için uygun veri toplama aracı olduğu kabul edilmektedir.
- 2) Uygulanan testin geçerli ve güvenilir olduğu kabul edilmektedir.
- 3) Testin uygulandığı öğrencilerin aynı koşullarda kimya dersi aldığı kabul edilmektedir.
- 4) Çalışmada örneklemden elde edilen sonuçların evrene genellenebilir olduğu kabul edilmektedir.

## **1.6. Sınırlılıklar**

Bu araştırma, Balıkesir Üniversitesi Necatibey Eğitim Fakültesi Kimya Eğitimi ve Fen Edebiyat Fakültesi Kimya bölümü öğrencileri ile sınırlıdır.

## **1.7. Kısaltmalar**

KY: Kavram Yanılgısı

KYTT: Kavram Yanılgısı Teşhis Testi

## 2. YÖNTEM

### 2.1. Evren ve Örneklem

Bu araştırma evrenini; 2003-2004 eğitim-öğretim yılında öğrenim gören Balıkesir Üniversitesi Necatibey Eğitim Fakültesi Kimya Eğitimi Anabilim dalı 5 yıllık tezsiz yüksek lisans programı (3,5+1,5) ve (4+1,5) öğrencileri ile Fen Edebiyat Fakültesi Kimya bölümü öğrencileri oluşturmaktadır.

Araştırmanın örneklemini 140 kız ve 126 erkek olmak üzere toplam 266 kişilik öğrenci grubu oluşturmaktadır. Örneklemini Necatibey Eğitim Fakültesinden 1, 2. ve 3. sınıflarındaki öğrenciler, Fen Edebiyat Fakültesinden 1.,2.,3.4. ve 5. sınıfların hem birinci öğretim, hem de ikinci öğretimde öğrenim gören öğrenciler ve 4. sınıfın sadece birinci öğretimindeki öğrenciler oluşturmaktadır. Örnekleimde bütün evrendeki sınıflardan ulaşılabilenler örnekleme dahil edilmiştir.

### 2.2. Örneklemin Kimyasal Bağlar Konusundaki Geçmiş Deneyimleri

Öğretimde, atom kavramı öğrencilere ilk olarak ilköğretim okullarının 4. sınıfında fen derslerinde öğretilir. Atomik yapının kısa açıklamaları 7. sınıfta verilir ve 8. sınıfta kimyasal bağlanmaya genel bir giriş yapılır. Kimya dersleri lisede öğrencilere 3 yıl boyunca öğretilmeye devam edilir. “Kuantum mekanik modeli” ve “kimyasal bağlanma” orta öğretim kimya programının bölümleridir. 9. sınıfta Dalton teorisinden sonra diğer Atomik teoriler öğretilir Bohr Atom Modeli açıklandıktan sonra kuantum mekanik modeline (veya Modern Atom Teorisine) genel bir giriş yapılır. Öğrenciler ilk kez orta öğretim düzeyinde, 9. sınıfta orbital kavramıyla tanışır. Onlara sadece orbital tipleri (s, p, d, f), s ve p orbitallerinin şekilleri ve birinci kuantum sayısı öğretilir. Melezleşme konusundaki genel açıklamalar ise ilk kez 11. sınıfta verilir.

Üniversiteye gelindiğinde, atomik yapı ve kimyasal bağlanma, Genel Kimya 1 ve 2 derslerinde önemli bir yere sahiptir. Atomik yapı ve ilgili teoriler genel olarak Genel kimya 1 dersinde öğretilir. Bazı öğretmenler “ melezleşmeyi” Genel Kimya 1 dersinde, bazıları ise Genel Kimya 2 dersinde öğretmeyi tercih ederler. “Kuantum mekanik modeli” ve “ melezleşme” konuları genellikle Kimya programlarının 3.

yarıyılında verilir, Anorganik Kimya 1 dersinde ayrıntılı olarak yeniden açıklanır. Araştırmadaki öğrenciler tarafından alınan Anorganik Kimya 1 dersinin başlangıcında atomik yapı, Bohr teorisi ve Kuantum Mekanik modeli çok geniş bir şekilde tartışılmaktadır. Ayrıca, 1. ve 2. sınıftaki Genel Kimya ve Anorganik Kimya derslerinden sonra 3. sınıfta Organik Kimya derslerinde de “melezleşme” konusu tekrar gözden geçirilir.

Genel olarak “melezleşme” konusu öğretilmeden önce Valens Bağ Teorisi öğretilir. Öğretim genellikle metan molekülündeki karbon atomunun niçin 4 eşit bağ yaptığının sebebinin açıklanmasıyla başlamaktadır. Daha sonra melezleşmenin farklı türleri ve bu melez orbitallerinin oluşumları öğretilmektedir. Son olarak molekül yapılarını saptama ve melezleşme enerjisi, çoklu bağlanma, melezleşmenin elektronegatiflik üzerine etkisi konuları verilmektedir.

Örnekleme grubundaki öğrencilerin hepsi melezleşme ve melezleşme konusuyla ilişkili, melezleşmenin temelini oluşturan alt kavramları bu yıl içindeki derslerinde ve daha önceki dönemlerdeki derslerinde görmüşlerdir.

Örnekleme yer alan öğrencilerden Necatibey Eğitim Fakültesi ve Fen Edebiyat Fakültesi 1.sınıf öğrencileri melezleşme konusunu ilk olarak Genel Kimya derslerinde görmüşler ve genelde Mortimer’in Modern Üniversite Kimyası [62] kitabını kullanmışlardır. Necatibey Eğitim Fakültesi ve Fen Edebiyat Fakültesi 2. sınıf öğrencileri ise melezleşme konusunu Genel Kimya, Anorganik Kimya ve Organik Kimya derslerinde görmüşlerdir. Anorganik kimya derslerinde Saim Özkar’ın “Anorganik Kimya” kitabı kullanılmaktadır [80]. 3. sınıf öğrencileri ise melezleşme konusunu 1. sınıfta Genel Kimya, 2. sınıfta Anorganik Kimya ve 3. sınıfta Organik Kimya derslerinde görmüşlerdir. Organik Kimya derslerinde ise melezleşme konusu öğretilirken Palme yayıncılığın [81] Organik Kimya kitabından yararlanılmaktadır.

### **2.3. Teşhis Testinin Geliştirilmesi ve Uygulanması**

Testin geliştirilmesinde ilk olarak ders kitaplarının içerik analizi yapılmış ve dersleri veren öğretim elemanları ile görüşmeler yapılarak ders içerikleri



belirlenmiştir. Literatürdeki konuyla ilgili yanlış kavramaların da dikkate alınmasıyla bir “Kavram Yanılgı Teşhis Testi (KYTT)” hazırlanarak, bir pilot çalışma ile 82 kişilik bir gruba uygulanmıştır. Pilot çalışma analizlerine göre tekrar düzenlenen test 102 kişilik bir gruba uygulanarak, güvenirlik ve madde analizi çalışması yapılmıştır. Bu analiz sonucunda Cronbach alfa güvenirlik katsayısı 0,66 olarak bulunmuştur. Test maddelerinin ayırt edicilik ve güçlük indeksi değerleri Tablo 2.1’de verilmiştir.

**Tablo 2.1.** KYTT’ne Ait Güçlük İndeksi ve Ayırtedicilik İndeksi Değerleri

Soru No	Güçlük İndeksi	Ayırtedicilik İndeksi
1	0,95	0,09
2	0,47	0,24
3	0,37	0,48
4	0,23	0,34
5	0,42	0,34
6	0,52	0,38
7	0,44	0,45
8	0,51	0,43
9	0,58	0,45
10	0,66	0,41

KYTT testi, iki bölümden oluşmakta olup ilk bölüm 2 adet açık uçlu soru içermektedir. İkinci bölümün ilk kısmında çoktan seçmeli sorular ile ikinci kısmında seçtikleri şıkkın nedenini açıkladıkları toplam 10 adet soru yer almaktadır.

KYTT, araştırmacı tarafından konu anlatımdan sonra her sınıfta tek tek uygulanmıştır. Elden dağıtılan testler için öğrencilere 30 dakika cevaplama süresi verilmiştir. KYTT Ek.1’de yer almaktadır.

#### **2.4. Verilerin Analizi**

Açık uçlu kısımların analizinde Abraham ve diğer. (1994) tarafından geliştirilen (5)’li “Anlama Düzeyi ”ölçeği kullanılmıştır. Bu sorular Tablo 2.2’de yer alan kategorilere göre analiz edilmiştir.

**Tablo 2.2.** Açık Uçlu Soruların Analizinde Kullanılan Anlama Düzeyi Ölçeği Tablosu

<b>Anlama Düzeyi</b>	
<i>Tam Anlama</i>	Geçerli yanıtın tüm bileşenlerini içeren yanıtlar.
<i>Kısmi Anlama</i>	Geçerli yanıtın bileşenlerinden en az birini içeren yanıtlar, ama bileşenlerin hepsi değil.
<i>Yanlış Kavramalı Kısmi Anlama</i>	Kavramın anlaşıldığını ancak yine de bir yanlış anlamanın olduğunu gösteren yanıtlar.
<i>Yanlış Kavrama</i>	Mantıksız veya yanlış bilgiyi içeren yanıtlar.
<i>Anlama Yok</i>	<i>Anlamsız:</i> Konu ile ilgisi olmayan veya belirgin olmayan yanıtlar.
	<i>Yeniden Yazmak:</i> Sorudaki bilgiyi tekrar eden yanıtlar.
	<i>Yanıt Yok:</i> Boş.

Bu ölçek, öğrenci yanıtlarının sınıflandırılması, anlama düzeylerinin ortaya çıkarılması ve öğrenciler arasında kıyaslama yapılmasında bir çok araştırmacı tarafından sıklıkla kullanılmaktadır (Ayas (2005) [86], Nakiboğlu (2003) [67], Abraham (1994) [87]). Geçmişten bugüne kadar, özellikle öğrencilerin yanlış kavramalarının teşhisi ve anlama düzeylerinin belirlenmesinde de en yaygın şekilde kullanılan ölçeklerden biridir.

Açık uçlu soruların analiz güvenilirliği için, değerlendirmeci uyuşmasına bakılmıştır. Bir grup test, tez hazırlayıcı ve Anorganik Kimya alanında doktora olan bir öğretim üyesi tarafından ayrı ayrı analiz edilmiş ve sonuçlar % 95 uyumlu bulunmuştur.

Çoktan seçmeli kısımların ilk ucunun analizinde doğru şıklar belirlenip, tek tek sayılmış ve sonuçlar yüzde ve frekans olarak verilmiştir. Ayrıca her doğru şık için "1" yanlış şık için "0" verilerek öğrencilerin kağıtları puanlanarak aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri hesaplanmıştır.

İkinci ucun analizinde doğru şıkkı tercih edenlerin, doğru açıklama yapıp yapmamalarına göre sayıları belirlenerek tablolaştırılmıştır. Yanlış şıkkı tercih edenlerin açık uçlu kısımları kavram yanılgısı ifadelerine göre analiz edilmiştir.

Çoktan seçmeli sorular 0 ile 3 arasında değişen notla değerlendirilmiştir. Değerlendirme ölçeğindeki puanlama Tablo 2.3’de verilen kriterlere göre yapılmıştır.

**Tablo 2.3.** Çoktan Seçmeli Soruların Değerlendirilmesinde Kullanılan Puanlama Kriterleri Tablosu

<b>PUAN</b>	<b>KODU</b>	<b>PUANLAMA İÇİN KRİTERLER</b>
3	A	Eğer öğrenci çoktan seçmeli kısmı doğru cevaplayıp, açıklamasını tam olarak yapmışsa,
2	B	Eğer öğrenci çoktan seçmeli kısmı doğru cevaplayıp, açıklaması kısmi anlama ise,
1	C	Eğer öğrenci çoktan seçmeli kısmı doğru cevaplayıp, açıklamaya cevap vermedi ya da kısmi anlamalı yanlış kavramaya sahipse,
0	D	Eğer öğrenci çoktan seçmeli kısmı doğru cevaplayıp, sadece yanlış kavrama içeren açıklamaya cevap vermişse,
0	E	Çoktan seçmeli kısım yanlış ise,
0	F	Her iki kısım da boş bırakılmış ise.

### 3.BULGULAR

Melezleşme konusuyla ilgili test iki bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde açık uçlu sorular ikinci bölümde ise; birinci ucunda çoktan seçmeli sorular ikinci ucunda şıkkı seçme nedeninin sorulduğu sorular yer almaktadır.

#### 3.1. KYTT'nin Birinci Kısımına Ait Bulgular

Açık uçlu soruların yer aldığı KYTT'nin birinci bölümdeki soruların analizi sonucunda, öğrencilerin birinci ve ikinci soruya verdikleri cevaplar anlama düzeylerine göre tam anlama, kısmi anlama, yanlış kavramalı kısmi anlama, yanlış kavrama ve anlama yok şeklinde beş başlık altında gruplandırılarak tablolar oluşturulmuştur. "Atomik orbitallerin neden melezleştiğinin" sorulduğu 1.soruya ait Anlama Düzeyi analiz sonuçları Tablo 3.1'de verilmiştir.

**Tablo 3.1.** Birinci Açık Uçlu Sorunun Anlama Düzeyi Tablosu

Cevap Tipi	(f)	(%)
<b>A. Tam Anlama</b>	2	0,62
1. Elektronlar boş orbitallere ters spinli olarak girerler. Bir atomun bağ yapabilmesi için yapacağı bağ kadar tek elektron içeren orbital olması gerekir. Bağ yapacak sayıda tek elektron içermeyen orbitaller melezleşerek dolu orbitaldeki elektronun birini boş orbitale aktararak bağ yapacak tekli elektron orbitallerini oluşturur.	1	0,31
2. Deneyler sonucunda elde edilen bağ sayısı ile teoride olması gereken bağ sayısı aynı değil ise atomik orbitaller melezleşerek aynı enerji düzeyinde istenilen bağ sayısını elde eder.	1	0,31
<b>B. Kısmi Anlama</b>	37	11,4
1. Bağ yapmak için.	28	8,64
2. Atomik orbitallerde kullanılan Lewis yapısı bazı bileşiklerin yapısını tam olarak açıklayamadıkları için melezleşmeye gerek duyarlar.	1	0,31
3. (Melez) Orbitallerin geometrilerini belirlemek amacı ile melezleşmiş hallerini bilmeliyiz.	1	0,31
4. Daha çok sayıda bağ oluşturabilmek için.	5	1,54

Tablo 3.1'in Devamı

Cevap Tipi	(f)	(%)
5. Çünkü tepkimenin olabilmesi için yarı dolu orbital gereklidir. Melezleşme sayesinde boş olan orbitalleri yarı dolu hale gelir.	2	0,62
<b>C. Yanlış Kavramalı Kısmi Anlama</b>	17	5,25
1. Çünkü hepsi kararlı olmak isterler ve <i>bundan dolayı yarı dolu şekle geçmeye çalışırlar</i> . Bunun sonucu da melezleşmeye gerek duyarlar.	2	0,62
2. Daha kararlı yapıda olmak için melezleşme yapabilirler. Enerjilerini düşürüp daha kararlı hale geçerler. <i>Geometrisi melezleşmeye zorlar</i> .	4	1,24
3. <i>Melezleşme melezleşmedir. Yani orbitallerin kaynaşmasıdır</i> . Son yörüngedeki elektronlarını oktete uydurmak ve orbitallerin (iki farklı atomun) uygun çakışması için melezleşme olur.	1	0,31
4. Kararlı olabilmek, <i>bağ oluşturabilmek için melezleşmeye gerek duyarlar</i> .	4	1,24
5. Orbitaller melezleşerek enerjilerinin düşürüp kararlı hale gelirler. <i>Ayrıca bağ yapmalarını sağlar</i> .	2	0,62
6. Atomik orbitaller daha kararlı hale geçmek için bileşik oluştururlar. <i>Bileşik oluşturmaları için yarı dolu orbitallerinin olması gerekir. Bu nedenle belirli bir enerjiyle uyarılıp melez orbitallerini oluştururlar</i> .	1	0,31
7. Daha kararlı yapı oluşturmak için. <i>Yani molekülün bağ sayısını arttırır</i> .	1	0,31
8. <i>Atomik orbitallerin bağ yapması için orbitallerinde tek elektron olması gerekir. Örneğin karbonda <math>1s^2 2s^2 2p^2</math> orbitalinde normalde 2 bağ yapması gerekir. Melezleşme yaparsa 4 bağ yapabilir</i> . Böylece atom geometrik şeklini belirler.	1	0,31
9. <i>Atomlar bağ yapmak için melezleşirler ve orbitallerini oktete tamamlamaya çalışırlar</i> .	1	0,31
<b>D. Yanlış Kavramalar</b>	231	71,3
1. Elektronların düşük enerji düzeyinden yüksek enerji düzeyine geçebilmesi için.	13	4,01
2. Yüksek olan enerjilerini azaltmak amacıyla melezleşme yaparlar.	7	2,16
3. Enerji düzeylerini eşitlemek için.	7	2,16

Tablo 3.1'in Devamı

Cevap Tipi	(f)	(%)
4. Böylece bir orbitalden diğerine elektron geçişi gerçekleştirilerek atomlar arası elektron alışverişi veya ortaklaşması yapılır.	1	0,31
5. Atomik orbitallerin bağ yapmak için enerjiye ihtiyaçları vardır.	1	0,31
6. Melezleşme ile eş enerjili <i>moleküler orbitaller</i> oluşur.	1	0,31
7. Elektron ihtiyaçlarını karşılamak için birbirleriyle örtüşürler ve yeni <i>moleküler orbitaller</i> oluşur.	3	0,93
8. Atomik orbital <i>saf orbitallere</i> göre bazen daha az enerjili yeni melez orbitaller sayesinde daha çok sayıda bileşik oluşturabilirler.	1	0,31
9. Atomik orbitallerin atomları melezleşerek melezleşir.	1	0,31
10. Dolu veya boş orbitallerin doldurulması için melezleşmeye gerek duyarlar.	3	0,93
11. Atomik orbitaller oktetlerini tamamlayıp kararlı hale geçebilmek için melezleşirler.	45	13,9
12. Birbirleri ile elektron alıp ya da verip daha düşük enerjili ve daha kararlı bileşikler oluşturmak için.	142	43,86
13. Moleküler orbitalleri oluşturup daha kararlı hale geçmek için. Atomik orbitallerin simetrilerinin çakışması sonucu oluşurlar.	1	0,31
14. Küresel simetriye uyup yapının kararlılığını artırır.	2	0,62
15. Daha kolay bileşik yapmak için.	2	0,62
16. Atom uyarılıp boş orbitaller oluşturulabilir.	1	0,31
<b>E. Anlama Yok</b>	<b>37</b>	<b>11,42</b>
Anlamsız	20	6,17
Yeniden yazmak	-	-
Yanıt yok	17	5,25

“Atomik orbitallerin niçin melezleştiğinin” sorulduğu birinci açık uçlu soruda öğrencilerin sadece yaklaşık %1’i tam anlama, % 11’i kısmi anlama, % 5’i yanlış kavramalı kısmi anlama ifadelerinin olduğu açıklamalar yaparken, % 71’inin atomik orbitallerin melezleşmesiyle ilgili kavram yanlışlarına sahip oldukları belirlenmiştir.

Tablo 3.1’de yer alan öğrencilerin yanlış kavramalı kısmi anlama ifadeleri incelendiğinde; her birinde melezleşmenin kararlılık veya oktete dayandırıldığı görülmektedir. Bunlardan, % 1’i bu durumu kararlılığa bağlarken, % 4’ünün ise okteti tamamlamaya dayandırdıkları görülmektedir. Açıklamalarında görülebileceği gibi melezleşmenin bağ oluşumunu gerçekleştirmek için gerekli olduğunu bilseler bile, bağ oluşumunu bilişsel yapılarında önbilgilerinden getirdikleri şekilde ancak kararlılık ve oktete göre açıklayabildikleri için melezleşmeyi de kararlılık ve oktete göre açıklayabilmişlerdir. Burada da ön bilgilerin bir sonraki öğrenime bir engel olarak hareket edebileceği görülmektedir.

Tablo 3.1'deki öğrencilerde belirlenen yanlış kavrama ifadeleri analiz edildiğinde; en fazla yanlış kavramaların %14 ve % 44 oranlarında sırasıyla melezleşmenin okteti tamamlama ve kararlılığa bağlı olarak açıklandığı ifadeler olduğu görülmektedir. Öğrencilerin çoğunun sahip olduğu bir diğer yanlış kavrama ise melezleşmenin elektronların uyarılması (% 4) ve boş ya da yarı dolu orbitallerin doldurulması (% 1) olarak düşünmeleridir.

Yine burada yer alan bazı kavram yanlılığı ifadelerinden (ifade 6, 7 ve 13), öğrencilerin Molekül Orbitali ile Melez Orbitali birbirine karıştırdıkları görülmektedir.

İkinci açık uçlu soruda, “ öğrencilerin melezleşme türü, sigma ve pi bağlarının oluşumunu ve molekülünün geometrisini nasıl belirlediklerini ortaya

çıkarmak amacıyla “ $\text{H}-\overset{\text{H}}{\underset{|}{\text{C}}}=\overset{\text{H}}{\underset{|}{\text{C}}}-\text{H}$ ” molekülündeki atomların melezleşmesini göstererek, geometrisini çizmeleri istenmiştir. 2.soruya ait Anlama Düzeyi analiz sonuçları Tablo 3.2'de verilmiştir. Bu sorunun anlama düzeylerine göre gruplandırılması yapılırken algoritmik bir soru olduğu için, birinci sorudaki gibi sadece doğrudan öğrenci ifadeleri alınamamış ayrıca benzer çizimler gruplandırılarak ve bunların ne olduğu açıklanarak Tablo 3.2'de verilmiştir. Her bir gruba ait örnek çizimler ise Tablo 3.2'ye ait açıklamalardan sonra gösterilmiştir.

**Tablo 3.2.** İkinci Açık Uçlu Sorunun Anlama Düzeyi Tablosu

Cevap Tipi	(f)	(%)
<b>A. Tam Anlama</b>		
1. Eten molekülündeki melezleşmenin türü, molekül geometrisi, bağ açısı, orbitallerin çakışması ve sigma ve pi bağlarının oluşumları tam olarak doğru bir şekilde gösterilmiş.	4	1,24
<b>B. Kısmi Anlama</b>	55	16,9
1. Moleküldeki orbitallerin çakışması ve üçgen düzlem olarak geometrisi doğru bir şekilde çizilmiş.	3	0,93
2. Sadece moleküldeki melezleşme türü doğru bir şekilde belirlenmiş.	36	11,1
3. Moleküldeki merkez atomun yaptığı melezleşme türü ve molekülün geometrisi doğru bir şekilde ifade edilmiş.	4	1,24
4. Moleküldeki merkez atomun yaptığı melezleşme türü doğru bir şekilde ifade edilerek geometriye ve bağ açısına değinilmeden orbitallerin çakışması doğru olarak çizilmiş.	5	1,54
5. Moleküldeki merkez atomun yaptığı melezleşme türü doğru bir şekilde ifade edilerek çakışmalar geometriye uygun bir şekilde çizilmiş.	3	0,93
6. Karbonlar arasında hem sigma hem de pi bağları gösterilmiş.	1	0,31
7. Sadece uyarılma durumunda pi bağı için ayrılan bir p atomik orbitalinin olduğu gösterilmiş.	1	0,31
8. Sadece molekülün açık formülü üzerinde bağ açısı doğru bir şekilde gösterilmiş.	1	0,31
9. Molekülün geometrisi üçgen düzlem (düzlemsel) olarak belirtilmiş.	1	0,31
<b>C. Yanlış Kavramalı Kısmi Anlama</b>	44	13,58
1. Moleküldeki merkez atomun yaptığı melezleşme türü yanlış olmasına rağmen melez ve atomik orbitallerin çakışmaları ve molekül geometrisi doğru bir şekilde çizilmiş.	4	1,24
2. Moleküldeki merkez atomun yaptığı melezleşme türü doğru ancak; <ul style="list-style-type: none"><li>Moleküldeki çift bağdaki pi ve sigma bağının oluşumundaki orbitallerin çakışması yanlış ve farklı bir şekilde gösterilmiş.</li><li>Karbon atomunun tek bir orbitaliyle iki hidrojen atomunun s orbitalleri çakıştırılmış.</li><li>Çakışmalar açık formüle göre yapılmış.</li><li>Moleküldeki geometriye dikkat edilmeden melez orbitaller atomik orbital gibi çizilmiş.</li></ul>	6	1,85
3. Merkez atomun yaptığı melezleşme türü ve melez ve atomik orbitallerin çakışmaları doğru fakat molekülün geometrisi açık formülüne göre çizilmiş yada yanlış bir şekilde ifade edilmiş (çizgisel, açısız) .	2	0,62
4. Merkez atomun yaptığı melezleşme türü ve molekülün geometrisi doğru ancak orbitaller yanlış bir şekilde açık formüle göre çakıştırılmış.	5	1,54
5. Molekülün geometrisi doğru bir şekilde gösterilirken; <ul style="list-style-type: none"><li>Sigma ve pi bağının kovalent bağdan farklı olduğu düşünülüyor.</li></ul>	2	0,62



Tablo 3.2'nin Devamı

<b>Cevap Tipi</b>	<b>(f)</b>	<b>(%)</b>
<p>6. Moleküldeki melez ve atomik orbitallerin çakışması doğru ancak;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Merkez atomun yaptığı melezleşme türü yanlış</li> <li>▪ Molekül geometrisi yanlış</li> <li>▪ Molekülün geometrisi gerçek geometrisine dikkat edilmeden açık formüle göre çizilmiş.</li> </ul>	12	3,70
<p>7. Merkez atomun yaptığı melezleşme türü doğru ancak;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Molekül geometrisi yanlış (doğrusal veya tetrahedral)</li> <li>▪ Molekül geometrisi (açısal) ve bağ açısı (109,5) yanlış</li> <li>▪ Molekül geometrisi, çakışmalar ve bağ açısı yanlış</li> <li>▪ <math>sp^2</math> melezleşmesinde s orbitalinin H atomundan <math>p^2</math>'nin ise C atomundan geldiği düşünülüyor.</li> <li>▪ Karbon atomuna üç yada beş bağ yaptırılmış.</li> <li>▪ Molekül geometrisi çakışma olmadan Lewis formülüne göre çizilmiş.</li> </ul>	12	3,70
<p>8. Sigma bağının oluşumu doğru bir şekilde gösterilmesine rağmen p atomik orbitalleri melez orbitalleri olarak isimlendirip, onların çakıştırılmasıyla pi bağı oluşturulmuş.</p>	1	0,31
<b>D. Yanlış Kavramalar</b>	74	22,84
<p>1. Merkez atomun melezleşme türü yanlış bir şekilde belirlenmiş (sadece).</p> <p>2. Melezleşme türünü yanlış bir şekilde belirlerken;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Karbon atomuna hem <math>sp^2</math> hem de <math>sp</math> melezleşmesi yaptırılmış. (C-H <math>sp^2</math>, C=C <math>sp</math>)</li> <li>▪ Karbon atomuna hem <math>sp^3</math> hem de <math>sp^2</math> melezleşmesi yaptırılmış. (C-H <math>sp^3</math>, C=C <math>sp^2</math>)</li> <li>▪ Karbon atomuna hem <math>sp^3</math> hem de <math>sp^2</math> melezleşmesi yaptırılmış ve bağların oluşumunda atomik orbitaller (s ve p) çakıştırılmış.</li> <li>▪ Karbon atomuna çakışmaları gösterirken 5 yada 3 bağ yaptırmış.</li> <li>▪ Atomik orbitaller melez orbitaller gibi göstererek molekül geometrisi açık formüle göre çizilmiş.</li> <li>▪ Molekül geometrisi açık formülüne göre veya yanlış bir şekilde çizilmiş yada belirtilmiş (sekiz düzgün dörtgen)</li> <li>▪ Çakışmalar geometriye dikkat edilmeden yanlış bir şekilde açık formüle göre çizilmiş.</li> <li>▪ Molekül geometrisi yanlış bir şekilde gösterilirken hiç melez orbitallerden bahsedilmeden çakışmaların atomik orbitallerle olacağı düşünülmüş.</li> <li>▪ Sigma ve pi bağlarının oluşumlarına ait çakışmalar yanlış.</li> </ul>	41	12,65

Tablo 3.2'nin Devamı

Cevap Tipi	f	(%)
3. Moleküldeki orbitallerin çakışmasını gösterirken; <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Merkez atom olan karbon atomuna 3 veya 5 bağ yaptırılmış.</li> <li>▪ P<sub>y</sub> atomik orbitallerinin çakışmasıyla aynı anda hem sigma bağı hem de pi bağı oluşturulmuş.</li> <li>▪ Pi bağı sp<sup>2</sup> ya da sp<sup>3</sup> melez orbitallerinin çakışmasıyla oluşturulmuş.</li> <li>▪ Melez orbitaller atomik orbitaller gibi çizilmiş.               <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Ayrıca molekül geometrisine dikkat edilmeden çakışmalar açık formüle göre çizilmiş.</li> <li>➢ Ayrıca melez orbitalleri çakıştırarak pi bağı oluşturulmuş ve molekül geometrisi yanlış bir şekilde çizilmiş.</li> </ul> </li> <li>▪ Tekli bağlar pi bağları olarak gösterilmiş.</li> <li>▪ Atomik orbitaller melez orbitaller gibi gösterilmiş.</li> <li>▪ Atomik orbitaller melez orbitaller gibi gösterilmiş ve geometriyi tetrahedral olarak yanlış bir şekilde ifade edilmiş.</li> <li>▪ Çift bağı oluşumu farklı bir şekilde gösterilmiş.</li> <li>▪ Molekül geometrisine dikkat edilmeden çakışmalar açık formüle göre çizilmiş.</li> </ul>	19	5,86
4. Melezleşme gösterilirken molekülün geometrisi yanlış bir şekilde açık formüle göre çizilmiş .	9	2,78
5. Molekülün geometrisi (üçgenbipiramit) ve çakışmalar yanlış bir şekilde gösterilmiş.	1	0,31
6. Mental Model <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Valens Bağ Teorisi (Melezleşme) ile Moleküler Orbital Teori Karıştırılmış.</li> </ul>	4	1,24
<b>E. Anlama Yok</b>	138	42,59
Anlamsız	46	14,20
Yeniden yazmak	3	0,93
Yanıt yok	89	27,47

Öğrencilerin “Eten molekülündeki atomların melezleşmesini, atomik ve melez orbitaller arasında çakışma sonucu oluşan sigma ve pi bağına oluşumunu, bağı açısı ve molekülün geometrisini” çizimlerle göstermelerinin gerektiği ikinci açık uçlu soruya verdikleri cevaplar Tablo 3.2’den incelendiğinde, öğrencilerin ancak yaklaşık % 1’inin tam anlama, %17’sinin ise kısmi anlama içeren açıklama ve çizimler yaptıkları görülmüştür. Öğrencilerin kısmi anlama grubuna alınan cevapları analiz edildiğinde, yaklaşık % 11’inin sadece melezleşme türünü doğru olarak belirleyebildiği, % 2’sinin ise orbitallerin çakışmalarını gösterirken molekülün hangi geometriye sahip olduğunu düşünmeden sadece molekülün açık formülüne göre

çizimler yaptıkları belirlenmiştir. Kısmi anlama grubundaki, sadece melezleşme türünü doğru olarak belirleyen öğrenci sayısının bu denli çok olması ve öğrencilerin yaklaşık % 14'ünün anlamsız cevaplar vermesi ve %27'sinin hiç yanıt vermemesi onların melezleşme olayını açıklamada ve çakışmaları geometriye uygun bir biçimde göstermede yetersiz olduklarının bir göstergesidir.

Yanlış kavramalı kısmi anlama grubuna alınan öğrenci cevapları incelendiğinde, öğrencilerin yaklaşık % 4'ünün melezleşme türünü doğru olarak belirlemelerine rağmen, çizimlerinde molekül geometrisini, bağ açısını ve karbon atomunun yaptığı bağ sayısını yanlış bir şekilde gösterdikleri belirlenmiştir. Öğrencilerin yaklaşık % 2'sinin melezleşme türünü doğru bir şekilde belirlemesine rağmen, sigma ve pi bağının oluşumlarına dair çakışmaları ya yanlış orbitalleri çakıştırarak ya da molekül geometrisine dikkat etmeden gösterdikleri saptanmıştır.

Öğrencilerin yaklaşık %23'ünün, ikinci açık uçlu soruyu cevaplamak için yaptıkları çizim ve açıklamalar belirli konularda yanlış kavramalara sahip oldukları göstermiştir. Tablo 3.2'de yer alan tüm ifadeler incelendiğinde, öğrencilerin yanlış kavramalara sahip oldukları alanların, melezleşme türü, atomik ve melez orbitaller arasındaki çakışmalar, teorilerin birbirine karıştırılması ve molekül geometrisi konularında yoğunlaştığı görülmektedir. Yüzde oranlarına bakıldığında, yanlış kavramaların en çok % 13 ile hem melezleşme türünün yanlış olarak belirtilmesi hem de sigma ve pi bağlarını oluştururken orbitaller arasındaki çakışmaların molekül geometrisine dikkat edilmeden gösterilmesi ve bir atomun aynı anda iki melezleşmeyi birden yapabileceğinin düşünülmesi olarak belirlenmiştir. Öğrencilerde en çok görülen ikinci yanlış kavrama (% 6) ise, sigma ve pi bağlarının oluşumlarında atomik ve melez orbitalleri yanlış şekilde gösterilmesi olarak görülmektedir.

Öğrencilerin yaklaşık %1'nin moleküldeki atomik orbitallerin melezleşmesini gösterirken, Moleküler Orbital Teoriye göre çizimler yaptıkları yani Moleküler Orbital Teori ile Valens Bağ Teorisini birbirine karıştırdıkları saptanmıştır. Ayrıca öğrencilerin yaklaşık % 4'ünün aslında üçgen düzlem olan molekül geometrisini

üçgenbipiramit ve düzgündörtüzlü olarak düşünmelerinin, Lewis nokta yapısına ve molekülün açık formülüne göre göstermeleri molekül geometrisiyle ilgili yanlış kavramalara sahip olduklarının birer kanıtı olmuştur.

Açık uçlu ikinci sorunun anlama düzeylerini veren Tablo 3.2'deki verilere genel olarak bakıldığında, soruya yanıt veren öğrencilerin büyük bir çoğunluğunun sadece melezleşme türünü doğru bir şekilde belirleyebildikleri görülmektedir.

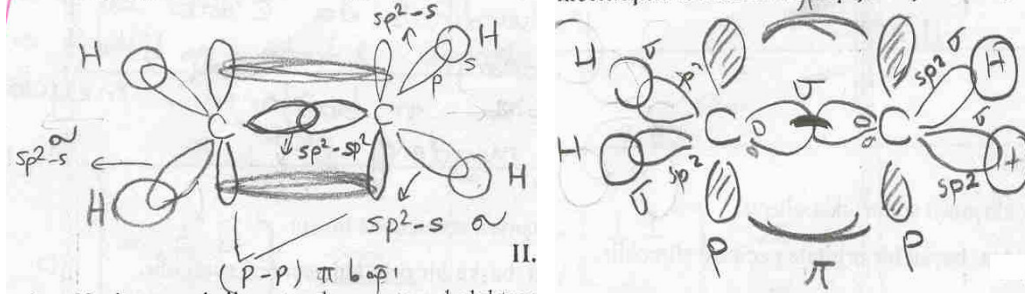
Açık uçlu ikinci soruya verilen cevapların analizleri sonucunda, bazı öğrenciler soruyu cevaplarırken moleküldeki melezleşmeyi, orbitaller arasındaki çakışmaları ve geometriyi göstermeksizin sadece açıklamalar yapmışlardır. Bu açıklamalarda belirlenen kavram yanlışları ise ayrı olarak Tablo 3.3'de gösterilmiştir.

**Tablo 3.3.** Açık Uçlu İkinci Soruya Verilen Yanlış Kavrama İfadeleri

<i>Yanlış Kavrama İfadeleri</i>	<b>f</b>	<b>(%)</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. C ve H arasında H 1s orbitali ve C'nun <math>sp^2</math> moleküler orbitali arasında bağ yapmasıyla oluşur. C-H arasında s- <math>sp^2</math>, C=C <math>sp^2</math>- <math>sp^2</math> bağı vardır.</li> <li>2. <i>Ortaklanmamış elektronlar</i> ise karbonlar arasında zayıf pi bağı oluşumuna sebep olmuştur.</li> <li>3. Aynı tür olan C atomları kendi aralarında bir sigma bağı yapmıştır. C ile H atomları arasında ise <math>sp^2</math> bağı vardır. ....melez yörüngeler oluşmuştur.</li> <li>4. Diğer karbon atomunun 2p orbitallerindeki elektronlarla bu karbon atomunun aynı orbitaldeki elektronları eşleşir. 2p enerji seviyesinin boş kalan orbitaline ise her C atomu için 2 tane hidrojenin 1s orbitalindeki elektronlar yerleşir ve <math>sp^2</math> melezi oluşur.</li> <li>5. Melezleşmeye 3 tane sigma bağı ve 1 tane de pi bağı katılmıştır.</li> <li>6. Molekülün geometrisi yanlış bir şekilde Üçgen çift piramit, üçgenbipiramit ve tetrahedral olarak <u>belirtilmiş</u>.</li> <li>7. Karbon atomları arasındaki sigma bağını s orbitalleri oluşturmuştur.</li> </ol>	9	2,78

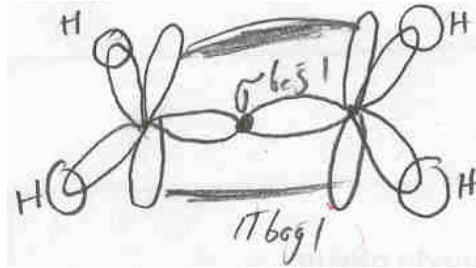
Tablo 3.3'de ikinci açık uçlu soruya verilen yanıtların analizinde, öğrencilerin % 1'inin çoğunlukla melezleşmedeki bağ oluşumuyla ilgili olarak sigma ve pi bağının hangi orbitaller arasındaki çakışmalar sonucu oluştuğunu bilmedikleri, yaklaşık % 1'inin ise orbital ve yörünge kavramlarını birbiri yerine kullandıkları ve molekül geometrisini üçgen çift piramit, üçgenbipiramit veya tetrahedral şeklinde yanlış olarak belirledikleri görülmektedir.

Tablo 3.2’de yer alan *tam anlama* grubu içindeki 4 öğrenciye ait çizimlerden ikisi şöyledir:



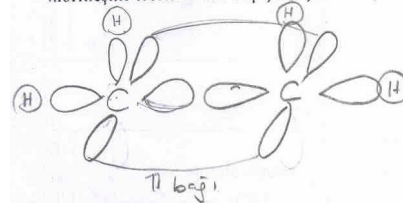
**Şekil 3.** Tam anlama grubuna alınan çizimler

Yaklaşık % 16’sının kısmi doğru çizim yapmış ve öğrencilerin bu çizimleri Tablo 3.2’den de görüldüğü gibi 9 başlık altında toplanmıştır. Bu kısmi çizimlerden yarıdan fazlasının (yaklaşık % 11’i) sadece melezleşme türünü doğru bir şekilde ifade ettikleri görülmektedir. Kısmi anlama grubundaki “moleküldeki orbitallerin çakışması ve üçgen düzlem olarak geometrisi doğru bir şekilde çizilmiş” şeklindeki 1. maddeye ait bir örnek çizim şöyledir:



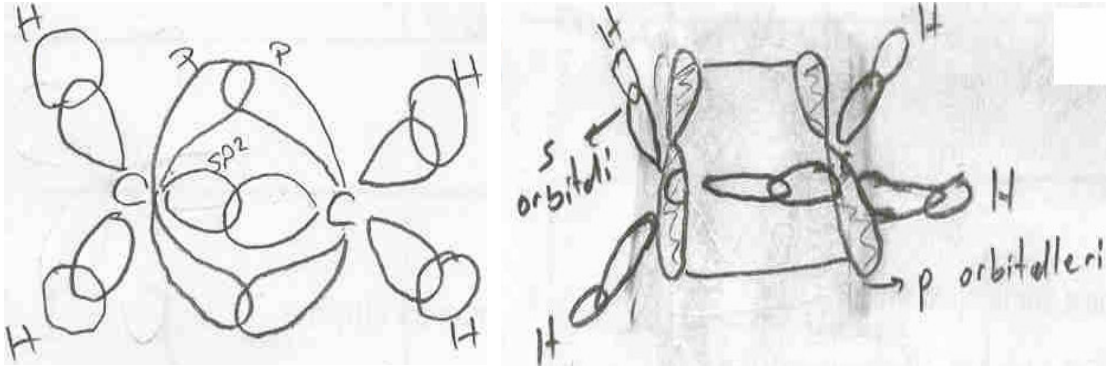
**Şekil 4.** Kısmi anlama grubunda yer alan 1. maddeye örnek çizim

*Kısmi anlama* grubundaki, “moleküldeki merkez atomun yaptığı melezleşme türü doğru bir şekilde ifade edilerek çakışmalar geometriye ve bağ açısına değinilmeden doğru olarak çizilmiş” şeklinde gruplandırılan 4. maddeye örnek olarak gösterilen çizim şöyledir;



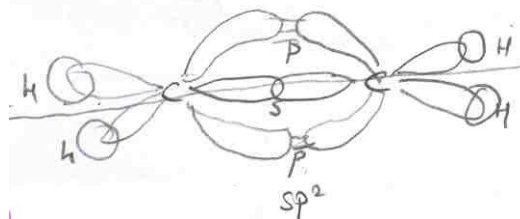
**Şekil 5.** Kısmi anlama grubunda yer alan 4. maddeye örnek çizim

*Kısmi anlama* grubundaki “moleküldeki merkez atomun yaptığı melezleşme türü doğru bir şekilde ifade edilerek çakışmalar geometriye uygun bir şekilde çizilmiş” şeklindeki 5. maddeye örnek çizimler;



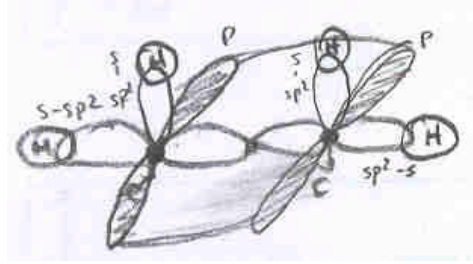
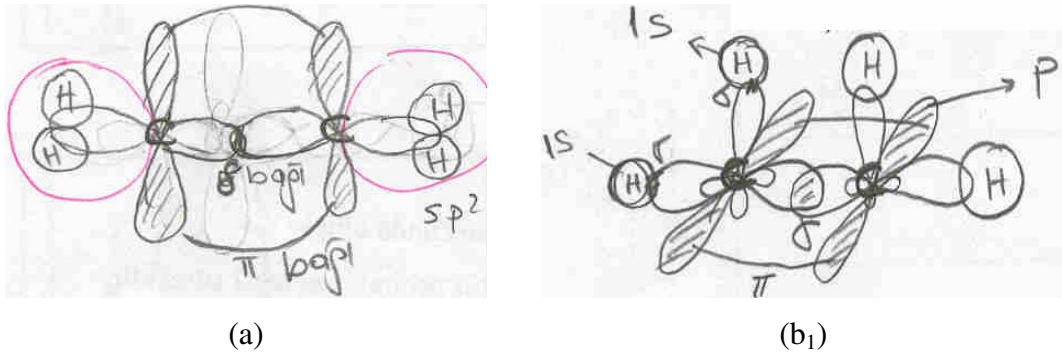
**Şekil 6.** Kısmi anlama grubunda yer alan 5. maddeye örnek çizimler

*Yanlış kavramalı kısmi anlama* düzeyinde cevaplara gelince bunlarında yaklaşık % 14’lük bir grubu oluşturdukları görülmektedir. *Yanlış kavramalı kısmi anlama* grubunda yer alan 2. maddedeki “moleküldeki merkez atomunun yaptığı melezleşme türü doğru ancak moleküldeki çift bağdaki pi ve sigma bağının oluşumundaki orbitallerin çakışması yanlış ve farklı bir şekilde gösterilmiş” şeklinde gruplandırılan çizimlere örnek olabilecek şekil şöyledir;



**Şekil 7.** Yanlış kavramalı kısmi anlama grubunda yer alan 2. maddenin birinci şikkına örnek çizim

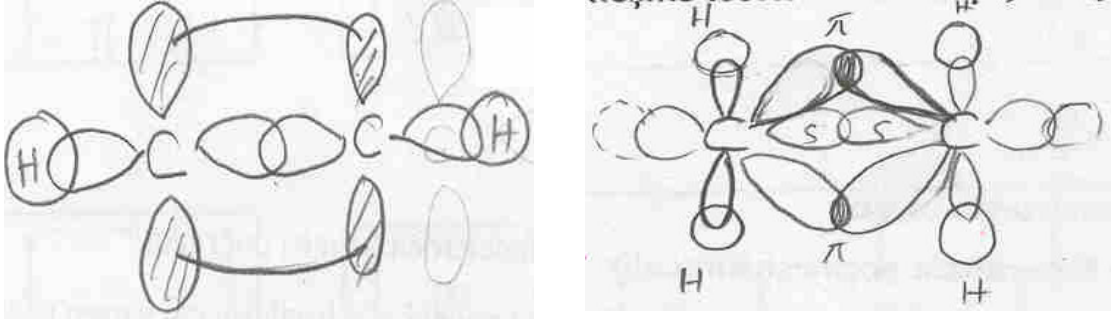
*Yanlış kavramalı kısmi anlama grubunda yer alan “moleküldeki merkez atomunun yaptığı melezleşme türü doğru ancak” bazı yanlışlıkların verildiği 2. maddedeki ifadelerden “karbon atomunun tek bir orbitaliyle iki hidrojen atomunun s orbitalleri çakıştırılmış” olan şekillere örnek (a)’da ve 6. maddedeki “Moleküldeki melez ve atomik orbitallerin çakışması doğru ancak molekülün geometrisi gerçek geometrisine dikkat edilmeden açık formüle göre çizildiği”ne ait örnek çizimler (b<sub>1</sub> ve b<sub>2</sub>)’de verilmiştir.*



(b<sub>2</sub>)

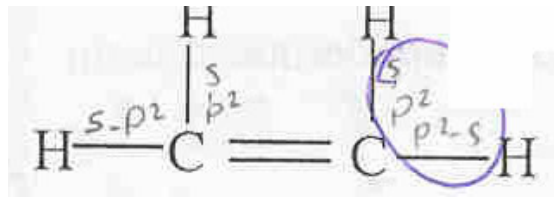
**Şekil 8.** Yanlış kavramalı kısmi anlama grubunda yer alan 2. maddenin ikinci şikkına ve 6. maddeye örnek çizimler

*Yanlış kavramalı kısmi anlama grubundaki “moleküldeki merkez atomun yaptığı melezleşme türü doğru ancak karbon atomuna üç yada beş bağ yaptırılmış” 7. maddeye örnek olabilecek çizimler aşağıdaki gibidir.*



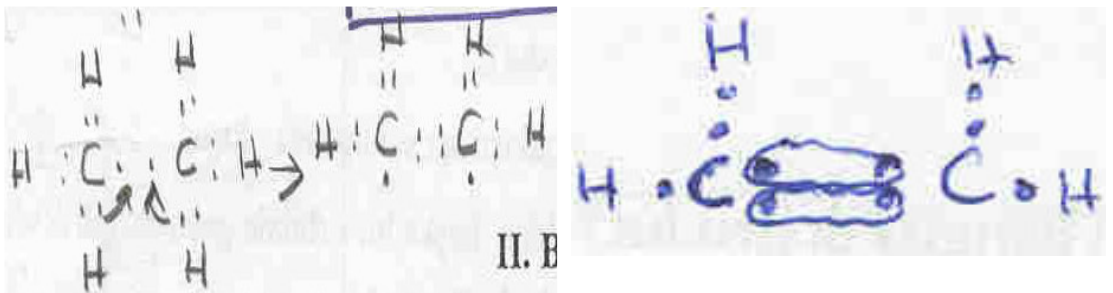
**Şekil 9.** Yanlış kavramalı kısmi anlama grubunda yer alan 7. maddenin beşinci şikkına örnek çizimler

Tablo 3.2'deki, yanlış kavramalı kısmi anlama grubunda yer alan 7. madde altında gruplandırılan “ $sp^2$  melezleşmesinde s orbitalinin hidrojen atomundan  $p^2$ 'nin ise karbon atomundan geldiği” düşüncesine sahip öğrencilerin çizdiği şekil şöyledir:



**Şekil 10.** Yanlış kavramalı kısmi anlama grubunda yer alan 7. maddenin dördüncü şikkına örnek çizim

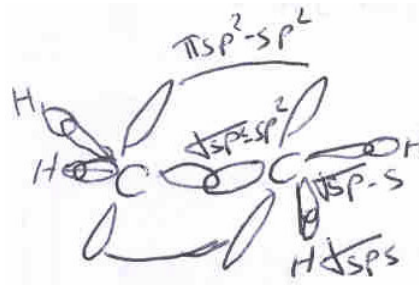
“Moleküldeki merkez atomun yaptığı melezleşme türü doğru fakat molekül geometrisi çakışma olmadan Lewis formülüne göre çizilmiş” şeklindeki Tablo 3.2’de gruplanan 7. maddeye örnek olabilecek çizimler şöyledir;





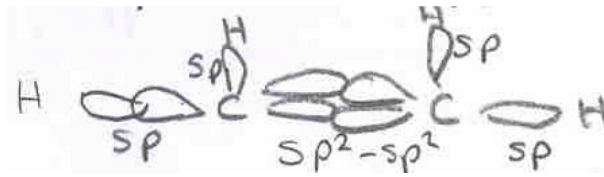
**Şekil 11.** Yanlış kavramalı kısmi anlama grubunda yer alan 7. maddenin altıncı şikkına örnek çizimler

*Yanlış kavramalı kısmi anlama grubunun 8. maddesinde yer alan “Sigma bağının oluşumu doğru bir şekilde gösterilmesine rağmen p atomik orbitalleri melez orbitalleri olarak isimlendirip, onların çakıştırılmasıyla pi bağının oluşturulduğunu” gösteren çizim ise aşağıdaki gibidir. Ayrıca burada öğrencinin karbon atomuna aynı zamanda hem  $sp^2$  hem de  $sp$  melezleşmesi yaptırdığı da görülmektedir.*



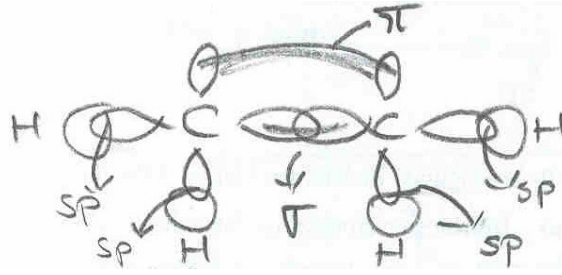
**Şekil 12.** Yanlış kavramalı kısmi anlama grubunda yer alan 8. maddeye örnek çizim

*Yanlış kavrama grubunun 2. maddesinde yer alan “melezleşme türünü yanlış bir şekilde belirlerken, karbon atomuna hem  $sp^2$  hem de  $sp$  melezleşmesi yaptırıldığına” örnek olan çizim şöyledir:*



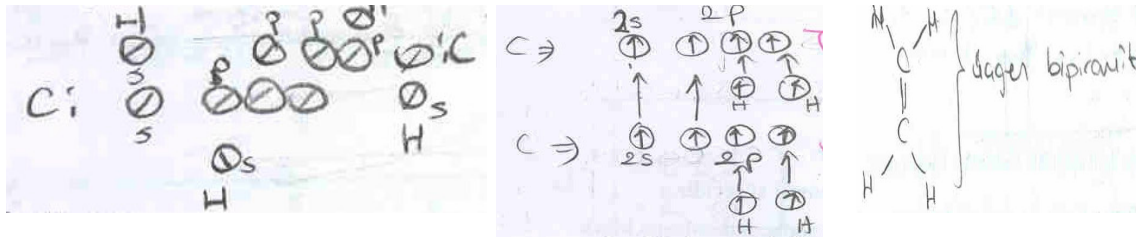
**Şekil 13.** Yanlış kavrama grubunda yer alan 2. maddenin birinci şıkına örnek çizim

*Yanlış kavrama* grubunun 2. maddesindeki “Melezleşme türünü yanlış bir şekilde belirlerken, atomik orbitalleri melez orbitaller gibi göstererek molekül geometrisinin açık formüle göre çizildiğini” ifadesini gösteren örnek çizim ise şöyledir:



**Şekil 14.** Yanlış kavrama grubunda yer alan 2. maddenin beşinci şıkına örnek çizim

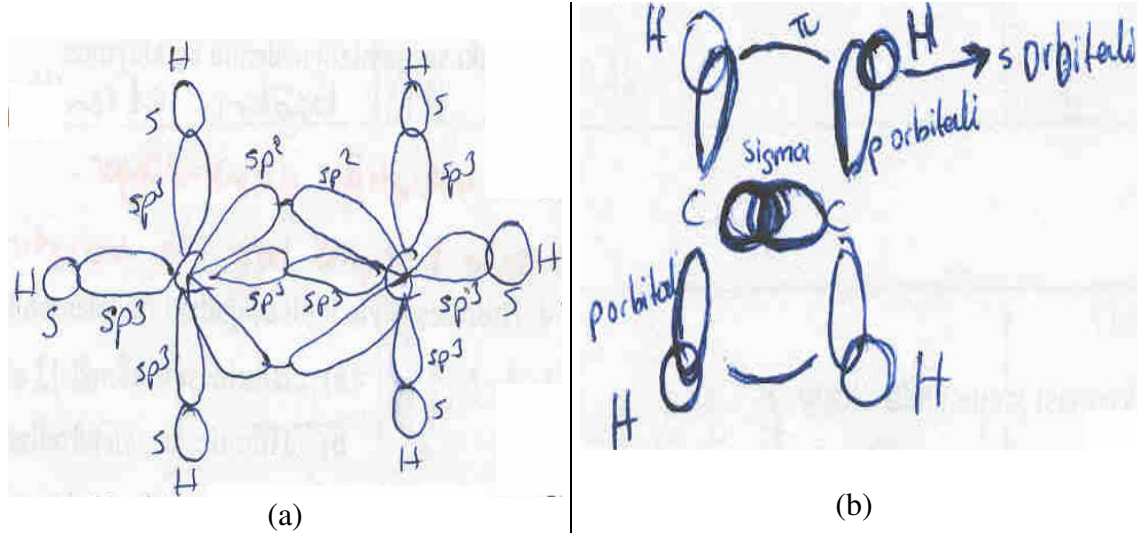
*Yanlış kavrama* grubunun, 2. maddesindeki molekül geometrisi yanlış bir şekilde gösterirken hiç melez orbitallerden bahsedilmeden çakışmaların atomik orbitallerle olacağını düşünen öğrencilerin çizdikleri şekillerinden bir kaçı şöyledir:



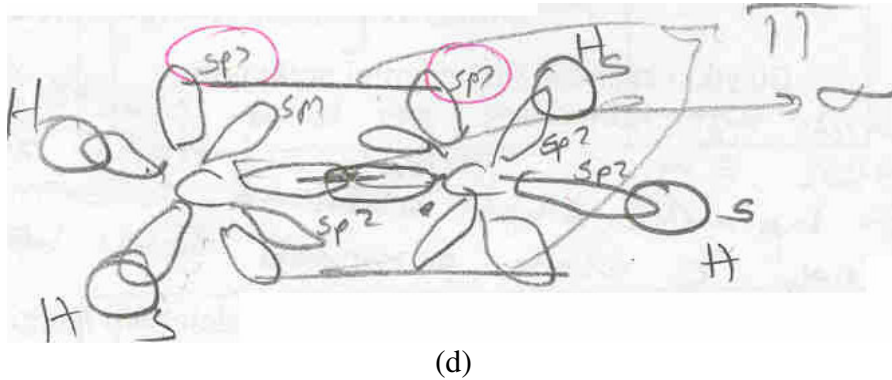
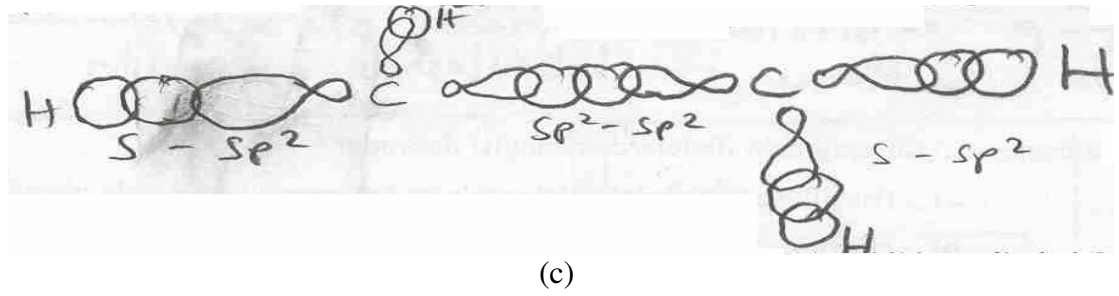
**Şekil 15.** Yanlış kavrama grubunda yer alan 2. maddenin sekizinci şıkına örnek çizimler

*Yanlış Kavrama* grubunda yer alan “moleküldeki merkez atomun melezleşme türü yanlış bir şekilde belirlenmiş olup, merkezdeki karbon atomuna hem  $sp^3$  hem de  $sp^2$  melezleşmesi yaptırılarak çizilen şekillerin gruplandırıldığı Tablo 3.2’deki 2. maddedeki ifadeye (a)’da bir örnek çizim verilmiştir. “Moleküldeki orbitallerin çakışmasını gösterirken; P atomik orbitallerinin iki lobunun ayrı ayrı ve aynı anda iki farklı s orbitali ile çakıştırıldığını aynı zamanda da iki p orbitalinin kendi aralarında

da pi bağı oluşturmak üzere çakıştırılması (b) şeklinde verilmiştir. Ayrıca yine sigma bağının oluşumu da yanlış verilmiştir. “Atomik orbitallerin melez orbitaller gibi çizildiği” ve “pi bağının  $sp^2$  ya da  $sp^3$  melez orbitallerinin çakıştırılması sonucu oluşturulduğu”nu belirten Tablo 3.2’de gruplanan 3. maddedeki ifadelerle örnek çizimler sırası ile c ve d’de verilmiştir.

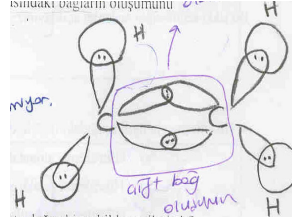


**Şekil 16.** Yanlış kavrama grubunda yer alan 2. maddenin ikinci ve dokuzuncu şıklarına örnek çizimler



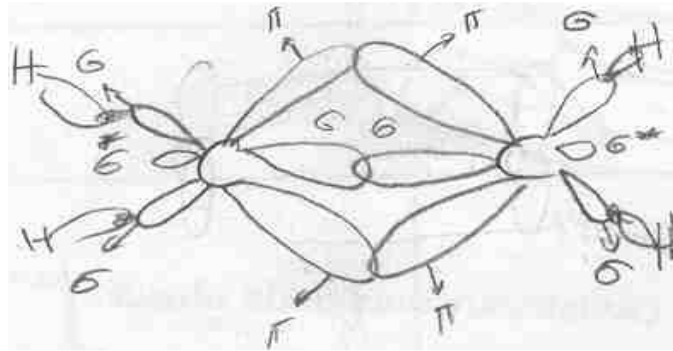
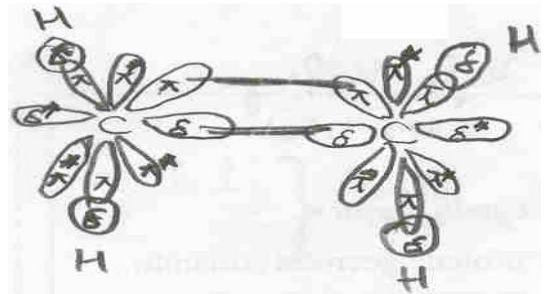
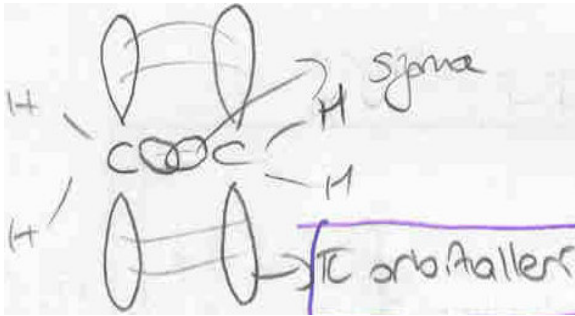
**Şekil 17.** Yanlış kavrama grubunda yer alan 3. maddenin üçüncü ve altıncı şıklarına örnek çizimler

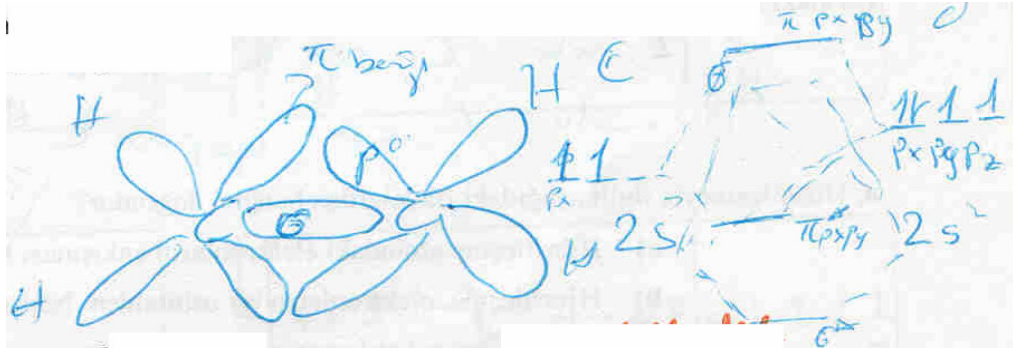
Tablo 3.2'deki *yanlış kavrama* grubunun, pi ve sigma bağlarının hangi orbitaller arasında oluştuğunun orbital şekillerine göre anlayamadığı 3. maddesinde deki “çift bağın oluşumunun farklı şekilde gösterilmesi” ifadesiyle ilgili örnek olabilecek çizim şöyledir:



**Şekil 18.** Yanlış kavrama grubunda yer alan 3. maddenin sekizinci şikkına örnek çizim

*Yanlış Kavrama* grubundaki, 6. maddedeki öğrencilerin melezleşme (Valens Bağ Teorisi) ile Moleküler Orbital Kuramını birbirine karıştırdıklarını gösteren şekiller aşağıdaki gibidir.

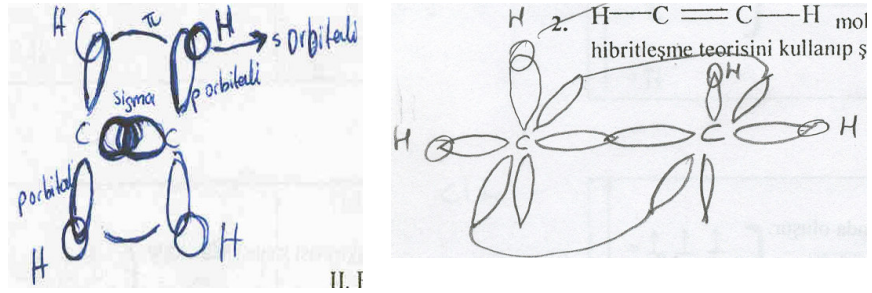




**Şekil 19.** Yanlış kavrama grubunda yer alan 6. maddeye örnek çizimler

Burada, Moleküler Orbital Teoride oluşan moleküler orbitallerin adı olan sigma ve pi orbitalleri melez orbitallerin adı olarak gösterilmiştir.

Açık uçlu ikinci sorunun analizleri incelendiğinde, bazı öğrencilerin yanıtlarında melezleşmeyi hiç kullanmadıkları belirlenmiştir. Bu durumu gösteren öğrenci çizimlerinden birkaç örnek şöyledir:



**Şekil 20.** Açık uçlu ikinci soruya verilen yanıtlardan elde edilen çizimler

## 3.2. KYTT'nin İkinci Kısımına Ait Bulgular

### 3.2.1. Çoktan Seçmeli Soruların Birinci Ucundan Elde Edilen Bulgular

İki uçlu soruların yer aldığı KYTT'nin ikinci kısmındaki iki uçlu sorulardan birinci uca ait çoktan seçmeli sorulara öğrencilerin verdikleri cevaplar ve şıklara göre dağılımı Tablo 3.4'de verilmiştir.

Tablo 3.4'den 1. soruya bakıldığında, öğrencilerin yaklaşık % 95'inin doğru şıkkı seçtiklerini görmekteyiz. Bu durum öğrencilerin atomların temel elektronik dizilişlerinin nasıl yapılması gerektiğini kavradıklarını gösterebilir.

2. sorudaki % 39'luk doğru cevap oranı % 75'in altında kaldığından bu soruyla ilgili bahsedilen konuda öğrenci anlayışının yeterli düzeyde olmadığını gösterebilir. Yine aynı soru için, d şıkkının öğrencilerin yaklaşık % 24 tarafından seçilmesi öğrencilerin bir molekülün açık formülüne bakarak merkez atomunun melezleşme türünü belirlemede sorun yaşadıklarını göstermektedir.

**Tablo 3.4.** Çoktan Seçmeli Soruların Birinci Ucundaki Şıklara Göre Cevap Yüzdeleri

Soru No \ Seçenek	A	B	C	D	E	Boş
1	-	2,65	94,7	1,88	-	0,77
2	7,16	10,5	9,77	23,7	39,1	9,77
3	10,5	26,3	18,6	3,38	16,2	25,2
4	3,38	15,4	18,8	29	31	1,88
5	12,03	31,2	4,89	35,3	-	16,5
6	20,3	-	27,1	42,1	-	10,2
7	1,50	23,3	21,8	43,2	-	10,2
8	53,3	10,2	3,76	13,2	-	19,7
9	1,88	29,3	0,77	47	1,13	19,9
10	9,77	15	4,14	1,50	60,5	9,40

\* Taralı olan hücreler doğru olan seçeneklerdir. Koyu yazılanlar çoktan seçmeli sorulara yanlış cevap verenlerden % 15'i aşanları göstermektedir.

Açık formülü verilen bir moleküldeki merkez atomun melezleşme türü ile sigma ve pi bağlarının oluşumunda hangi orbitallerin çakıştığı, çakışan orbitallerin sayısı ve yönelimleri biliniyor mu ortaya çıkarılmaya çalışılan 3. soruda öğrencilerin ancak % 26'sı doğru şıkkı seçmişlerdir. Bu oran bu konuyla ilgili öğrencilerin kavrama düzeylerinin yeterli olmadığına göstergesidir. Aynı soruda öğrencilerin % 25'inin soruyu cevapsız bıraktığı görülürken, yaklaşık % 18 ve % 16'lık iki yanlış seçeneğin tercih oranlarının % 15'in üzerinde olması bu konuda iki kavram yanlışlığının varlığını göstermiştir.

Melezleşmenin tanımıyla ilgili sorulan 4. soruda öğrencilerin ancak % 19'u doğru şık olan c şıkkını seçmişlerdir. Yine bu oranın % 75'in altında kalması nedeniyle öğrencilerin melezleşmenin anlamını tam olarak kavrayamadıklarını gösterebilir. Bu soruda % 15'i geçen üç tane şıkkın seçildiği görülmektedir. Böylece bu soru ile melezleşmeyle ilgili üç kavram yanlışlığı olduğu söylenebilir.

Elektronegatiflik ve melezleşme arasındaki ilişkinin sorgulandığı 5. soruda öğrencilerin ancak % 35'i doğru şıkkı seçmişlerdir. Bu oranın % 75'in altında çıkması, öğrencilerin melezleşmenin elektronegativiteye etkisini kavrayamadıklarını göstermektedir. Bu soruya yaklaşık % 17'lik bir grup cevap vermezken % 31'lik bir öğrenci grubu bir kavram yanlışlığı ifadesini tercih etmiştir.

Bağ enerjisinin sorulduğu 6. soruda öğrencilerin yaklaşık % 42'si doğru cevap verirken % 20'si yanlış olan a şıkkını, % 27'side yanlış olan c şıkkını tercih etmişlerdir. Yine bu soru içinde doğru seçeneğin % 75'in altında kalması öğrencilerin bağ enerjisini tam olarak kavrayamadıklarını gösterebilir.

Melez orbitallerin enerjisi ile atomik orbitallerin enerjisinin karşılaştırıldığı 7. soruda öğrencilerin %43'ü melezleşme sonucunda melez orbitallerin enerjisinin melezleşmeye katılan atomik orbitallerin enerjisine göre nasıl olması gerektiğini tam kavrayamadıkları görülmektedir. Öğrencilerin yaklaşık %23'ünün melezleşme sonucunda oluşan melez orbitallerinin enerjilerinin melezleşmeye katılan atomik orbitallerin enerjilerinden daha yüksek olduğunu düşündükleri görülürken, yaklaşık

% 22'lik bir öğrenci grubunun bunun tam tersini düşündükleri şeklinde iki kavram yanılışı bu sorudan ortaya çıkarılmıştır.

Öğrencilerin d orbitallerinin melezleşmesi, molekül geometrileri ve kovalent bağ ile iyonik bağ ayırt edip edemediklerinin araştırıldığı soruya, öğrencilerin yaklaşık % 20'si cevap veremezken yaklaşık % 53'ünün doğru şıkkı seçtiği belirlenmiştir. Sadece % 53 oranında doğru şık seçilip, bu oranda % 75'in altında kaldığı için, öğrencilerin d orbitallerinin melezleşmesini tam olarak kavrayamadıkları söylenebilir.

Orbital şekillerinin, öğrenciler tarafından doğru olarak bilinip bilinmediğinin araştırıldığı 9. soruda % 47'lik bir öğrenci grubunun doğru şıkkı seçerken yaklaşık % 20'sinin bu soruyu cevapsız bıraktığı belirlenmiştir. % 75'in altındaki doğru şık yüzdesi öğrencilerin orbital şekillerini tam olarak kavrayamadıklarını gösterebilir. Öğrencilerin yaklaşık % 29'unun yanlış olan b şıkkını tercih ettiklerini görülmektedir. Bu şıkkın % 15 oranının üzerinde tercih edilmesi öğrencilerin özellikle d orbitallerinin şekillerini tam bilmedikleri ortaya koyabilir.

Sigma ve pi bağının oluşumuyla ilgili 10. soruda öğrencilerin yaklaşık % 61'inin doğru olan şıkkı seçtikleri görülmüştür. Bu oranın % 75'in altında çıkması, öğrencilerin sigma ve pi bağının oluşumunu tam olarak kavrayamadıklarını gösterebilir. Bir grup öğrencinin yaklaşık % 15'inin yanlış olan b şıkkını seçtikleri ve böylece pi ve sigma bağını ayırt edemediklerini gösteren bir kavram yanılışlarının olduğu belirlenmiştir.

### **3.2.2. Çoktan Seçmeli Soruların Her İki Ucunun Analizinden Elde Edilen Bulgular**

KYTT'nin ikinci kısmındaki çoktan seçmeli soruların her iki ucunun birlikte değerlendirildiği anlama düzeylerine göre analiz sonuçları Tablo 3.5'te verilmiştir.

Öğrencilerden, birinci uçta çoktan seçmeli soruyu cevaplamaları ikinci uçta ise şıkkı seçme nedenlerini yazılı bir şekilde açıklamaları istenmiştir.



Testin uygulanmasından sonra yapılan analizlerle öğrencilerin hem çoktan seçmeli soruları cevaplama oranları hem de açıklamaları anlama düzeylerine göre (tam anlama, kısmi anlama, yanlış kavramalı kısmi anlama ve yanlış kavrama) ayrı ayrı incelenmiştir. Tablo 3.5'te analizler sonucunda öğrencilerin her bir sorunun çoktan seçmeli kısmı ile açıklamaları hangi anlama düzeyine göre yanıtladıkları verilmiştir.

Tablo 3.5 incelendiğinde, çoktan seçmeli soruların her iki ucunun analizi sonucunda; her bir soru için bakıldığında; çoktan seçmeli 1. kısmı doğru bir şekilde cevaplayıp, şıkkı seçme nedenlerinin açıklandığı 2. kısımda tam anlamayı içeren cevabı yazan öğrenci sayısının oldukça az olduğu görülmektedir (% 46,63).

Temel hal ile uyarılmış arasındaki farklılığın ne kadar anlaşıldığının araştırıldığı 1. soruda, öğrencilerin % 8,65'inin hem çoktan seçmeli kısmı doğru cevapladığı, hem de ikinci uçta yer alan açıklamalarının tam anlamayı içerdikleri görülmüştür. Diğer oranlara bakıldığında çoktan seçmeli kısmı doğru bir şekilde cevaplamalarına rağmen %51,9'unun kısmi anlama, %33,8'inin yanlış kavramalı kısmi anlama ve %0,38'inin yanlış kavrama içeren açıklamalar yaptığı ve % 4,14'ünün ise yanlış cevap verdiği belirlenmiştir. Bu durum öğrencilerin yarıdan fazlasının birinci sorudaki bilgiyi kavramsal olarak anladıklarını göstermektedir.

**Tablo 3.5.** Çoktan Seçmeli Sorularının Analiz Tablosu

Seçenek Soru No	A/3		B/2		C/1		D/0		E/0		F/0	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
1	23	8,65	138	51,9	90	33,8	1	0,38	11	4,14	3	1,13
2	2	0,76	43	16,2	57	21,4	2	0,76	138	51,9	24	9
3	13	4,89	16	6,02	38	14,3	2	0,76	137	51,5	60	22
4	19	7,14	4	1,5	27	10,1	-	-	210	79	6	2,26
5	9	3,38	46	17,2	44	16,5	2	0,76	123	46,2	42	15,87
6	8	3	44	16,5	52	19,6	6	2,26	126	47,37	30	11,27
7	18	6,77	61	22,9	31	11,67	5	1,90	126	47,37	25	9,39
8	13	4,89	79	29,7	48	18,04	3	1,13	71	26,69	52	19,55
9	6	2,26	34	12,78	82	30,83	2	0,76	91	34,2	51	19,17
10	13	4,89	82	30,83	61	22,93	5	1,90	80	30,06	25	9,39

Açık formülü verilen bir molekülün melezleşme türü, molekül geometrisi ve bağ açısının sorulduğu ikinci soru ile ilgili olarak; öğrencilerin hem çoktan seçmeli kısmı, hem de açık uçlu kısmını cevaplamada başarısız oldukları göstermektedir. Öğrencilerin % 51,9'u ikinci soruyu yanlış bir şekilde cevaplandırırken sadece %1'i çoktan seçmeli kısmı doğru olarak cevaplayıp açıklamasını tam olarak açıklamıştır. Çoktan seçmeli kısmı doğru cevaplayıp ikinci uça yanlış kavramalı kısmi anlama içeren açıklamaların %21,4'lük bir orana sahip olması öğrencilerin molekülün melezleşme türünü doğru bir şekilde belirlemelerine rağmen kavramsal anlamda açıklama yapamadıklarını göstermektedir.

Öğrencilerin, merkez atomun yaptığı melezleşme türü, sigma ve pi bağlarının oluşumu, orbitallerin yönelimi ve çakışmalarını bilip bilmediklerinin belirlenmeye çalışıldığı 3. sorunun analiz sonuçları öğrencilerin %51,5'unun cevap veremediğini ve % 22'sinin ise boş bıraktığını göstermektedir. Bu durum öğrencilerin yarıdan fazlasının ilgili kavramları anlamakta zorlandıklarını ancak yaklaşık %5'inin hem çoktan seçmeli kısmı doğru olarak cevapladığını hem de tam anlama içeren açıklamalar yaptıklarını göstermiştir.

KYTT'nin 4. sorusunda öğrencilerin melezleşme kavramını nasıl tanımladıkları ve nasıl algıladıkları araştırılmıştır. Analiz sonuçları öğrencilerin % 79'unun çoktan seçmeli kısmı yanlış cevaplarırken, % 7,14'ünün her iki kısmı doğru olarak yanıtladığını ve % 10,1'inin ise yanlış kavramalı kısmi anlama içeren yanıtlar verdiklerini göstermektedir.

Melezleşmenin elektronegatiflik üzerine etkisiyle ilgili olan 5. soruya ait Tablo 3.4'teki verilere baktığımızda, öğrencilerin toplam % 37,84'ü birinci ucu doğru cevaplarırken, bunlardan % 3,38'i ikinci uca da doğru cevaplamıştır. Yaklaşık % 17'si ise ikinci uçta kısmi anlama içeren açıklamalar yapabilmışlerdir. Öğrencilerin % 46,2'si ise sorunun birinci ucunu yanlış bir şekilde cevaplamışlardır. Bu sonuçlar öğrencilerin melezleşme ile elektronegatiflik ilişkisini kavramsallaştıramadıklarını düşündürebilir.

Öğrencilerin bağ enerjisini nasıl anladıklarını belirlenmeye çalışıldığı 6. soru diğer sorularla kıyaslandığında, sorunun birinci ucu doğru olarak cevaplanmasına rağmen ikinci uçta yanlış kavrama içeren açıklamalar yazan öğrenci sayısının fazla olduğu görülmektedir (% 2,26). Her iki ucu tam olarak doğru cevaplayan öğrenci yüzdesi %3 iken, birinci ucu yanlış olarak cevaplayan öğrenci yüzdesi de oldukça fazla olup % 47,37'dir. Elde edilen veriler, öğrencilerin bu konuda zorluklar yaşadığının bir göstergesi olabilir.

Öğrencilerin yaklaşık yarısının atomik orbital ile melez orbitalin enerjilerinin kıyaslandığı 7. sorunun birinci ucuna yanlış cevaplar verdikleri ve % 9'unun ise boş bıraktıkları görülmektedir. Birinci ucu doğru cevaplayıp, açıklama kısmına tam olarak doğru cevap yazan öğrencilerin oranı ise yalnızca % 7 olarak belirlenmiştir.

SF<sub>6</sub> molekülünün melezleşmesi, molekül geometrisi ve bağ türünün sorulduğu 8. soruda ise % 53 oranında birinci ucu doğru bir şekilde cevaplayan öğrenciler arasında % 4,89'unun tam anlama, % 29,7'sinin kısmi anlama, % 18,04'ünün yanlış kavramalı kısmi anlama ve % 1,13'ünün ise sadece yanlış kavrama içeren açıklamalar yaptığı belirlenmiştir. Ayrıca öğrencilerin yaklaşık %

27'sinin çoktan seçmeli soruların birinci ucuna yanlış cevaplar verdikleri görülmektedir.

Orbital türü ve yönelimlerinin sorulduğu 9. soruda öğrencilerin % 34,2'sinin birinci uca yanlış cevap verdikleri, ikinci ucu ise %30,83'sinin yanlış kavramalı kısmi anlama ve % 12,78'inin ise kısmi anlama düzeyinde açıklamalar yaptıkları belirlenmiştir. 9. soruyla ilgili tablodaki veriler incelendiğinde öğrencilerin yaklaşık yarısının doğru şıkkı seçmelerine rağmen şıkkı seçerken tam olarak doğru bir açıklama yapamadıkları görülmektedir.

Öğrencilerin pi ve sigma bağ oluşumlarında hangi tür orbitallerin kullanıldığını, orbital yönelimlerini ve çakışmalarını bilip bilmediklerinin araştırıldığı 10. soruda öğrencilerin % 30,83 ve % 22,93'ünün kısmi anlama ve yanlış kavramalı kısmi anlama içeren ifadelerin yer aldığı açıklamalar yaptıkları görülmüştür. Tablo 3.5'deki veriler incelendiğinde, öğrencilerin genel olarak %59,92'si tüm soruların birinci ucunu tam olarak doğru olarak cevaplarırken ikinci ucu tam olarak cevaplayan % 5, kısmi anlamalı ifadeler içeren % 30,83, yanlış kavramalı kısmi anlamalı ya da boş bırakan %23 ve yanlış kavrama içeren yanıtlar verenlerin oranı ise % 2 olarak belirlenmiştir.

Tablodaki tüm soruların her iki ucunun analiz sonuçlarına bakıldığında, öğrencilerin genellikle birinci ucu doğru bir şekilde cevapladıklarında bile ikinci uca doğru açıklamayı yapmakta zorlandıkları görülmektedir.

Çoktan seçmeli kısımda % 15'in üzerinde tercih edilen şıklardan yola çıkılarak belirlenen kavram yanlışlığı ifadeleri toplu olarak Tablo 3.6'da gruplandırılarak verilmiştir. Buradaki ifadelerin melez orbital, pi ve sigma bağı, melezleşme, elektronegatiflik ve bağ enerjisi olmak üzere beş başlık altında toplandığı görülmektedir.

**Tablo 3.6.** KYTT Çoktan Seçmeli Soruların Birinci Ucundan Elde Edilen Kavram Yanılgısı İfadeleri

<i>Konu Alanı</i>	<i>Soru No</i>	<i>Kavram Yanılgısı İfadeleri</i>	<i>(f)</i>	<i>(%)</i>
Melez Orbital	3	$C \equiv C$ üçlü bağında yer alan sigma bağı her bir karbon atomundaki 2s atom orbitallerinin uc uca çakışmasıyla oluşur.	49	18,6
Pi ve Sigma Bağı	3	1 ve 2 nolu C atomları arasındaki tekli bağ, her iki karbonun birer 2p orbitallerinin eksenin altında ve üstünde çakışması ile oluşan bir sigma bağıdır.	43	16,2
Melezleşme	4	Melezleşme, elektronların bir orbitalden başka bir orbitale geçmesi sürecidir.	41	15,4
		Atomlar oktetlerini tamamlamak için melezleşirler.	77	29
		Moleküllerin geometrileri melezleşme türlerine göre saptanır.	84	31
	7	Melez orbitallerin enerjisi melezleşmeye katılan atomik orbitallerin enerjisinden daha yüksektir.	62	23,3
		Melez orbitallerin enerjisi melezleşmeye katılan atomik orbitallerin enerjisinden daha düşüktür.	58	21,8
Elektronegatiflik	5	$CH_4$ molekülündeki C atomunun elektronegatifliği diğer moleküllerdeki C atomlarının elektronegatifliğine göre en fazladır.	83	31,2
Bağ Enerjisi	6	$CH_4$ molekülünün enerjisi daha yüksektir çünkü bağ sayısı $CH_2$ 'ye göre daha fazladır.	54	20,3
		$CH_2$ yapısının enerjisi sadece kararsız yapıya sahip olduğu için daha yüksektir.	72	27,1

Tablo 3.6 incelendiğinde, öğrencilerin çoktan seçmeli soruların birinci ucuna verdikleri yanıtlardan melez orbital, pi ve sigma bağ oluşumları, melezleşme, elektronegatiflik ve bağ enerjisi başlıkları altında toplanan 10 tane kavram yanılgısına sahip oldukları görülmektedir. Öğrencilerin % 31'inin "moleküllerin geometrileri melezleşme türlerine göre saptanır" kavram yanılgısına ve % 31,2'sinin ise " $CH_4$  molekülündeki C atomunun elektronegatifliği diğer moleküllerdeki C atomlarının elektronegatifliğine göre daha fazladır" kavram yanılgısına sahip oldukları görülmektedir. Yine öğrencilerin % 29'unun melezleşmenin sebebini oktete bağladıkları, % 27'sinin ise bağ enerjisini kararlılığa dayandırdıkları belirlenmiştir.

Çoktan seçmeli soruların, seçeneği seçme nedenleri ile ilgili kısımdan elde edilen kavram yanlışlığı ifadeleri toplu halde Tablo 3.7’de gösterilmiştir. Burada, yanlış kavrama ifadelerinin “elektron ile ilgili KY”, “orbital ile ilgili KY”, “melezleşme ile ilgili KY”, “bağlanma ile ilgili KY” ve “elektronegatiflik ile ilgili KY” olmak üzere beş başlık altında toplanmıştır. Bu konu alanlarının bazılarında belirlenmiş olan yanlış kavramalı kısmi anlama ifadeleri ise Tablo 3.8’de gösterilmiştir.

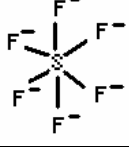
**Tablo 3.7.** KYTT Çoktan Seçmeli Soruların İkinci Ucundan Elde Edilen Kavram Yanlışlığı İfadeleri

<i>Konu Alanı</i>	<i>Soru No</i>	<i>Tanımlama</i>	<i>Örnek Olabilecek Kavram Yanlışlığı</i>	<i>(f)</i>	<i>(%)</i>
<b><i>Elektron İle İlgili KY</i></b>				13	4,89
a) Atom/Elektron	1-2	Atom ile elektronun birbirine karıştırılması	Oksijende bir tane tek atomlu p orbitali vardır.	13	4,89
b) Elektron Sayısı	1	Bir orbitalde yer alan elektron sayısının bilinmemesi	p orbitali maksimum 3 elektron alır.		
<b><i>Orbital ile İlgili KY</i></b>				56	21,05
Atom/Orbital	1-2-3-4-7-9-10	Atom ile orbitalin birbirine karıştırılması	Sigma bağı, atomların baş başa üst üste gelmesiyle oluşur....Çünkü pi bağı, atomların yan yana üst üste gelmesiyle oluşur.	8	3
Yörünge/Orbital	1-7-10	Yörünge ile orbitalin birbirine karıştırılması	Hund kuralına göre elektronlar orbitallere tek tek ve spinleri aynı yönde olacak şekilde yerleşirler. <u>Bir yörünge dolmadan ikinci yörüngeye geçilmez.</u>	6	2,26
Elektron/Orbital	7-10	Elektron ile orbitalin birbirine karıştırılması	Melezleşme olmuş elektronların seviyesi eşitlenmiş.	8	3
Molekül/Orbital	4-7-10	Molekül ile orbitalin birbirine karıştırılması	Çeşitli melezleşmelerle <u>moleküller</u> kendi arasında doğrusal ya da açısız etkileşir.	3	1,13
Bağ/Orbital	10	Bağ ile orbitalin birbirine karıştırılması	S orbitalleri p orbitalleri ile çakışınca sigma orbitalleri oluşur.	5	1,88

Tablo 3.7'nin devamı

<i>Konu Alanı</i>	<i>Soru No</i>	<i>Tanımlama</i>	<i>Örnek Olabilecek Kavram Yanılgısı</i>	<i>(f)</i>	<i>(%)</i>
MelezOrbital / Atomik Orbital	7	Melez ile atomik orbitalin birbirine karıştırılması	Melezleşen orbitallerin enerjileri eşit olur.	1	0,38
Orbitallerin Enerjisi	7	Melez ile atomik orbitallerin enerjileriyle ilgili kavram yanılgıları	Melez orbitallerin enerjisi diğer atomik orbitallerin enerjisinden daha düşük ve birbirine eşittir.	21	7,90
			Karbon atomunun atomik orbitallerinin enerjisi melezleşme sonucu oluşan melez orbitallerinin enerjisinden daha düşüktür.		
Yörünge/ Enerji düzeyi	1-4-7-8-10	Yörünge ile enerji düzeyinin birbirine karıştırılması	Karbon atomunun <u>son yörüngesinde</u> bir s, üç p orbitali vardır.	4	1,5
<b><i>Melezleşme İle İlgili KY</i></b>				85	31,96
Melezleşmenin Tanımı	4-7	Melezleşmenin sadece elektronların uyarılması olarak algılanması	Melezleşme elektron uyarılmasıdır.	24	9,02
	2-3	Melezleşmenin sadece atomik orbitaller arasında gerçekleştiğinin düşünülmesi	Oksijen atomunun 2p orbitalindeki 2 yarı dolu orbital ile karbon atomunun 2p orbitalindeki 2 yarı dolu orbitaller birbirini tamamlar $sp^2$ olur.	7	2,63
	4-7-6	Atomik orbitallerin melezleşme nedeninin oktet ve kararlılık olarak düşünülmesi	Melezleşme ile enerjilerini düşürüp daha kararlı hale geçerler. Melezleşme arttıkça daha kararlı hale gelip enerjileri artar. Atomlar oktetlerini tamamlayarak kararlı bir yapıya geçerler.	28	10,5
Melezleşme Türü	2-3	Melezleşme türünün bağ sayısına göre belirlenmesi	Merkez atoun bağ sayısı <u>4'ün üzeri ise <math>sp^3</math> melezleşmesidir.</u>	16	6,02
Molekül Geometrisi	2-4-8	Molekül geometrisinin melezleşmeye göre yanlış bir şekilde belirlenmesi	$sp^3$ melezleşmesi yaptığı için molekül şekli trigonal di piramiddir.	10	3,76
<b><i>Bağlanma İle İlgili KY</i></b>				80	30,1
Bağ Açısı	2	Bağ açısının melezleşmeye göre yanlış bir şekilde belirlenmesi	$sp^3$ melezleşmesi yaptığından (C ve H atomları) 90 derecedir.	11	4,14

Tablo 3.7'nin devamı

Konu Alanı	Soru No	Tanımlama	Örnek Olabilecek Kavram Yanılgısı	(f)	(%)
Bağ Oluşumu	2-3-8-10	Sigma ve pi bağı oluşumlarının karıştırılması	$\pi$ bağları sp melez orbitallerin çakışmasıyla sigma bağları ise melezleşmeye katılmayan p orbitallerinin çakışmasıyla oluşur.	24	9,02
Bağ Türü	2-4-8	Kovalent bağ, iyonik bağ ve hidrojen bağının birbirine karıştırılması	Çünkü F ametal bir elementtir. S ise metal bir elementtir. Ametal ve metal arasındaki oluşan bağa iyonik bağ denir ve geometrisi  şeklindedir.	14	5,26
Bağ Enerjisi	6	Bağ oluşumu ile enerji arasındaki ilişkinin yanlış şekilde yorumlanması	Bağ sayısı arttıkça enerji fazlaşır. Bu nedenle $\text{CH}_4$ 'ün enerjisi $\text{CH}_2$ 'ye göre daha fazladır.	31	11,7
<b>Elektronegatiflik İle İlgili KY</b>	5	Elektronegatiflik ile ilgili kavram yanılgıları	Melezleşme ile elektronegativite değişmez.	42	15,8

KYTT'nin ikinci bölümünde yer alan çoktan seçmeli soruların ikinci ucundaki açıklamaların analizleri sonucunda, öğrencilerde elektronlar, orbitaller, melezleşme, bağlanma ve elektronegatiflik ile ilgili kavram yanılgıları belirlenmiş ve bu kavram yanılgıları Tablo 3.7'de görüldüğü gibi beş başlık altında toplanmıştır. Tablo 3.7'deki veriler incelendiğinde, öğrencilerin yaklaşık %32'sinde melezleşmeyle ilgili, % 30'unda bağlanmayla ilgili, % 21'inde orbital ile ilgili, % 16'sında elektronegatiflik kavramı ile ilgili ve % 5'inde ise elektron ile ilgili kavram yanılgılarına sahip oldukları görülmektedir.

Başlıklar ayrı ayrı incelendiğinde; öğrencilerin % 5'inde tespit edilen elektron ile ilgili kavram yanılgıları, elektron ile atom kavramlarının birbiri yerine kullanmasından ve bir orbitalde kaç tane elektron bulunduğunun bilinmemesinden kaynaklanmaktadır.



Öğrencilerin % 21'inin sahip olduğu "orbital ile ilgili kavram yanılgıları" ise atom/orbital, yörünge/orbital, elektron/orbital, molekül/orbital, bağ/orbital, melez orbital/atomik orbital, orbitallerin enerjisi ve yörünge/enerji düzeyi başlıkları altında toplanmıştır. Tablodaki veriler incelendiğinde öğrencilerin orbital ile ilgili kavram yanılgılarının orbital yerine birçok farklı kavramı kullanmalarından kaynaklandığı görülmektedir. Diğer kavramlarla kıyaslandığında öğrencilerin (% 3) orbital yerine atom ve elektron kavramlarını daha çok kullandıkları saptanmıştır. Orbitallerle ilgili tespit edilen diğer kavram yanılgılarına bakıldığında, öğrencilerin en çok (% 8) atomik ile melez orbitallerin enerjilerini kıyaslarken yanılgılara düştükleri ortaya çıkmaktadır.

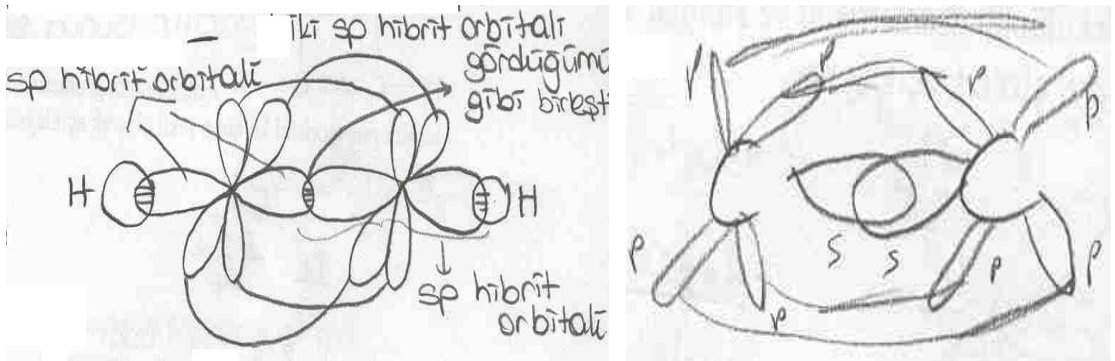
Tablo 3.7'de görülebileceği gibi öğrencilerin % 32'sinin sahip olduğu "melezleşme ile ilgili kavram yanılgıları" melezleşmenin tanımı, melezleşmenin türü ve molekül geometrisi olmak üzere üç başlık altında toplanmıştır. "Melezleşmenin tanımı" başlığı altında gruplandırılan kavram yanılgıları analiz edildiğinde, öğrencilerin melezleşmenin tanımıyla ilgili üç farklı kavram yanılgısına sahip oldukları görülmektedir. Öğrencilerin yaklaşık % 9'unun melezleşmeyi temel halden uyarılmış hale geçiş gibi sadece elektronların uyarılması olarak algıladıkları, yaklaşık % 3'ünün melezleşmeyi atomik orbitallerin çakışmasıyla oluşturdukları ve yaklaşık % 11'nin ise melezleşmenin atomların oktete uyması ve kararlılığa kavuşması için gerçekleştiğini düşündükleri belirlenmiştir. Öğrenci cevaplarının yaklaşık % 6'sında belirlenen "Melezleşme türü" başlığı altındaki kavram yanılgıları ise öğrencilerin tekli, ikili ve üçlü bağ sayısına bakmaksızın merkez atomun toplam olarak yapabileceği bağ sayısına göre aşırı genellemeler yaparak melezleşme türünü belirlediklerini göstermektedir. Öğrencilerin yaklaşık % 4'ünün ise molekül geometrisiyle ilgili kavram yanılgılarına sahip oldukları belirlenmiştir.

Öğrencilerin çoktan seçmeli soruların ikinci ucuna verdikleri cevaplarda belirlenmiş olan "bağlanma ile ilgili kavram yanılgıları" cevaplardaki kavram yanılgı ifadelerine göre bağ açısı, bağ oluşumu, bağ türü ve bağ enerjisi şeklinde dört başlık altında toplanmıştır. Bu grup altında öğrencilerin "bağ oluşumunun enerji gerektirdiği" düşüncesiyle en çok bağ enerjisiyle (% 12) ilgili kavram yanılgısına sahip oldukları belirlenmiştir. Sigma ve pi bağlarının oluşumlarıyla ilgili çakışan

orbitaller ve yönelimleriyle ilgili belirlenmiş kavram yanlışları “bağ oluşumu” başlığı altında toplanmış ve öğrencilerin % 9’unun bağ oluşumuyla ilgili kavram yanlışlığına sahip oldukları saptanmıştır. KYTT’nin çoktan seçmeli 2., 4. ve 8. sorularında belirlenen “bağ türü” ile ilgili kavram yanlışlarında ise öğrencilerin yaklaşık %5’i kovalent bağı iyonik ve hidrojen bağı olarak algılamışlardır. “Bağ açısı” başlığı altında toplanan öğrencilerin % 4’ünün çoktan seçmeli 2.soruya verdikleri cevaplar, onların molekülde yer alan atomlar arasındaki bağ açısını belirlemede kavram yanlışlığına sahip olduklarını göstermiştir.

KYTT’nin çoktan seçmeli sorularının ikinci ucuna verilen açıklamalarda belirlenmiş olan son başlık “elektronegatiflik ile ilgili” kavram yanlışlarıdır. Öğrencilerin, KYTT’nde melezleşmenin elektronegatiflik üzerine etkisinin araştırıldığı beşinci soruya verdikleri yanıtların analizi sayesinde, onların yaklaşık %16’sının “melezleşmenin elektronegatifliğe etkisinin olmayacağı ve elektronegatifliğin asla değişmeyeceğini” düşündükleri tespit edilmiştir.

Öğrencilerin çoktan seçmeli sorular için yaptıkları açıklama ve çizimlerinde de açık uçlu ikinci sorudaki yanlış kavramalara benzer kavramalar belirlenmiştir. Örneğin; bir öğrencinin çoktan seçmeli 3. soruyu açıklamak için çizdiği şekilden sigma ve pi bağlarının oluşumlarıyla ilgili yanlış kavramalara sahip olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu çizimlerden iki tanesi Şekil 21’de verilmiştir.



**Şekil 21.** Çoktan seçmeli üçüncü soru için çizilen şekillerden Sigma ve pi bağlarının oluşumlarıyla ilgili kavram yanlışlığını gösteren örnek çizimler

**Tablo 3.8.** KYTT çoktan seçmeli soruların ikinci ucuna verilen cevaplardan elde edilen KA/YK ifadeleri

Konu Alanı	Soru No	Yanlış Kavramalı Kısmi Anlama İfadeleri	(F)	(%)
<b>Orbital</b>			3	1,13
Orbital/Yörünge	1	s yörüngeleri 2'ye tamamlanmadan elektronlar p yörüngesine geçemez. Atom numarası elektron sayısına eşit olduğu için C'da p yörüngesi 2 elektrona oksijende ise 4 elektrona sahip olmak zorundadır.	1	0,38
Orbitalin Enerjisi	7	Yapı melezleştğinde daha kararlı konuma geçmiş yani $sp^3$ melez orbitallerinde bulunan elektronların enerjileri düşer. Ama bu düşme sonucunda enerjileri 2s orbitalinden yine daha çoktur. 2s'in enerjisi 2p'nin enerjisinden daha düşüktür. 2s'teki elektronlar p'ye geçtiğinde 2p'nin enerjisini biraz düşürürler ama yine de yeni orbitallerin enerjisi 2s ile 2p arasında kalır.	2	0,75
<b>Melezleşme</b>			3	1,13
Melezleşmenin Tanımı	4	Melezleşme kovalent bağlı bileşiklerde oluşur. Elektronların çakışmasıyla oluşur. Melezleşme atomik orbitallerin bir araya gelerek daha düşük enerji seviyeli yeni orbitaller oluşturmasıdır.	2	0,75
Molekül Geometrisi	8	$sp^3d^2$ tetrahedral yada düzgün sekizlidir.	1	0,38
<b>Bağlanma</b>			23	8,65
Bağ Enerjisi	6	Bir bağ oluşurken açığa çıkan enerji bu bağı kırmak için gereken enerjiye eşittir. En çok $CH_4$ 'te bağ olduğu için toplam bağ enerjisi yüksektir.	1	0,38
Bağ Oluşumu	3	1 ve 3 numaralı C atomu $sp^3$ melezleşmesi yapmış. Ve bir sigma, iki pi bağı vardır. $sp^3$ melezleşmesi yapmıştır. Pi bağları p orbitallerinin karşılıklı çakışması ile oluşur burada da 3 tane p orbitali karşılıklı çakışmıştır. C-C tekli bağı sigmadır ve tekli bağ her iki karbonun birer 2p orbitalinin eksenin altında ve üstünde olacağından. Karbonların kendi arasında yaptıkları sigma bir tane oluşur. C-H arasında bir tane pi bağı vardır.	22	8,27
	10	Üçlü bağ yapan karbonlar $sp$ melezleşmesi yapmıştır. s-s arasında sigma bağı oluşur. Melezleşmeye katılmayan p orbitalleri arasında kafa kafaya çakışmasıyla pi bağı meydana gelir. Sigma bağı s orbitallerinin çakışmasıyla, pi bağları p orbitallerinin çakışmasıyla oluşur. Pi bağları için atomların birden fazla orbitalinin üst üste çakışması gerekir. Gerçekleşen tek bağların hepsi pi bağıdır. Birden fazla bağ varsa ilki pi, diğerleri sigma bağıdır.		
<b>Elektronegatiflik</b>	5	Elektronegatiflik değişmez. Yani bir atom için hep aynıdır.	2	0,75

Öğrencilerin KYTT'nin ikinci bölümünde yer alan çoktan seçmeli soruların ikinci ucuna verdikleri yanıtların analizleri incelendiğinde, öğrencilerin kısmi anlama içeren yanlış kavramalara sahip oldukları belirlenmiştir. Bu kısmi anlamalı yanlış kavramalar, orbital, melezleşme, bağlanma ve elektronegatiflik olmak üzere dört başlık altında toplanmış olup Tablo 3.8'de gösterilmiştir. Tablo 3.8'e bakıldığında; öğrencilerin yaklaşık % 9'unun bağlanma, % 1'inin ise ayrı olarak orbital, melezleşme ve elektronegatiflik başlığı altında yer alan konularla ilgili yanlış kavramalı kısmi anlamalar içeren açıklamalar yaptıkları görülmektedir. Tablo 3.8'de yer alan, bağlanma başlığı altındaki bağ oluşumuyla ilgili açıklamalardan da anlaşılacağı gibi öğrencilerin yaklaşık % 8'inin sigma ve pi bağlarının oluşumlarına dair açıklamalarında yanlış kavramalı kısmi anlamalar içeren ifadeler belirlenmiştir.

### **3.2.3. İnsana Özgü Dile (Anthropomorphism) Ait Bulgular**

Açık uçlu ve çoktan seçmeli soruların analizleri sonucunda, ayrıca öğrencilerin atomlar, orbitaller ve elektronlardan bahsederken insana özgü dili (anthropomorphic language) kullandıkları belirlenmiştir. Öğrencilerin kullandığı insana özgü dile ait ifadeleri Tablo 3.9'de toplu halde gösterilmiştir.

**Tablo 3.9.** Öğrencilerin Kullandıkları İnsana Özgü Dile Ait İfadeler

<b>İnsana Özgü Dile Ait İfadeler</b>	<b>(f)</b>	<b>(%)</b>
<b>İstemek</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Atomik orbitaller buldukları enerji seviyesi yüksek olduğundan daha dış seviyeye geçmek <i>isteyeceklerdir</i>.</li><li>2. Daha fazla bağ yaparak daha düşük enerjili hale gelme <i>isteği</i> duyarlar.</li><li>3. Atomik orbitaller kendi başlarına kararsız yapıda yani yüksek enerjili oldukları için daha kararlı yapıya geçmek <i>isterler</i>.</li><li>4. Çünkü hepsi kararlı olmak <i>isterler</i> ve bundan dolayı yarı dolu şekle geçmeye <i>çalışırlar</i>.</li><li>5. Atomik orbitaller oktetini tamamlamak <i>isterler</i>.</li><li>6. Çünkü atomik orbitallerde elektronlar <i>rahat olabilmek</i> için boşluklara, boş orbitallere geçme <i>isteğinde</i> bulunurlar. Elektronlar birbirlerini iterler.</li><li>7. Yarı dolu ve boş orbitalleri yardımıyla iki atomik orbital birleşip melezleşerek bileşik oluşturma <i>isteği duyarlar</i>. Bu nedenle melezleşirler.</li><li>8. Son yörüngedeki elektronların bağ yapma, kopma <i>isteğinden</i> dolayı melezleşme yaparak elektron geçişi yaparlar.</li><li>9. Daha düzenli bir yapıya geçmek <i>isterler</i>. Değerlik elektronlarını tamamlarlar.</li><li>10. Bağ yapabilmek için uygun enerji seviyesine gelmek <i>isterler</i>.</li><li>11. Bağ kısadır ve elektronları çekme <i>isteği</i> artar.</li><li>12. Atomlar kararlı yapıya ulaşabilmek için oktete varmak <i>isterler</i>. Bu yüzden atomlar arasında melezleşme olur.</li><li>13. Enerji seviyelerini eşitlemek <i>isterler</i>.</li><li>14. Bileşiği parçalamak için gereken enerji CH<sub>2</sub>'nin <i>istediği</i> enerjide daha büyüktür. Bağ oluşurken açığa çıkan enerji ile bağ kırılırken açığa çıkan enerji aynıdır.</li></ol>	32	9,88
<b>Çalışmak</b>		
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Daha kararlı bileşikler oluşturmaya <i>çalışırlar</i>.</li><li>2. Çünkü hepsi kararlı olmak <i>isterler</i> ve bundan dolayı yarı dolu şekle geçmeye <i>çalışırlar</i>.</li><li>3. Ortaklanmamış elektronlarını kullanarak kovalent bağ yapmaya <i>çalışırlar</i>. Bu da yapılarının kararlı olmasını sağlar.</li><li>4. Atomlar bağ yapmak için melezleşirler ve orbitallerini oktete tamamlamaya <i>çalışırlar</i>.</li><li>5. Atomlar oktetlerini tamamlamaya dolayısıyla soygaz elektron düzenine geçmeye <i>çalışırlar</i>.</li><li>6. Her atom element_kararlı hale geçmek için <i>çalışır</i> oktetini tamamlayan elementler daha kararlıdır.</li></ol>	7	2,16
<b>Gayesi</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Yarı dolu olan orbitallerini kararlı hale gelebilmek için ulaşmaları <i>gayesidir</i>. Bu şekilde daha kararlı hale gelir.</li></ol>	1	0,31
<b>İmece</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Kendi elektronları bağ yapmaya yeterli değildir. Sonuçta bir ortaklıkta bazı ihtiyaçlarını karşısındakinden <i>sağlayabilir</i>. Neticede bir <i>imecedir</i>.</li></ol>	1	0,31

Tablo 3.9'un devamı

<b>Rahatlık</b> 1. Atomların elektronları melezleşme durumunda en <i>rahat</i> durumdadırlar. 2. Çünkü atomik orbitallerde elektronlar <i>rahat olabilmek</i> için boşluklara, boş orbitallere geçme <i>isteğinde</i> bulunurlar. Elektronlar birbirlerini iterler. 3. Oluşacak molekülün daha kararlı, enerjisi düşük ve <i>rahat yapıda</i> olması için. 4. Melezleşme yaptıklarında daha kararlı hale geçerler. Bütün atomlar, kararlı oldukları zaman <i>rahatturlar</i> .	4	1,24
<b>Gereksinim</b> Bağ yapmaya <i>ihtiyaç duyduklarında</i> da melezleşme yaparlar.	3	0,93
<b>Zorunluluk</b>		
1. s <i>yörüngeleri</i> 2'ye tamamlanmadan elektronlar p yörüngesine geçemez. Atom numarası elektron sayısına eşit olduğu için C'da p <i>yörüngesi</i> 2 elektrona oksijende ise 4 elektrona sahip olmak <i>zorundadır</i> . 2. 2 nolu karbon sp melezleşmesi yaptığından dolayı 1 nolu karbon sp <sup>2</sup> yapmak <i>zorundadır</i> .	2	0,62
<b>Yer Açmak</b> Bağ yapabilmek için elektronlara <i>yer açarlar</i> .	1	0,31
<b>Eğilmek</b> Pi bağları, pi orbitallerinin birbirlerine doğru <i>eğilerek</i> iki bağlantı noktasından birleşmesiyle olur.	1	0,31
<b>Başvurmak</b> Atomlar oktetlerini tamamlamak için melezleşmeye <i>başvururlar</i> .	1	0,31
<b>Doymak</b> Çünkü CH <sub>4</sub> 'te 4 tane H karbon atomunu elektron bakımından <i>doymaktadır</i> .	2	0,62
<b>Yakalamak</b> C ve O s orbitallerinde kararlı yapıyı <i>yakaladılar</i> .	1	0,31
<b>Hissetmek</b> Elektron eksikliğini en çok <i>hissedecek</i> bu moleküldür	1	0,31

Öğrencilerin “Melezleşme” konusundaki kavram yanılgılarının belirlenmesi amacıyla uygulanan KYTT'deki açık uçlu ve çoktan seçmeli soruların analizleri sonucunda, öğrencilerin hibrileşme olayının nasıl ve niçin gerçekleştiğini açıklarken ve atom, elektron ve orbitallerden bahsederken sürekli olarak insana özgü dili kullandıkları belirlenmiştir. Araştırmaya katılan öğrencilerin açıklamalarında belirlenen insana özgü dile ait fiiller ise şöyledir: “istemek”, “çalışmak”, “imece”,

“gayesi” “rahatlık”, “gereksinim”, “zorunluluk”, “yer açmak”, “eğilmek”, “başvurmak”, “doymak”, “yakalamak” ve “hissetmek”. Tablo 3.8 incelendiğinde, öğrencilerin özellikle en çok “istemek”, “çalışmak” ve “rahatlık” fiillerini kullandıkları görülmektedir.

### 3.2.4. Öğrenci Başarısına Cinsiyetin Etkisi

Erkek ve kız öğrenciler arasında melezleşme ve ilgili kavramları anlama düzeyleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olup olmadığını test etmek için ANOVA testi kullanılmıştır. Bu amaçla SPSS istatistik programı kullanılarak ANOVA analizi gerçekleştirilmiş ve elde edilen veriler Tablo 3.10’da gösterilmiştir. Bu analize ilişkin hipotezler aşağıdaki gibidir.

H<sub>0</sub>: Erkek ve kızların melezleşme ve ilgili kavramları anlama düzeyleri açısından aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur.

H<sub>1</sub>: Erkek ve kızların melezleşme ve ilgili kavramları anlama düzeyleri açısından aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık vardır.

**Tablo 3.10.** Öğrenci başarısına cinsiyetin etkisi

	Kareler Toplamı	SD	Kareler Ortalaması	F	p
Gruplararası	8,762	1	8,762	2,319	,129
Gruplarıçi	997,392	264	3,778		
Toplam	1006,154	265			

Tablo 3.10’daki sonuçlara göre, H<sub>0</sub> hipotezi kabul edilir. Erkek ve kızların arasında melezleşme ve ilgili kavramları anlama düzeyleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur,  $F(1, 265) = 2,319$ ,  $p = ,129$ , ( $p > 0,05$ ).

## 4. SONUÇ VE TARTIŞMA

### 4.1. Kavram Yanılgısı Sonuçları

Çalışmada, üniversite öğrencilerinin melezleşme ve melezleşme ile ilgili kavramlar hakkında kavram yanılgılarına sahip oldukları sonucuna ulaşılmıştır. Öğrencilerin melezleşme konusu ile ilgili kavram yanılgılarını belirlemek amacıyla kullanılan kavram yanılgısı teşhis testindeki açık uçlu ve çoktan seçmeli soruların analizinden elde edilen bulgulara göre sonuçlar melezleşme ile ilgili kavram yanılgıları, bağlanma ile ilgili kavram yanılgıları, orbital ve elektronlarla ilgili kavram yanılgıları ve elektronegatiflik ile ilgili kavram yanılgıları olmak üzere 4 başlık altında toplanmıştır. Bunlara ait açıklamalar aşağıda sırasıyla verilmiştir. Bu ana sonuç yanında, çalışma da, öğrencilerin atom ve kimyasal bağları açıklarken insana özgü dil ve canlılığı kullandığı sonucuna da ulaşılmıştır. İki kısımda toplanan sonuçlar aşağıda ayrı ayrı açıklanmıştır.

#### 4.1.1. Melezleşme ile İlgili Kavram Yanılgıları

Kavram yanılgısı teşhis testinde yer alan açık uçlu ve çoktan seçmeli soruların analizi sonucunda; öğrencilerin melezleşmenin niçin gerçekleştiğini ve hangi orbitaller arasında oluştuğunu anlayamadıkları, melezleşmeyi atomların oktete varması, daha kararlı olması ya da molekül geometrisinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştiğini düşündükleri belirlenmiştir. Bu durumu gösteren birkaç öğrenci açıklaması şöyledir:

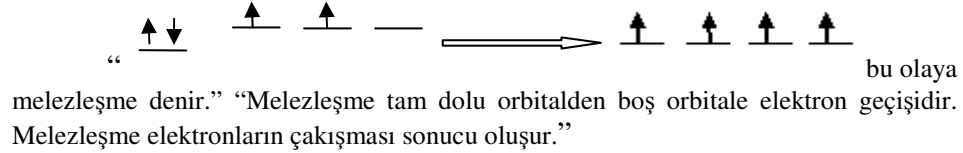
“Daha kararlı bir yapıya ve daha düşük enerjili seviyeye geçmek için melezleşmeye gerek duyarlar. Oktet kuralına uymak daha kararlı hale geçerek enerjilerini düşürmek amacıyla melezleşme gerçekleşir.”

Buna benzer sonuçlara daha önceki çalışmalarda da rastlanmış olup, bu çalışmalarda öğrencilerin kimyasal bağlanma ve kimyasal reaksiyonları açıklamak için sürekli olarak oktet kuralı heuristiğini ve minimum enerji kararlılık ilişkisini kullandıkları görülmektedir [40-46, 51, 53, 67]. Taber (2001) oktet kuralını daha



sonraki kuramların öğrenilmesine engel olduğu ve öğretim sonucunda ortaya çıktığı için pedagojik bir öğrenme engeli olarak tanımlamıştır [51]. Melezleşmenin atomların oktet kuralına uyması için gerçekleştiğini düşünen öğrencilere ait bulgular, bu öğrencilerin VSEPR kuramına dahi geçmeden Lewis nokta yapısına göre düşündükleri sonucuna götürebilir. Lewis yapısına göre, moleküllerin geometrileri belirlenirken atomların kimyasal tepkimeye girdiğinde değerlik elektron sayılarını hidrojen için 2, diğer atomlarda ise kendinden sonra gelen soygaz grubundaki elektrona göre tamamlamaya çalışılmaktadır.

Melezleşmenin tanımıyla ilgili olarak, öğrencilerin hem açık uçlu hem de çoktan seçmeli sorulara verdikleri cevaplarda kavram yanlışları içeren ifadeler belirlenmiştir. Öğrencilerin ifadelerinde belirlenen bu kavram yanlışlarının % 23'ü ise, melezleşmenin “bir orbitaldeki elektronun başka bir orbitale uyarılması” olarak algılanması ve “elektronların çakışmasıdır” şeklinde tanımlanmasıdır. Öğrenciler bu tür kavram yanlışları içeren ifadelerine, KYTT'nin hem açık uçlu birinci sorusuna (% 4) hem de çoktan seçmeli 4. ve 7. sorularına (% 9) verdikleri cevaplarda kullanmaya devam etmişlerdir. Kavram yanlışlarının göstergesi olabilecek 37 öğrenci ifadesi şöyledir:



Bu durum, öğrencilerin melezleşmeyi, temel durumda atomik orbitallerdeki elektronun uyarılması veya elektronların çakışması olarak algıladıkları sonucuna götürebilir. Nakiboğlu'nun (2003) öğrencilerin melezleşme, atomik orbital ve ilgili kavramları anlamalarını araştırdığı çalışmasında da benzer sonuçlara ulaşılmıştır[67].

Öğrencilerde melezleşmeyle ilgili belirlenmiş olan diğer bir önemli kavram yanlışlığı ifadesi öğrencilerin melezleşmeyi atomik orbitallerin kaynaşp, eş enerjili yeni orbitaller oluşturmasından çok, kovalent bağ oluşumundaki orbital çakışmalarına benzer olduğunu düşündüklerini gösteren, “melezleşme sadece atomik orbitallerin çakışmasıyla oluşur” ifadesidir. Bu kavram yanlışlığına, öğrencilerin hem açık uçlu hem de çoktan seçmeli sorulara verdikleri cevaplarından ulaşılmıştır.

Çoktan seçmeli 2. ve 3. soruların, açık uçlu kısmında yazdıkları cevaplardan bu tip bir kavram yanılığına sahip oldukları sonucuna ulaşılmıştır. Bu kavram yanılığı ile ilgili bir öğrenciye ait ifade şu şekilde örnek olarak verilebilir:

“H atomu 3.C'nun s, 1.C'nun p orbitalleri 3.C'nun p, 2.C'nun  $p_z$  orbitali 1.C'nun s orbitali ile çakışmıştır. 2.C'nun geriye kalan orbitalleri ise 3 tane H atomunun elektronları ile çakışır.”

Ayrıca, öğrencilerin açık uçlu ikinci sorudaki çizimlerinde yer alan yanlış kavramalı kısmi anlama grubunun 2. maddesindeki gösterim, melez orbitallerin çakışması ile oluşan sigma bağının oluşumunu, atomik orbitallerin çakışması ile göstermeleri ulaşılan sonucu desteklemektedir.

KYTT'nin açık uçlu sorularında, melezleşme türünün ve çakışmaların gösterilmesi istenirken, çoktan seçmeli 2., 3. ve 8. sorularda farklı moleküller verilerek birinci uçta melezleşme türünü belirlemeleri, ikinci uçta ise açıklamaları istenmiştir. Her iki soru tipinin analizlerinde de, öğrencilerin melezleşme türünü belirlemede ve göstermede zorluklar yaşadıkları, öğrencilerin bağ sayısına bakarak melezleşme türlerini belirlemeye çalışmasından kaynaklanacağı sonucuna götürebilir. Bu durum, çalışmaya katılan bir öğrencinin çoktan seçmeli sorunun ikinci ucuna yazdığı aşağıdaki açıklamada da görülmektedir:

“Merkez atom sp melezleşmesi yapar çünkü iki tane tekli bağı vardır. Karbon ile oksijen arasındaki çift bağ bunu kanıtlar.”

Aynı sonuca, açık uçlu ikinci soruya verilen yanıtlardaki çizimlerin analizlerinde de ulaşılmıştır. Öğrencilerin, moleküldeki merkez atoma aynı anda hem  $sp^3$  hem de  $sp^2$  yada hem  $sp^2$  hem de sp melezleşmesi yaptıkları görülmektedir. Bu durum öğrencilerin melezleşme olayını kavramsal olarak anlamadıklarını göstermektedir. Bu tür bir yanılığın oluşması öğrencilerin “tek bağ varsa  $sp^3$ , çift bağ var  $sp^2$  ve üçlü bağ varsa sp melezleşmesi yapar” genellemesini yapmalarından kaynaklanabilir. Bu yanlış bir genelleme olmamasına rağmen, öğrencilerde yukarıda açıklanan şekilde bir kavram yanılığının oluşmasına neden olabilir. Çünkü bu tür cevapları veren öğrenciler, özellikle molekülün açık formülü

üzerinde karbon atomunun hidrojen atomu ile tek bağı üzerine  $sp^3$  ve aynı karbona diğer karbon atomu ile çift bağ yaptığı için  $sp^2$  yazdıkları görülmüştür.

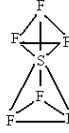
Öğrencilerin açık uçlu ve çoktan seçmeli sorulara verdikleri yanıtlara ait bulgular incelendiğinde, molekül geometrisiyle ilgili kavram yanılgılarına sahip oldukları belirlenmiştir. Molekül geometrisi ile ilgili olarak, öğrencilerin molekül geometrisini yanlış olarak belirledikleri, Lewis nokta yapısına göre çizdikleri, orbitaller arasındaki çakışmaları ise molekülün açık formülüne göre gösterdikleri görülmüştür. Öğrencilerin molekül geometrisiyle ilgili bu tür kavram yanılgılarına ait sonuçları, açık uçlu ikinci soruyu cevaplamak için çizdikleri çizimlerde desteklemektedir. Aşağıdaki örnekler, öğrencilerin molekül geometrisini yanlış bir şekilde belirlediklerinin bir göstergesi olabilir:

“ $CH_3$  melezleşmesi  $sp^3$  ile oluşur.  $sp^3$  düzlemsel karedir geometrik şekli bunun bağ açısı da 90 derecedir.”

$$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{O} \quad \text{H} \\ | \quad || \quad | \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ | \quad | \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$$

“ molekülündeki H-C-H arasındaki açı 90 derecedir. Düzgün 4 yüzlü geometriye sahiptir.”

“3 F atomu S’ün  $P_x, P_y, P_z$  orbitallerine (+) yönünde, 3 F atomu S’ün  $P_x, P_y, P_z$  orbitallerine (-) yönünde yerleşirse



üçgenbipiramit şekli oluşur .”

Ayrıca, öğrencilerin molekül geometrisinin melezleşme sonucunda belirlendiğini düşündükleri görülmüştür. Bilim adamlarının yaptıkları deneysel çalışmalar sonucunda moleküllerin belirli bir geometriye sahip oldukları belirlenmiş ancak daha sonra kuramsal verilerle deneysel verilerin uyuşmadığı görülmüştür. Bu nedenle deneysel verilerdeki molekül geometrisi ile kuramsal verilerdeki molekül geometrisinin uyuşmasını sağlamak amacıyla melezleşme kavramı ortaya atılmıştır. Öğrenciler ise, bunun tam tersini yani melezleşmenin sonucunda molekül geometrisinin belirlendiğini düşünmektedirler. Nakiboğlu (2003), öğrencilerin melezleşme ile molekül geometrisi ile ilgili aynı kavram yanılgısına sahip olduklarını belirlemiştir [67].

Bu tür bir kavram yanılgısı, öğretmenlerin melezleşme konusunu anlatırken melezleşme kavramının ortaya atılmasının nedenini açıklamaksızın melezleşme türleri ile molekül geometrisini bağdaştırarak konuya başlamalarından kaynaklanabilir. Ayrıca ders kitaplarındaki konuların veriliş sırasına bakıldığında, melezleşme konusunun hemen Vsepr kuramından daha sonra verilmesi, öğrencilerin melezleşme ile molekül geometrisi arasında yanlış bir ilişki kurarak kavram yanılgısı geliştirmelerine neden olduğu söylenebilir. Bu sonucu destekleyen çalışmalara literatürde de rastlanmaktadır. Örneğin Hurst, (2002), genel kimya kitaplarının moleküler yapıyı nasıl sunduklarını incelemiş ve çalışmasında ders kitaplarıyla ilgili elde ettiğimiz sonuca benzer bir fikir ortaya atmıştır. Hurst (2002) ders kitaplarında, molekül geometrisinin belirlenmesinde, Vsepr ve Lewis teorilerine çok fazla yer verildiğini, orbitallerin geometrilerinin saptanmasında da Vsepr kullanıldığını, ardından öğretilen Valens bağ teorisine bu nedenle pek fazla önem verilmediğini belirtmiştir. Ayrıca Hurst (2002), teorilerin bu şekilde verilmesinin öğrenciler için karışıklığa neden olduğunu ve molekül geometrisiyle ilgili var olan yanlış kavramlarının nedeninin teorilerin ders kitaplarında veriliş tarzı olabileceğini vurgulamıştır [58]. Furio ve Calatayud (1996) ise 12. sınıf lise ve üniversite kimya öğrencilerinin molekül polaritesi ve molekül geometrisi kavramlarının ne kadar anladıklarını araştırmak amacıyla yaptıkları çalışmada da, öğrencilerin moleküllerin Lewis nokta yapılarını molekül geometrisi olarak algıladıkları sonucuna ulaşılmıştır. Bu durum, öğrencilerin eski bilgilerini değiştirmeye karşı dirençli oldukları görüşüne götürmektedir [76].

Molekül geometrisi ile melezleşme arasındaki ilişkinin yanlış bir şekilde bağdaştırılmasından dolayı, oluşan bu kavram yanılgısı öğrenciler için öğretimden kaynaklandığı için Taber (1995, 2005)'in belirlediği öğrenme engeli sınıflamasına göre "pedagojik bir öğrenme engeli" olduğu sonucuna götürür.

## 4.1.2. Bağlanma ile İlgili Kavram Yanılgıları

### 4.1.2.1. Bağ Türü

Çalışmanın sonunda, çoktan seçmeli sorulardan 2., 4., 6. ve 8. sorulara verilen yanıtlardan, Bağ türü ile ilgili öğrencilerde iki tip kavram yanılgısı bulunduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bunlardan ilki kovalent ve iyonik bağ gibi iki bağ türünün birbirine karıştırılması iken, diğeri kovalent bağ ile moleküller arası etkileşimlerden hidrojen bağının birbirine karıştırılmasıdır. Öğrencilerin, kovalent bağlı molekülleri, iyonik bağlı olarak tanımladıkları ve melezleşme olayını açıklarken atomların orbitallerdeki elektronları alma ya da verme eğiliminde olduklarını düşündükleri belirlenmiştir. Bu tür bir kavram yanılgısının oluşma nedenlerinden birisinin, 8. soru için, öğrencilerin SF<sub>6</sub> molekülündeki kükürdü metal olarak düşünmelerinden kaynaklanması olarak düşünülebilir. Bu kavram yanılgılarına örnek olabilecek birkaç öğrenci açıklaması şöyledir;

“S<sup>+2</sup>, F<sup>-</sup> yüklüdür. İki zıt yüklü atomların birbiriyle etkileşmesi sonucu iyonik bağlar oluşur. Ve aralarındaki bağ iyoniktir.”

Kovalent bağ ile hidrojen bağını karıştırdıklarına yönelik sonuca, CH<sub>4</sub> molekülünde hidrojen ile karbon atomları arasında hidrojen bağının olduğunu belirtmelerinden ulaşılmıştır. Örneğin bir öğrenci,

“CH<sub>4</sub> uyarılmış bir atom olduğundan verilmesi gereken enerji daha fazladır. H bağları kuvvetli bağlardır. Koparılması için fazla enerji verilmesi gerekir” ifadesini kullanmıştır.

Öğrencilerin bağ türlerini karıştırdıklarına yönelik benzer sonuçlara literatürde de rastlanmaktadır. Örneğin Boo (1998), öğrencilerin iyonik bağ elektronların paylaşılması kovalent bağ elektronların transferi sonucu oluştuğunu düşündüklerini belirleyerek, iyonik ve kovalent bağları ve diğer bağ çeşitlerini birbirleriyle karıştırdıklarını ortaya çıkarmıştır [37]. Boo'nun (1998) çalışmasındakine benzer olarak, Tan ve Treagust'un (1999) çalışmasında da öğrencilerin iyonik ve kovalent bağ arasındaki farklılıkları ayırt edemedikleri belirlenmiştir [48]. Benzer bir sonuca Türk öğrencilerle yapılan bir çalışmada da

ulaşmıştır. Can ve Harmandar (2004) çalışmalarına, katılan öğrencilerin, klor ve hidrojen atomlarından oluşan hidrojen klorür bileşğinde, hidrojen ve klor atomları arasında iyonik bağ oluştuğunu düşündüklerini belirlemişlerdir [46].

#### 4.1.2.2. Bağ Oluşumu

Bağ oluşumu ile ilgili kavram yanlışları üç alt başlık altında toplanmıştır.

##### 4.1.2.2.1. Sigma ve Pi Bağ Oluşumu

Öğrencilerin açık uçlu ve çoktan seçmeli sorulara verdikleri cevaplarda hem sigma bağının hem de pi bağının oluşumlarıyla ilgili kavram yanlışlarına sahip oldukları belirlenmiştir. Öğrencilerin verdikleri cevaplardan, sigma bağının sadece melez orbitallerin çakışmasından ve pi bağının herhangi p atomik orbitallerinin çakışmasından oluştuğunu düşündükleri belirlenmiştir. Ayrıca yine bununla bağlantılı olarak, sigma ve pi bağlarının oluşması için orbitallerin nasıl yönelmeleri gerektiğini bilmedikleri, pi ve sigma bağlarının oluşumlarını da birbirine karıştırdıkları belirlenmiştir.

“Sigma bağlarını ise melezleşmeye katılmayan p orbitalleri sayesinde yapar. Pi bağları ise saf melez orbitallerinden oluşur.”

Öğrencilerin çoğunun pi bağıyla ilgili olarak “pi bağı p atomik orbitallerin çakışması sonucu oluşur” aşırı genellemesini yaptıkları sonucuna ulaşılmıştır. Eğer p orbitalinin yönelmesine bağlı olarak bu açıklama yapılsaydı doğru olarak kabul edilebilirdi. Buradan, öğrencilerin pi bağını oluşturmada kullanılan p orbitallerinin yönelmesini ve türünü dikkate almanın önemli olduğunu bilmediği görülmektedir. Benzer bir aşırı genelleme, sigma bağı için de yapılmaktadır. Öğrencilerin, sigma bağının sadece s atomik orbitallerin çakışması sonucu oluştuğunu düşündükleri görülmüştür. Öğrencilerin bu türden aşırı genellemeler yaparak kısmi anlama içeren kavram yanlışlarına sahip olmaları ders kitaplarının ve öğretmenlerin ders sırasında kavramlarla ilgili anlamayı kolaylaştırmak amacıyla yaptıkları genellemelerden oluşabileceği söylenebilir.

Öğrencilerin sigma ve pi bağının oluşumlarıyla ilgili belirlenmiş olan bu kavram yanılgıları başka bir şekilde açık uçlu ikinci soruya verdikleri cevapların analizlerinde de ortaya çıkmıştır. Açık uçlu ikinci soruda verilen molekül için öğrencilerin yaptıkları çizimler, atomik ve melez orbitallerin şekillerini ayırt edemediklerini ve melezleşmelerini gösterirken ezbere ve rasgele çizimler yaptıklarını da göstermiştir.

#### **4.1.2.2.2. Bağ Sayısı**

Öğrencilerde bağ oluşumu ile ilgili belirlenen bir diğer kavram yanılgısına, ikinci açık uçlu soru için yaptıkları çizimlerin analizi sonucunda ulaşılmıştır. Çakışmaları göstermek amacıyla yaptıkları çizimlerde, karbon atomunu 3 ya da 5 bağlı olacak şekilde çakışma yaptıklarını göstermişlerdir. Öğrenciler, karbon atomunun 4 bağ yaptığını bilseler dahi, çizimlerdeki çakışmaları gösterirken karbon atomuna 3 ya da 5 bağ yaptırmışlardır. Bu durum öğrencilerin melezleşme ve orbital çakışmaları ile bağ oluşumunu birbirine karıştırmalarından kaynaklanabilir.

#### **4.1.2.2.3. Bağ Oluşumunu Açıklarken Kullanılan Teoriler**

KYTT'nin açık uçlu ve çoktan seçmeli sorularının analizleri yapıldığında, öğrencilerin bağ oluşumunu açıklamada; Valens Bağ Teorisi ile Moleküler Orbital Teori'yi de birbirine karıştırdıkları belirlenmiştir. Öğrencilere, kimyanın öğretimi boyunca her biri bir öncekinin eksikliklerini giderecek şekilde birçok teori öğretilmektedir. Ancak birçok teorinin ardı ardına verilirken aralarındaki bağlantıların ve yeni bir teorinin neden ortaya çıktığının açıklanmaması, öğrencilerin teorileri birbirine karıştırmalarına neden olmaktadır.

#### **4.1.2.3 Bağ Açısı**

Öğrencilerin bir kısmının hem ikinci açık uçlu hem de çoktan seçmeli 2. soruya verdikleri cevaplarda, verilen moleküller için melezleşme ve molekül geometrilerini gösterirken bağ açılarını yanlış şekilde belirledikleri saptanmıştır.

Bağ açısıyla ilgili kavram yanlışlığına sahip öğrencilerden % 4'ü, çoktan seçmeli ikinci soruda, dimetilketon molekülündeki atomlar arasındaki bağ açısı için aşağıdaki yanıtı vermişlerdir.

“İki hidrojen atomu karbon atomuna dik olarak bağlandığı için bağ açısı 90 derecedir.”

#### 4.1.2.4. Bağ Enerjisi

Kavram yanlışlığı teşhis testinin çoktan seçmeli 6. sorusunda öğrencilerin bağ enerjisi ile ilgili kavram yanlışlıklarının olduğu belirlenmiştir. Bu kavram yanlışlığında öğrenciler, bağ koparmak için enerji harcanması gerektiğini düşündükleri için “bağ sayısı arttıkça enerji fazlalaşır” şeklinde ifadeler kullanmaktadırlar. “CH<sub>4</sub>'ün enerjisi CH<sub>2</sub>'ye göre daha fazladır” ifadesinden de anlaşılacağı gibi, bağ sayısının artmasıyla molekülün daha fazla enerjiye sahip olacağını düşündükleri görülmektedir. Bağ enerjisiyle ilgili bu kavram yanlışlığına benzer kavram yanlışlığına literatürde de rastlanmaktadır. Boo (1998) yaptığı bir çalışmada, öğrencilerin çoğunun kimyasal bağın yapısındaki kavram yanlışlıkları yüzünden, toplam enerji değişimini tahmin edemediklerini, kimyasal bağı fiziksel bir varlık gibi gördüklerini saptamıştır [37]. Kimyasal bağla ilgili bu fikrin günlük düşünce ile bağlantılı olduğu da düşünülebilir, kurulan her yapı enerji girimini gerektirir ve bunun zıttı kopma, enerjiyi serbest bırakır. Bu düşünce yapısı, bağ oluşumunun enerji alımını gerektirdiği ve bağ kopmasının enerjiyi serbest bıraktığı, yaygın kavram yanlışlığına temel oluşturur. Diğer bir deyişle, bağ oluşumunun enerji alımını gerektirdiği düşüncesi, makroskopik dünya içindeki mikroskopik dünyadaki olaylar hakkında genel bir sonuca varan görüşlerin bir sonucu olabilir, enerji bazı şeyleri yapmak için gereklidir; bu yüzden mikroskopik dünyada enerji yine bağları koparmak için gereklidir.

Bağ enerjisiyle ilgili yanlış kavramların oluşmasındaki nedenlerden bir diğeri de, öğrencilerin günlük yaşamdaki kullandıkları ‘bağ’ terimini aynı şekilde fen bilimlerinde de kullanmaya çalışmaları olabilir. Günlük hayatta ‘bağ’ terimi bağlantı kurulması için insanlar arasında ilişkiyi açıklamak için kullanılmaktadır. Bu açıdan, enerji alımı insanlar arasında bağların güçlenmesi için gerekli olarak düşünülebilir. Günlük hayattaki kullanımı ile kimyadaki içeriği arasındaki bu tür karışıklık bağ



oluşumunun enerji açığa çıkaracağı fikrinin kabullenilmesini zorlaştırmaktadır. Bu tür kelimelerin veya kimyada özel anlamlara sahip terimlerin kullanımı makroskopik dünyadan mikroskopik dünyaya kavramsal geçişi engelleyebilir.

Aslında öğrenciler bağ enerjisi kavramını hem ilköğretimde Fen Bilgisi, ortaöğretimde Fizik ve Kimya derslerinde, hem de üniversite de kimya derslerinde görmektedirler. Ancak daha önce özellikle Fizik derslerinde, bağ enerjisiyle ilgili oldukça kapsamlı bilgiler öğrenmelerine rağmen kimya derslerine geldiklerinde bilişsel yapılarında var olan bu bilgiyi kimyasal bağ oluşumundaki bağ enerjisiyle bağdaştıramamaktadırlar. Bağ enerjisiyle ilgili bu durum öğrencilerde bir “parçalı öğrenme engeli” örneğidir. “Parçalı öğrenme engeli” sabit bir öğrenme engeli olup, öğrenenin bilişsel yapısında var olan bilgi ile sunulan bilgi arasındaki bağlantıyı kuramamasından kaynaklanmaktadır.

#### 4.1.3. Orbital ve Elektronlar İle İlgili Kavram Yanılgıları

Öğrencilerin bazılarının atom ile elektron, yörünge ile enerji düzeyi kavramlarını birbirine karıştırdığı ve orbital kavramı yerine atom, elektron, yörünge, molekül ve bağ kavramlarını kullandıkları görülmüştür. Bu kavramların birbiri yerine kullanan öğrencilerin birkaçının açıklamaları şöyledir;

“Atomların orbitallere diziliş sırası böyle olduğu için.”  
“Temel durumda atom uyarılmamıştır.”

Yukarıdaki açıklamalar, öğrencilerin atom ve elektronu birbiri yerine kullandıklarının ve ayırt edemediklerinin göstergesidir. KYTT'nin diğer sorularında da benzer durumlar ortaya çıkmıştır. Atom ve elektronu birbiri yerine kullanan öğrenciler, melezleşme olayını açıklarken sürekli olarak ikinci örnekte görülebileceği gibi elektron yerine atomu uyararak, uyarılmış hali açıklamışlardır. Dolayısıyla bu tür bir kavram yanılgısı öğrencilerin melezleşmeyi anlamalarına da bir engel oluşturmuştur.

“s yörüngeleri 2'ye tamamlanmadan elektronlar p yörüngesine geçemez. Atom numarası elektron sayısına eşit olduğu için C'da p yörüngesi 2 elektrona oksijende ise 4 elektrona sahip olmak zorundadır.” “Melezleşmenin olabilmesi için atoma dışarıdan enerji vermek gerekir. Bu

yüzden melez yörüngelerin enerjisi daha yüksek olmalıdır”

Öğrencilerin orbital ile yörünge kavramlarının birbiri yerine kullanıldığının göstergesi olarak yukarıdakine benzer ifadelere rastlanmıştır. Birinci örnekte, öğrenci kısmi anlama içeren bir ifade yazmasına rağmen, sürekli olarak orbital yerine yörünge kavramını kullanmıştır. KYTT’nde yer alan hem açık uçlu hem de çoktan seçmeli sorulara verilen açıklamalar incelendiğinde, bu kavramları kullanan öğrencilerin her iki bölümde de bahsedilen kavramları sürekli olarak birbiri yerine kullandıkları belirlenmiştir.

“Elektron melezleşmeye katılınca; melezleşme yapan elektron bir üst enerji seviyesine geçer.” “Pi bağları bağ yapımına katılmayan elektronlar arasında oluşur.”  
“Melezleşme elektronların çakışmasıyla gerçekleşir”

Orbital ile elektron kavramlarının birbiri yerine kullanılması, birçok öğrenci de görülebilen bir kavram yanılgısıdır. Orbital ve yörünge kavramlarının birbiri yerine kullanılması hem açık uçlu hem de çoktan seçmeli soruların analizinde ortaya çıkmıştır. Orbital, elektron, yörünge vb. kavramlar maddenin tanecikli yapısının ve atomun anlaşılmasında gerekli olan temel kavramlardır ve orta öğretimin ilk yıllarından itibaren öğrencilere öğretilmeye çalışılmaktadır. Buna rağmen, öğrencilerde bu türden kavram yanılgıları oluşmaktadır ve bunların ortadan kaldırılması gün geçtikçe zorlaşmaktadır.

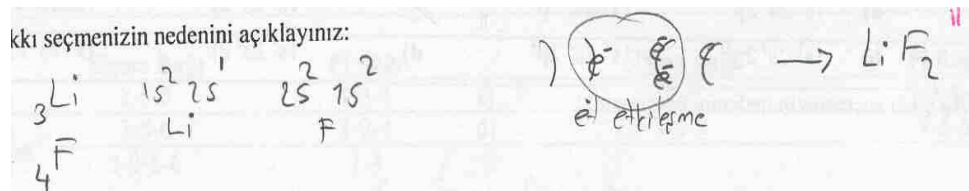
Öğrencilerin önceki öğretimlerinden getirdikleri bu tür kavram yanılgıları, bir sonraki öğrenmeye engel olmaktadır. Yapılan araştırmanın bulguları bahsedilenleri desteklemektedir. Öğrenciler, KYTT’indeki açık uçlu birinci soru ve çoktan seçmeli sorulardaki melezleşmeyi tanımlarken ve nasıl gerçekleştiğini açıklarken atomik orbitallerin değil de elektronların çakışmasından bahsetmişlerdir. Melezleşmenin tanımı ile ilgili belirlenen bu kavram yanılgısı öğrencilerin orbital ile elektron kavramlarını birbiri yerine kullanmalarından kaynaklanmaktadır.

“Melezleşmeye katılan atomların enerjileri artar. Ancak  $sp^3$  orbitallerinin her birinin enerjisi eşittir.” “Sigma bağı, atomların baş başa üst üste gelmesiyle oluşur....Çünkü pi bağı, atomların yan yana üst üste gelmesiyle oluşur.”

Verilen örneklerde görüldüğü gibi, öğrenciler orbital ile atom kavramlarını birbiri yerine kullanmaktadırlar. KYTT'nin uygulamasının analizleri sırasında orbital ve atom kavramlarını birbiri yerine kullanan öğrencilerin, her soruda aynı durumu sergiledikleri belirlenmiştir. Örneklerden de görülebileceği gibi, atom ve orbitalin birbirine karıştırılması melezleşmenin ve sigma ve pi bağının oluşumlarının nasıl gerçekleştiğinin anlaşılmasını zorlaştırmaktadır. Önceki öğrenimlerinden kavram yanılgılarıyla gelen öğrenciler daha ileri düzeydeki bilgileri anlamakta zorlanmaları ve bilişsel yapılarında yeni kavram yanılgıları oluşturmaları beklenen bir sonuç olabilir.

Araştırmaya katılan öğrencilerin, atom ile elektron, yörünge ile enerji düzeyi kavramlarını birbirine karıştırdığı ve orbital kavramı yerine atom, elektron, yörünge, molekül ve bağ kavramlarını kullandıkları sonucu, literatürdeki çalışmalarla da paraleldir. Nakiboğlu (2003) çalışmasında, öğrencilerin orbital kavramını tanımlarken ön bilgilerinden getirdikleri, Güneş sistemi modeline bağlı kaldıklarını; aralarındaki farklılıklara dikkat etmeden orbital, yörünge ve kabuk kavramlarını birbiri yerine kullandıklarını belirlerken [67], Gayle Nicoll'de (2001) yaptığı bir çalışmada benzer sonuçlara ulaşmıştır. Öğrencisinin “orbitaller kabukların toplamasıdır”, “her bir kabukta 2 elektron vardır” ve “kabuklar orbitallerin içindedir” gibi ifadeleri kullandığını belirtmiştir [55].

Bu tür kavram yanılgılarının varlığı sadece açıklamalarla değil öğrencilerin çizimlerinde de belirlenmiştir. Bir öğrencinin çoktan seçmeli 1. sorunun ikinci ucunda yer alan açıklamasında, “elektronlar içten dışa doğru sıralanır” ifadesi ve başka bir öğrencinin çizdiği bu şekil bazı öğrencilerin hala atomu ve meydana gelen olayları Bohr Atom Modeli'yle açıklamaya çalıştıklarını göstermektedir.



Orta öğretimin ilk yıllarından itibaren, atomun yapısıyla ilgili olarak ders kitaplarında ve derslerde öncelikle Bohr atom teorisinden bahsedilmektedir. Daha sonra Modern atom teorisi ile atom yapısı açıklansa da öğrenciler, daha kolay anladıkları bilişsel yapılarında var olan Bohr atom teorisini anlaşılması daha zor olan Modern atom teorisi ile değiştirmemektedirler. Bu nedenle bu tür kavramların birbirine karıştırılmasına neden olabilecek olan Bohr atom teorisi, öğrenciler için “pedagojik bir öğrenme engeli” olabilir.

İkinci açık uçlu sorunun cevaplarında belirlenen, bağ oluşumunu Valens Bağ Teorisi yerine Moleküler Orbital Teoriye göre açıklamaya çalışan öğrencilerin, moleküler orbital ile melez orbitali birbirine karıştırdıkları, açık uçlu birinci soruya verdikleri cevapların analizinden belirlenmiştir. Melez orbital ile moleküler orbitali karıştırdıklarının gösteren öğrenci ifadelerinden birkaç örnek şöyledir:

“Melezleşme ile eş enerjili moleküler orbitaller oluşur.” “Elektron ihtiyaçlarını karşılamak için birbirleriyle örtüşürler ve yeni moleküler orbitaller oluşur.”

Burada ayrıca öğrencilerin atomik orbital ile melez orbital enerjisi arasındaki ilişkiyi de yanlış yapılandığı görülmektedir. Öğrencilerin bağ enerjisi ile ilgili kavram yanlışları olan, “bağ oluşurken enerji gerekir düşüncesinden, melezleşme sonucunda bağ oluşur ve bu yüzden melez orbitaller oluştuğunda atomik orbitallerden daha yüksek enerjili olur” kavram yanlışlığına götürdüğünü düşünebilir. Testte melez orbitaller ile atomik orbitallerin enerjilerinin kıyaslanmasının yapıldığı çoktan seçmeli 7. soruyla öğrencilerin melez orbitallerin enerjilerini kararlılığa bağlı olarak açıklamaya çalıştıkları görülmüştür. Öğrencilerin % 23,3’ü melez orbitallerin enerjilerinin atomik orbitallerden yüksek olduğu b şikkını % 21,8’i ise melez orbitallerin enerjilerinin atomik orbitallerden daha düşük olduğu c şikkını seçmişlerdir. Çoktan seçmeli şikkı seçme nedenlerini açıkladıkları açık uçlu kısımda, b şikkını seçenler melezleşme yaptıkları için orbitallerin daha kararlı ve daha yüksek enerjili olduklarını belirtmişlerdir. C şikkını seçen öğrenciler ise, melezleşme ile enerjilerini düşürüp daha kararlı hale geçtiklerini düşünmektedirler. Bu açıklamalardan öğrencilerin kimyasal bağlanmayı, melezleşmeyi kararlılık ve enerjiye göre açıkladıkları gibi orbitallerin enerjilerini de

kararlılık ve enerjiye göre açıkladıkları görülmektedir. Benzer bir durum Nicoll'un (2001) yaptığı bir çalışmada da görülmüştür. "Öğrenciler bir elektronik konfigürasyonunun başka birinden daha kararlı olduğunu ifade ederken gereksiz bir şekilde bunun anlamının konfigürasyonunun daha düşük enerjili olmasına bağladıkları ve melezleşmeyi açıklarken kararlılık ve enerjiyi karıştırdıklarını ortaya çıkarmıştır [55].

Öğrencilerin her bir kimyasal olayı açıklarken kararlılık ve enerjiden bahsetmelerinin nedeni, ders kitaplarının öğretmenlerin derslerinde kararlılık üzerinde fazla durması olabilir. Kararlılık ve düşük enerji ilişkisi tıpkı oktet kuralı heuristiği gibi öğrencilerin her bir kimyasal olayı açıklarken bir kaçış noktası olarak başvurduğu bir kaynak olmuştur. Dolayısıyla molekül ve bileşiklerin oluşması sırasında bahsedilen kararlılık öğretim sonucunda ortaya çıktığı için "pedagojik bir öğrenme engeli" olabilir.

#### **4.1.4. Elektronegatiflik İle İlgili Kavram Yanılgıları**

Testin çoktan seçmeli 5. sorusunda, öğrencilerin melezleşme ile elektronegatiflik arasındaki ilişkiyi ve melezleşmenin elektronegatifliğe etkisini anlayıp anlamadıkları araştırılmıştır. 5. soruya verilen cevapların analizi sonucunda, "öğrencilerin çoğunun melezleşmenin elektronegatifliğe etkisinin olmadığını", "elektronegatifliğin sabit bir özellik olup değişmeyeceğini ya da s karakterinin etkisini düşünmeksizin melezleşmeye katılan orbital sayısı ne kadar fazla ise elektronegatifliğin o kadar yüksek olacağını düşündükleri" gibi üç farklı kavram yanılgısına sahip oldukları belirlenmiştir. Ayrıca bazı öğrencilerin elektronegatifliği "bir elektronun elektron alma isteği" ya da "elektron verme eğilimi" olarak algıladıkları da saptanmıştır. Nicoll (2001) ve Nakiboğlu (2003)'da benzer yanlış kavramaları çalışmalarında belirlemişlerdir [55, 67].

Öğrencilerin elektronegatiflik ile ilgili olarak belirlenen kavram yanılgıları incelendiğinde, melezleşme ve elektronegatiflik ilişkisiyle ilgili "s karakteri azaldıkça elektronegatiflik artar" kavram yanılgısına sahip oldukları belirlenmiştir. Bu durum böyle bir kavram yanılgısına sahip öğrencilerin, s karakteri % 50 oranında olan sp melezleşmesinde s orbitalinin enerjisi düşük olduğu için s karakterinin artmasıyla melez orbitalin enerjisinin daha düşük olacağı böylece daha kolay

elektron alacağı ve elektronegatifliğinin daha yüksek olacağı bilgisine sahip olmadıklarını göstermiştir. Belirtilen kavram yanılığısına ilişkin bir örnek şöyledir:

“CH<sub>4</sub> molekülü sp<sup>3</sup> melezleşmesi yapar burada s karakteri % 25 oranında olduğundan dolayı elektronegatifliği diğerlerine göre daha yüksektir”

Elektronegatiflik hakkında belirlenen kavram yanılığının oluşma nedeni, öğretmenlerin derslerde melezleşme ile elektronegatifliğin ilişkisini tam olarak vurgulayamaması veya melezleşme konusunun en sonunda elektronegatiflik konusuna yüzeysel bir şekilde değinmeleri olabilir.

#### 4.2. İnsana Özgü Dil (Anthropomorphism) ve Canlılık (Animism)

Araştırma sonunda, örnekleme yer alan öğrenci grubunun bir kısmının açıklamalarında, atom ve kimyasal bağlar konusunda insana özgü dil ve canlılığı kullandıkları belirlenmiştir. Literatürde yer alan çalışmalarda, öğrencilerin kimyasal bağlanmayı açıklarken ve atomlardan bahsederken “mutlu olmak”, “istemek”, “ihtiyaç duymak”, “düşünmek”, “aç gözlü olmak”, “özgür olmak”, “çalışmak”, “arayıp bulmak” “yalnız gelmek” “düşünmek”, “kucaklaşmak”, “sürünmek”, “zıplamak” ve “el ele tutuşmak” gibi insanlara özgü özellikleri kullandıkları görülmektedir [16]. Bu çalışma sonucunda elde edilen bu tarz ifadeler incelendiğinde, “*gereksinim duymak, istemek, çalışmak, yakalamak*” gibi insan davranışları için kullanılan fiillerin literatürdeki çalışmaların sonuçlarından elde edilenler ile benzer olduğu görülmüştür. Bunların yanı sıra, literatürde belirtilenlerden farklı olarak, öğrencilerin “hissetmek”, “rahat olmak”, “yer açmak”, “eğilmek”, “başvurmak”, “doyurmak”, “yakalamak”, “imece” ve “gayesi olmak” gibi insana has ifadeleri kullandıkları da bu çalışma sonucunda saptanmıştır.

Bazı araştırmacılar, *canlılık* düşüncesinin fen bilimlerinde kullanımının modern fen bilimleri ile özdeşleşmeyip, kullanımında bazı sakıncalar olduğunu belirtmelerine rağmen, fen bilimlerini öğrenme ve anlamada *canlılık* ve *insana özgü dil* kullanımının öğrencilere yardımcı olabileceğini desteklemektedir [16, 79]. Lemke, kişiselleştirme kullanımının hem öğretmen hem de öğrenci farkında olduğunda kabul edilebilir olduğunu, ancak bunun bu kadar basitleştirilmemesi

gerektiğini de vurgulamıştır [16]. Özellikle küçük yaş gruplarında canlılık kullanımı konusunda zıt fikirler daha da fazla yoğunlaşmaktadır. Bir grup araştırmacı, bu yaş grubundakilerin canlılık için kullanılan ile gerçek durum arasındaki ilişkiyi henüz tam kavrayamayacaklarını ve çocukların bu konuşmaları gerçekten varmış gibi düşünebileceklerini, bu durumun da çocuklarda yanlış kavramalara neden olabileceğini savunmaktadırlar [21]. Öte yandan diğer bir grup araştırmacı, fenedeki soyut kavramları özellikle küçük yaş grubundakilerin anlamasının zor olduğunu, bu nedenle de fen konularını kavramada bu tip canlılık ifadelerini kullanmanın onların konuyu kavramalarını sağlayacağını belirtmektedirler [20].

Araştırmada belirlenen bu sonuçlar doğrultusunda, şu önerilerde bulunulabilir:

Çalışmada, melezleşme ile ilgili belirlenen kavram yanılgıları incelendiğinde, öğrencilerin bilişsel yapılarında, melezleşmenin öğrenilmesinde ön koşul olan atom, atomun yapısı, orbital, orbital türü ve yönelmeleri gibi kavramlarla ilgili kavram yanılgılarının olduğu görülmüştür, bu nedenle, her şeyden önce melezleşme konusunun anlaşılmasını kolaylaştırmak ve kavram yanılgısının oluşumunu engellemek için bu kavramların öğretiminde ön koşul olan bilgi ve kavramlarla ilgili yanılgıların olup olmadığı belirlenmeli, varsa bunların ortadan kaldırılması için çalışmalar yapılmalıdır. Bu amaçla, öğrencilere melezleşme konusu öğretilmeden önce melezleşme ve ön koşul kavramlarla ilgili bir ön test uygulanabilir. Eğer test sonucunda öğrencilerin ön kavramaları ile ilgili belirlenmiş olan her hangi bir kavram yanılgısı varsa öncelikle bunlar uygun yöntem ve tekniklerle düzeltilmeli ve daha sonra melezleşme konusunun öğretimine geçilmelidir. Bu aşamada, öğretmenlerin hem alan bilgisi hem de kimya öğretimi açısından yeterince donanıma sahip olmaları gerekmektedir. Bu amaçla, ulusal ve uluslararası çalışmalarda ortaya çıkarılan öğrenme güçlükleri, kavram yanılgıları ve bunların giderilmesi konusunda öğretmen adayları lisans eğitimleri sırasında bilgilendirilmelidir. Görev yapan öğretmenler ise, konuyla ilgili hizmet içi eğitim kurslarına alınarak workshop şeklindeki çalışmalarla bu konuda eğitilmelidirler.

Öğrencilerin kavram yanlışları genel olarak incelendiğinde, pi ve sigma bağının oluşumuyla ve melezleşme türüyle bağ sayısı arasındaki ilişkiye dair yaptıkları genellemelerin öğrencilerin kavram yanlışlığı oluşturmalarına neden olduğu görülmektedir. Bu nedenle öğretim sırasında hem öğretmenlerin hem de öğrencilerin aşırı genellemeler yaparken dikkatli olmaları gerekmektedir. Öğretmenlerin konuyla ilgili genellemeyi, konudaki kavramların ayrıntılarını belirterek ve öğrenenin bir sonraki öğrenimine engel olmayacak şekilde yapması gerekmektedir. Bu konuda çok titiz davranılması son derece önemlidir, Taber'in (1996) anthropomorphism ve animism üzerine yaptığı bir çalışmada belirttiğine göre, aşırı genellemeler daha ileri öğrenmeye engel olma potansiyeline sahiptir [16].

Hem bu çalışma kapsamında hem de literatürde oldukça sık rastlanan, bağ enerjisiyle ilgili kavram yanlışlarının oluşmasına engel olmak için ise, ders kitaplarında kimyasal bağ ve oluşumu açıklanırken bağ oluşumu ile bağ enerjisi ilişkisi kurularak bağ enerjisinden bahsedilmelidir.

Araştırmada melezleşme ile ilgili belirlenen bir diğer kavram yanlışlığı ise, öğrencilerin kimyasal bağlanmayı açıklarken kullanılan teorileri birbirine karıştırmalarından kaynaklanmaktadır. Öğrencilerin kimyasal bağlanmayı açıklayan teorileri karıştırmalarını önlemek için öğretmenlerin çok dikkatli olmaları gerekmekte ve ders anlatımı sırasında teoriler arasındaki farklılıkları, eksiklikleri ve niye yeni bir teorinin sunulduğunun gerekçeleri ile beraber açıkça belirtmeleri bu tip kavram yanlışlarının oluşumunu engelleyebilir. Konu bittikten sonra da, bu tip bir kavram yanlışlığının öğrencilerde oluşup oluşmadığı mutlaka kontrol edilerek varsa hemen üzerinden zaman geçip, kökleşmeden düzeltilmelidir.

Bir başka kavram yanlışlığının öğrencilerin melezleşme ile molekül geometrisi arasındaki ilişkiyi yanlış kurmalarından kaynaklanan "melezleşme molekül geometrisini belirler" şeklindeki kavram yanlışlığıdır. Öğretim sırasında, melezleşme konusuna hemen VSEPR kuramından sonra geçilmesi ve molekül geometrisini açıklarken melezleşme türlerine göre genellemeler yapılması, öğrencilerin melezleşmenin molekül geometrisini tahmin etmede kullanıldığını düşünmelerine neden olmaktadır. Bu durumun oluşmasına engel olmak için,



öğretmenlerin, melezleşme konusunun öğretimi sırasında atomik orbitallerin niçin melezleştiğini çok iyi açıklamaları gerekmektedir. Ayrıca melezleşmenin, sadece verilen bir molekül yapısı için gerekli bağların teorik bir açıklama yolu olduğunu ve melezleşmenin, molekül geometrisinin bir yorumlaması olup; molekül geometrisinin, melezleşmenin bir sonucu olmadığını vurgulamalıdır [81].

Öğrencilerde “melezleşmenin elektronegatifliğe hiçbir etkisinin olmayacağı” şeklindeki bir düşüncenin gelişmesinin en önemli nedeninin, öğretmenlerin melezleşmenin elektronegatiflik üzerine etkisinin üzerinde derslerde çok ayrıntılı bir şekilde durmamaları olabilir. Ayrıca elektronegatiflikle ilgili kavram yanlışları arasında, öğrencilerin elektronegatifliği “elektron verme eğilimi” olarak tanımladıkları görülmüştür. Ayrıca öğrencilerin bir kısmı elektronegatiflik kavramını tanımlayamamışlardır. Bu durum, öğrencilerin elektronegatiflik kavramı ile ilgili temel düzeydeki bilgilerinde eksiklik veya yanlışlık olduğunu göstermiştir. Burada Taber’in (1996), öğrencilerin eski öğrenmelerini bırakmayıp, aksine yeni bilgileri bunların üzerine ilave ettikleri görüşü oldukça önem kazanmaktadır [16]. Belirlenen örnekte olduğu gibi, eğer öğrencilerin ön kavramlarında kavram yanlışlığı varsa bu yanlışlık, bir sonraki öğrenime engel oluşturup yeni bir kavram yanlışlığının oluşmasına zemin hazırlamaktadır. Daha önce bahsedildiği gibi, öğretmenlerin yeni kavram yanlışlarının oluşmasını engellemek ve eski olanı düzeltmek için dersinin başlangıcında uygun yöntemlerle öğrencilerin bilgilerinin ne düzeyde olduğunu belirlemeleri gerekmektedir.

Bütün bu melezleşme ile ilgili kavram yanlışları örneklerinden de görüldüğü gibi kavram yanlışları, kökleşmiş bir şekilde öğrencilerde yerleşmiş olup, yok edilmeye, değiştirilmeye dirençlidir. Kavram yanlışlarının ortadan kaldırılması için etkili olan öğretim, yöntem ve tekniklerin kullanılması gerekir. Türkiye’de öğretmenlerin çoğunlukla sınıflarında kullandıkları düz anlatım yöntemi, soru-cevap tekniği gibi geleneksel, alışlagelmiş yöntemler bu kavram yanlışlarının yok edilmesinde yararlı değildir [10]. Bu nedenle, öğretmenlerin öğrencilerde var olan kavram yanlışlarının belirlenmesi ve ortadan kaldırılması için, son yıllarda üzerinde araştırmaların yoğunlaştığı kavram öğretiminde; analogileri, kavram değişim metinlerini, kavram haritalarını, kavram ağlarını, kelime ilişkilendirme testlerini,

anlam çözümleme tablolarını, yapılandırılmış grid ve dallanmış ağaç gibi kavramsal değişim stratejilerini sınıflarında kullanmaları gerekmektedir. Bu stratejilerin kullanılması sonucunda, yapılandırmacı öğrenme kuramının da vurguladığı gibi, öğrencilerin zihninde var olan eski ve yeni kavramlar arasındaki bağlantılar doğru bir şekilde kurularak bilgilerin yapılandırılması sağlanabilir. Hem araştırmada hem de literatürdeki birçok çalışmada belirlenmiş olan atom, orbital ve elektron ile ilgili kavram yanılgıları, kimyadaki konuların soyut yapısından kaynaklanmaktadır. Kimyanın soyut yapısından dolayı öğrencilerin kavramları doğrudan gözlemler yaparak öğrenmeleri mümkün değildir. Öğretmenlerin özellikle atomun yapısını, orbitaller arasındaki çakışmaları, orbital yönelimlerini ve kimyasal bağın oluşumu gibi mikroskopik boyuttaki olayları daha somut hale getirerek öğretmek için analogiler, bilgisayar simülasyonları ve molekül modelleri gibi materyaller kullanmaları gerekmektedir.

Araştırma sonucunda, kavram yanılgıları dışında öğrencilerin atomlar ve moleküllerden bahsederken insana özgü dili kullandıkları da belirlenmiştir. Bu durum, tamamıyla öğrencilerden kaynaklanan bir durum değildir. Çünkü öğretmenler de, alan bilgilerinin yetersizliği, konunun öğretiminde kullanılacak uygun öğretim stratejilerini bilmemeleri ve soyut olan bu tür kavramların anlaşılmasını kolaylaştırmak amacıyla canlılık ve insana özgü dili kullanırlar. Bu nedenle öğrencilerde de bu tip kullanımların bir kaynağı öğretmendir. Ancak bu tür bir dil kullanımı daha ileri seviyelerde düzeltilmesi gittikçe zorlaşan, öğrenme güçlüklerinin oluşumuna neden olabilmektedir.

Günümüzde, canlılık ve insana özgü dilin fen sınıflarında kullanılıp kullanılmaması konusu önemli bir tartışma konusudur ve bu sorunun “kullanılsın” veya “hiç kullanmasın” gibi kesin bir cevabı olması da mümkün görünmemektedir. Bu durum iki ucu sivri bir bıçak gibi düşünülebilir. Bir öğrenci öncelikle, kullandığı bu dilin gerçek olmadığını farkındaysa ve insana özgü dili ve canlılığı kimyadaki bir konuyu anlamada basamak olarak kullanıyor ve konuyu bu yolla kavrayabiliyorsa, bu dilin kullanılmasının fen öğrenimine katkısı olabilir.

Sonuç olarak, bu tip kullanımlara derslerde öğretmenler zaman zaman başvurmakta, ders kitaplarında da benzer durumlara rastlanmakta ve doğal olarak öğrenciler de bunları kullanmaktadır. Eğer bir kimya öğretmenin canlılık ve buna yer veren analogileri ve insana özgü ifadeleri derslerinde kullanması çok gerekliyse, öncelikle, öğrencilerini kullandığı dilin ve açıklamaların gerçekte var olmadığı konusunda mutlaka uyarıp, onların gerçek durum ve benzetme arasındaki ayrımın farkına varmalarını sağlamalıdır. Daha sonra, bu tip ifadeleri kullanarak konuyu açıkladıktan sonra, olayı bir kez de fen bilimlerinin kendine özgü dili ile açıklamalı ve gerçek durumu vurgulamalıdır.

## Ek 1. Melezleşme Konusu İle İlgili Kavram Yanılgısı Teşhis Testi

Bu test, melezleşme konusunun anlaşılması ile ilgili sorunları belirlemek için hazırlanmıştır. 2 bölümden oluşan testin I.bölümde açık uçlu sorular, II. bölümde ise çoktan seçmeli sorular yer almaktadır. Açık uçlu soruların cevaplarını soruların altında bırakılan boşluklara yazınız. Çoktan seçmelilerde ise size en doğru gelen şıkkı seçtikten sonra sorunun hemen altında yer alan boşluğa bu şıkkı seçme nedeninizi yazınız. Hazırladığımız teste verdiğiniz cevaplarla çalışmamıza ışık tutmuş olacaksınız. İlginize ve yardımınıza teşekkür ederiz.

Yrd.Doç.Dr.Canan NAKİBOĞLU-Arş.Görevlisi Hasene Esra POYRAZ

OFMA Kimya Eğitimi

Adı Soyadı:

Cinsiyeti:

### I.BÖLÜM

1. Atomik orbitaller neden melezleşirler?

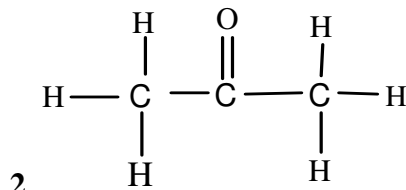
2.  $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ | \quad | \\ \text{H}-\text{C}=\text{C}-\text{H} \end{array}$  molekülünün geometrisini ve atomlar arasındaki bağların oluşumunu melezleşme teorisini kullanıp şekil çizerek açıklayınız.

### II. BÖLÜM

1. Karbon ve oksijen atomlarının temel elektronik dizilişleri hangi şıkta doğru bir şekilde verilmiştir? ( ${}_6\text{C}$ ,  ${}_8\text{O}$ )

C	O		C	O
$1s^1 2s^1 2p^4$	$1s^1 2s^1 2p^6$	e)	$1s^2 2s^2 2p^2$	$1s^2 2s^2 2p^4$
$1s^1 2s^1 2p^3$	$1s^2 2s^2 2p^4$	d)	$1s^1 2s^2 2p^3$	$1s^2 2s^2 2p^3$

Bu şıkkı seçmenizin nedenini açıklayınız:



2. molekülüyle ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?

- a) Moleküldeki karbon atomu ile oksijen atomu arasındaki sigma bağı, moleküldeki karbon atomu ile hidrojen atomu arasındaki sigma bağından daha uzundur.
- b) Moleküldeki oksijen atomu sp melezleşmesi yapmıştır.
- c) Moleküldeki herhangi H-C-H bağ açısı 90 derecedir.
- d) Molekülün merkez atomu  $sp^3$  melezleşmesi yapmıştır.
- e) Moleküldeki oksijen atomu  $sp^2$  melezleşmesi yapmıştır.

Bu şıkkı seçmenizin nedenini açıklayınız:

3. HC  $\equiv$ C—CH<sub>3</sub> molekülündeki 2 numaralı karbon atomunun bağlanmasıyla ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?

- a) C  $\equiv$  C üçlü bağında yer alan pi bağlarının her biri karbon atomlarındaki üçer p atomik orbitallerinin eksenin altında ve üstünde karşılıklı çakışması sonucu oluşurlar.
- b) C  $\equiv$  C üçlü bağında yer alan bağlardan bir tanesi, her bir karbon atomuna ait sp melez orbitallerinin çakışması ile oluşmuştur.
- c) C  $\equiv$  C üçlü bağında yer alan sigma bağı her bir karbon atomundaki 2s atom orbitallerinin uc uca çakışmasıyla oluşur.
- d) 1 nolu karbon atomu sp<sup>2</sup> melezleşmesi yapmıştır.
- e) 1 ve 2 nolu C atomları arasındaki tekli bağ, her iki karbonun birer 2p orbitallerinin eksenin altında ve üstünde çakışması ile oluşan bir sigma bağıdır.

Bu şıkkı seçmenizin nedenini açıklayınız:

4. Melezleşmeyle ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?

- a) Melezleşme atomdaki elektronların çakışması sonucunda oluşur.
- b) Melezleşme, elektronların bir orbitalden başka bir orbitale geçmesi sürecidir.
- c) Melezleşmeye katılan atomik orbitallerin sayısı ile melezleşme sonucunda oluşan melez orbitallerinin sayısı eşittir.
- d) Atomlar oktetlerini tamamlamak için melezleşirler.
- e) Moleküllerin geometrileri melezleşme türlerine göre saptanır.

Bu şıkkı seçmenizin nedenini açıklayınız:

5. CH<sub>4</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> ve C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> molekülleri sırası ile sp<sup>3</sup>, sp<sup>2</sup> ve sp melezleşmesi yapmıştır. Buna göre her birindeki C atomlarının elektronegatiflikleri ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?

- a) Bütün moleküllerdeki C atomlarının elektronegatiflikleri birbirine eşittir.
- b) CH<sub>4</sub> molekülündeki C atomunun elektronegatifliği diğer moleküllerdeki C atomlarının elektronegatifliğine göre en fazladır.
- c) C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> molekülündeki C atomunun elektronegatifliği en küçüktür.
- d) C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> molekülündeki C atomunun elektronegatifliği en büyüktür.

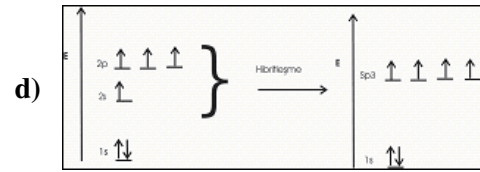
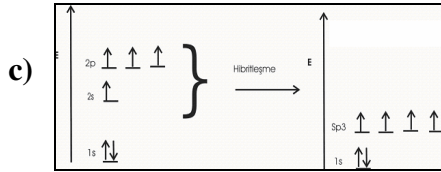
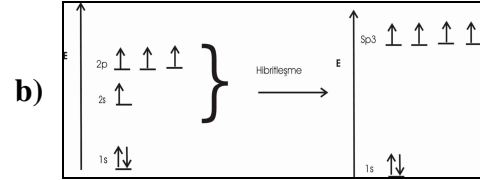
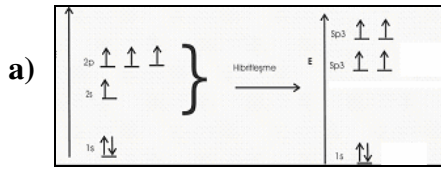
Bu şıkkı seçmenizin nedenini açıklayınız:

6. Karbon atomunun temel halde iken oluşturacağı yapının ( $\text{CH}_2$ ) enerjisi ile uyarılmış durumda iken oluşturacağı bileşiğin ( $\text{CH}_4$ ) enerjisini kıyaslandığında aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?

- a)  $\text{CH}_4$  molekülünün enerjisi daha yüksektir çünkü bağ sayısı  $\text{CH}_2$ 'ye göre daha fazladır.
- b) Her ikisi de aynı atomlardan oluştuğu için enerjileri arasında fark yoktur.
- c)  $\text{CH}_2$  yapısının enerjisi sadece kararsız yapıya sahip olduğu için daha yüksektir.
- d)  $\text{CH}_2$  yapısının enerjisi daha yüksektir çünkü yapı hem kararsız hem de atomları arasında bağ oluşurken daha az enerji açığa çıkar.

Bu şıkkı seçmenizin nedenini açıklayınız:

7. Karbon atomunun atomik orbitallerinin enerjisi ile melezleşme sonucunda oluşan melez orbitallerinin enerjisini gösteren aşağıdaki diyagramlardan hangisi doğrudur?

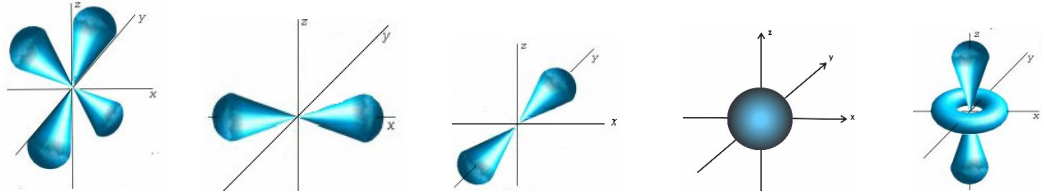


Bu şıkkı seçmenizin nedenini açıklayınız:

8.  $\text{SF}_6$  molekülü ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?

- a)  $\text{SF}_6$  molekülündeki S atomu  $d^2sp^3$  veya  $sp^3d^2$  melezleşmesi yapmıştır.
- b) Molekülün geometrisi üçgen bipiramittir.
- c) Kükürt ve flor atomları arasındaki bağlar iyonik bağlardır.
- d)  $\text{SF}_6$  molekülündeki S atomu  $ds^2p^3$  melezleşmesi yapmıştır.

Bu şıkkı seçmenizin nedenini açıklayınız:



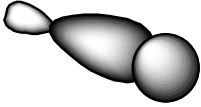


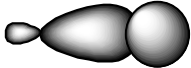
9. 
1. 4.enerji düzeyi    2. 4.enerji düzeyi    3. 3.enerji düzeyi    4. 2.enerji düzeyi    5. 3.enerji düzeyi

Yukarıda enerji düzeyleri ve yönelmeleri verilen atomik orbitallerin isimlendirilmesi hangi şıkta doğru olarak verilmiştir?

	1.	2.	3.	4.	5.
a)	$4d_z^2$	$4sp$	$3sp^2$	$2p_y$	$3d_{xz}$
b)	$4d_{x^2-y^2}$	$4p_x$	$3p_y$	$2s$	$3d_{yz}$
c)	$4p_z$	$4p_y$	$3s$	$2p_y$	$3p_z$
d)	$4d_{xz}$	$4p_x$	$3p_y$	$2s$	$3d_z^2$
e)	$4p_y$	$4p_x$	$3d_{xz}$	$2s$	$3d_{x^2-y^2}$

Bu şıkkı seçmenizin nedenini açıklayınız:

10. Aşağıdaki çakışmalar sonucu oluşan sigma ve pi bağları hangi şıkta doğru olarak verilmiştir?

1.	2.	3.	4.	5.	6.
					

	Sigma Bağı	Pi Bağı	Sigma Bağı	Pi Bağı
a)	2-5-6	1-3-4	c)	2-5
b)	3-5-6	1-2-4	d)	3-5
e)	2-3-5-6	1-4		

Bu şıkkı seçmenizin nedenini açıklayınız:

## KAYNAKÇA

- [1] Ayar Kayalı, H., Öztürk Ürek, R., Tarhan, L., “ Kimya Ders Programı Maddenin Yapısı Ünitesindeki “Bağlar” Konusunda Aktif Öğrenme Destekli Yeni Bir Rehber Materyal Geliştirilmesi ve Uygulanması”, V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, 16-18 Eylül 2002, Ankara, Bildiriler Kitabı, 150-155.
- [2] Ayas, A.ve Özmen, H., “ Lise Kimya Öğrencilerinin Maddenin Tanecikli Yapısı Kavramını Anlama Seviyelerine İlişkin Bir Çalışma”, Boğaziçi Üniversitesi Eğitim Dergisi, 19, (2002) 45-60.
- [3] Senemoğlu, N., “Gelişim, Öğrenme ve Öğretim; Kuramdan Uygulamaya”, Spot Matbaacılık, (1997).
- [4] Özden, Y., “Öğrenme ve Öğretme Süreçleri”, Ankara, Pegem Yayıncılık, Ankara, (1998).
- [5] Özmen, H., “ Fen Öğretiminde Öğrenme Teorileri ve Teknoloji Destekli Yapılandırmacı (Constructivist) Öğrenme”, The Turkish Online Journal of Educational Technology”, 3, (2004) Makale 14.
- [6] YÖK/ Dünya Bankası Milli Eğitimi Geliştirme Projesi, “Ortaöğretimde Kimya Öğretimi <[http://www.kimyaokulu.com/rehberlik/orta\\_ogretimde\\_kimya\\_egitimi/](http://www.kimyaokulu.com/rehberlik/orta_ogretimde_kimya_egitimi/)>, (2005).
- [7] Ekici, G., “ Öğrenme Stiline Dayalı Öğretim ve Biyoloji Dersi Öğretimine Yönelik Ders Planı Örnekleri”, Ankara, (2003).
- [8] Coll, R. K. and Taylor, N., “ Alternative Conceptions of Chemical Bonding by Upper Secondary and Tertiary Students”, Research in Science and Technological Education, 19, (2001) 171-191.
- [9] Karakoç, Ö., “Kimya Öğretmen Adaylarının Elektrokimya Konularındaki Alan Eğitimi Bilgilerinin Gelişimi”, Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Eğitimi Ana Bilim Dalı, Balıkesir, (2003).
- [10] Bahar, M , “Biyoloji Eğitiminde Kavram Yanılgıları ve Kavram Değişim Stratejileri”, Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri (Educational Sciences: Theory & Practice), 3, (2003) 27-64.



- [11] Skelly, K. M. & Hall, D. “The development and validation of a categorization of sources of misconceptions in chemistry.” Paper presented at the Third International Seminar on Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics (Ithaca, August), (1993), 1496-1535.
- [12] Erdem, E., Yılmaz, A., Morgil, İ., “Kimya Dersinde Bazı Kavramlar Öğrenciler Tarafından Ne Kadar Anlaşıyor?”, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 20, (2001) 65-72.
- [13] <<http://www.adt.curtin.edu.au/theses/available/adt>>, (2004).
- [14] 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, (1992) 611-628.
- [15] “Student Preconceptions and Misconceptions in Chemistry”, <<http://www.daisley.net/hellevator/misconceptions/misconceptions.pdf>>, Integrated Physics and Chemistry Modeling Workshop, Arizona State University, (2004).
- [16] Taber, K. S., “The Secret Life of the Chemical Bond: Students’ anthropomorphic and Animistic References to Bonding”, International Journal of Science Education, 18, (1996) 557-568.
- [17] Zohar, A. & Ginossar, S., “Lifting the Taboo Regarding Teleology and Anthropomorphism in Biology Education-Heretical Suggestions”, Science Education, 82, (1998) 679-697.
- [18] Treagust, D. F., Chittleborough, G. & Thapelo, L. M., “The Role of Submicroscopic and Symbolic Representations in Chemical Explanations”, International Journal of Science Education, 25, (2003) 1353-1368.
- [19] Watts, M. and Bentley, D., Humanizing and feminizing school science: reviving anthropomorphic and animistic thinking in constructivist science education., International Science Education, 16, (1994) 83-97.
- [20] Banister, F. & Ryan, C., “Developing Science Concepts Through Story-Telling”, School Science Review, 83, (2001) 75-83.
- [21] Tamir, P. & Zohar, A., “Anthropomorphism and Teleology in Reasoning about Biological Phenomena”, Science Education, 74, (1991) 57-67.

- [22] McCoy, M., “Systematic Misrepresentation: Analogy and Anthropomorphism in the Work of Charles and Erasmus Darwin” *Discourse*, 9, (2003).
- [23] Gabel, D., “Improving Teaching and Learning through Chemistry Education Research: A Look to the Future ”, *Journal of Chemical Education*, 76, (1999) 548-554 .
- [24] Taber, K. S., “Prior Learning as an Epistemological Block? The Octet Rule-An Example from Science Education”, Paper presented at the European Conference on Educational Research, (1995).
- [25] Nakhleh, M. B., “Why Some Students Don’t Learn Chemistry” *Journal of Chemical Education*, 69, (1992) 191-196.
- [26] Bonarjee, A.C., “Misconceptions of students and teachers in chemical equilibrium”. *International Journal of Science Education*. 13, (1991) 487.
- [27] Hackling, M. W. ve Garnett, P. J., “Misconceptions of chemical equilibrium”, *European Journal of Science Education*, 7, (1985), 205-214.
- [28] Huddle, P. A. ve Pillay, A. E., “An in-depth study of misconceptions in stoichiometry and chemical equilibrium at a South African University”, *Journal of Research in Science Teaching*, 33, (1996), 65-77.
- [29] Yıldırım, A., Demircioğlu, G., Özmen, H. Ve Ayas, A., “Kimyasal denge konusunun öğrenciler tarafından anlaşılma düzeyi ve karşılaşılan yanlışlar”, IV. Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu, (2000).
- [30] Sarıkaya, Ş., Orta öğretim öğrencilerinin “Maddenin Oluşumu” ünitesine yönelik kavram yanlışlarının belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Eğitimi Anabilim Dalı, Balıkesir, (2001).
- [31] Gabel, D. L., Samuel, K. V. ve Hunn, D., “Understanding the particulate nature of matter”, *Journal of Chemical Education*, 64, (1987), 695-697.
- [32] Ross, B.; Munby, H. “Concept mapping and misconceptions: a study of high school students’ understanding of acids and bases”, *International Journal of Science Education*, 13, (1991) 11-23.
- [33] Schmidt, H. J., “A label as a hidden persuader: Chemists, neutralization concept”, *International Journal of Science Education*, 13, (1991), 459-471.

- [34] Sanger, M. J.; Greenbowe, I. J. "An analysis of college chemistry textbooks as sources of misconceptions and errors in electrochemistry", *Journal of - Chemical Education*, 76, (1999), 853-860.
- [35] Özkılıç, N., "Kimya Lisans Öğrencilerinin Faz Değişimleri Konusundaki Kavram Yanılgıları", Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Eğitimi Ana bilim Dalı, Balıkesir, (2000).
- [36] Andersson, B., "Pupils explanations of some aspects of chemical reactions", *Science Education*, 70, (1986), 549-563.
- [37] Boo, H. K., "Students' understandings of Chemical Bonds and The Energetics of Chemical Reactions" *Journal of Research in Science Teaching*, 35, (1998) 569-581.
- [38] Duit, R. Ve Kesidou, S., "Students' understanding of basic ideas of the second law of thermodynamics", *Research in Science Education*, 18, (1988), 186-195.
- [39] Novick, S.; Menis, J., "A study of students conceptions of the mole concept", *Journal of Chemical Education*, 53, (1976), 720-722.
- [40] Peterson, R. F., Treagust, D. F., "Grade-12 student's misconceptions of covalent bonding and structure", *Journal of Chemical Education*, 66, (1989), 459-460.
- [41] Taber, K. S., "Understanding the ionic bond: student misconceptions and implications for future learning", *The Royal Society of Chemistry Autumn Meeting*, 1993.
- [42] Ünal, S., Özmen, H., Demircioğlu, G., Ayas, A., "Lise Öğrencilerinin Kimyasal Bağlarla İlgili Anlama Düzeylerinin ve Yanılgılarının Belirlenmesine Yönelik Bir Çalışma", [http://www.fedu.edu.tr/ufbmeks/b\\_kitabi/PDF/Kimya/Bildiri/t186d.pdf](http://www.fedu.edu.tr/ufbmeks/b_kitabi/PDF/Kimya/Bildiri/t186d.pdf), V.Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Ankara, 2002.
- [43] Peterson R. F. and Treagust , D. F., " Development and Application of a Diagnostic Instrument to Evaluate Grade-11 and 12 Students' concepts of Covalent Bonding and Structure Following a Course of Instruction", *Journal of Research in Science Teaching*, 26, (1989) 301-314.

- [44] Birk, J. P. and Kurtz, M. J. “Effect of Experience on Retention and Elimination of Misconceptions About Molecular Structure and Bonding”  
Journal of Chemical Education, 76, (1999) 124-128.
- [45] Robinson, W. R., “ An Alternative Framework for Chemical Bonding”,  
Journal of Chemical Education, 75, (1998) 1074-1075.
- [46] Can, Ş., Harmandar, M., “Fen Bilgisi Öğretmenliği Ve Sınıf Öğretmenliği Öğrencilerinin Kimyasal Bağlar Konusundaki Kavramsal Yanılgıları”,  
İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 5, 8, (2004).
- [47] Ayar Kayalı, H. Ve Tarhan, L., “ İyonik Bağlar” Konusunda Kavrama Yanılgılarının Giderilmesi Amacıyla Yapılandırmacı-Aktif Öğrenmeye Dayalı Bir Rehber Materyal Uygulaması” , Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 27, (2004) 145-154.
- [48] Tan, K. C. D. and Treagust, D. F., “Evaluating Students’ understanding of Chemical Bonding”, School Science Review, 81, (1999) 75-84.
- [49] Nahum T. L., Hofstein, A., Mamlok-Naoman, R. and Bar-dou, Z., “Can Final Examinations Amplify Students’ misconceptions in chemistry?”  
Education: Research and Practice, 5, (2004) 301-325.
- [50] Taagepera, M., Arasasingham, F. P., Soroudi, A. ve Lam, G., “ Following the Development of the Bonding Concept Using Knowledge Space Theory”,  
Journal of Chemical Education, 79, (2002) 756-762.
- [51] Taber, K. S., “ Shifting Sands: A Case Study of Conceptual Development as Competition Between Alternative Conceptions”, International Journal of Science Education, 23, (2001) 731-753.
- [52] Taber, K. S., “ Conceptualizing Quanto: Illuminating The Ground State of Student Understanding of Atomic Orbitals”, Chemistry Education: Research and Practice in Europe, 3, (2002) 145-158.
- [53] Coll, R. K. ve Treagust, D. F., “ Exploring Tertiary Students’ Understanding of Covalent Bonding”, Research in Science and Technological Education, 20, (2002) 241-267.
- [54] Özmen, H. “Some Students’ misconceptions in Chemistry: A Literature Review of Chemical Bonding”, Journal of Science Education and Technology, 13, (2004) 147-159.

- [55] Nicoll, G., “A Report of Undergraduates’bonding Misconceptions” International Journal of Science Education, 23, (2001) 707-730.
- [56] Nicoll,G. “A Qualitative Investigation of Undergraduate Chemistry Students’Macroscopic Interpretations of the Submicroscopic Structures of Molecules”, Journal of Chemical Education, 80, (2003) 205-213.
- [57] Coll, R.K., Taylor, N., “Mental Models in Chemistry: Senior Chemistry Students’ Mental Models of Chemical Bonding”, Chemistry Education: Research and Practice in Europe, 3, (2002), 175-184.
- [58] O. Hurst, M., “ How We Teach Molecular Structure to Freshmen ”, Journal of Chemical Education, 79, (2002) 763-764.
- [59] Kind, V., “Beyond Apperances: Students’misconceptions about basic chemical ideas”, <<http://www.chemsoc.org/pdf/LearnNet/rsc/miscon.pdf>>, (2004).
- [60] Ben-Zwi, R.; Eylon, B.; Silberstein, J., “Is an atom of copper malleable?” , Journal of Chemical Education, 63, (1986), 64-66.
- [61] Lee, O., Erchinger, D. C. , Anderson, C. W., Berkheimer, G. D. Ve Blakeslee, T. D., “Changing Middle School Students’ Conception Matter and Molecules”, Journal of Research in Science Teaching, 30, (1993), 249-270.
- [62] Taber, K. S., “ Compounding Quanta: Probing The Frontiers Of Student Understanding Of Molecular Orbitals”,Chemistry Education: Research and Practice In Europe, 3, (2002) 159-173.
- [63] Taber, K. S., “Learning Quanta: Barries to Stimulating Transitions in Student Understanding of Orbital Ideas”, Science Education, 89, (2005) 94-116.
- [64] Zoller, U., “Students. misunderstandings and misconceptions in college freshman chemistry (general and organic)”, Journal of Research in Science Teaching, 27, (1990) 1053-1065.
- [65] Tsaparlis, G. and Papaphotis, G., “Quantum-chemical concepts: Are they suitable for secondary students?” Chemistry Education: Research and Practice in Europe, 3, (2002) 129-144.

- [66] Nakiboğlu, C., Benlikaya, R., “Modern Atom Teori ve Orbital Kavramı Hakkındaki Yanlış Kavramalar”, Kastamonu Eğitim Dergisi, 9, (2001) 165-174.
- [67] Nakiboglu, C., “Instructional misconceptions of Turkish Prospective Chemistry Teachers About Atomic Orbitals and Hybridization”, Chemistry Education: Research and Practice, 4, (2003), 171-188.
- [68] Harrison, A. G. ve Treagust, D. F. “ Learning about Atoms, Molecules, and Chemical Bonds: A Case Study of Multiple-Model Use in Grade 11 Chemistry” , Science Education, 84, (2000) 352-381.
- [69] Gensler, W., “Physical versus chemical change”, Journal of Chemical Education, 47, (1970), 154.
- [70] Johnson, P., “Chidrens’ understanding of changes of state involving the gas state, Part 1: Boiling water and the particle theory”, International Journal of Science Education, 20, (1998), 567-583.
- [71] Chuephangam, M., “Analysis of misconception in chemistry of Mathayom Suska 5 students”,  
<<http://www.grad.cmu.ac.th/abstract/2000/edu/abstract/edu11001.html>>. (2000)
- [72] Koseoğlu, F., Kavak, N. ve İcık, H., “Lise II. sınıf ğrencilerinin reaksiyon hızı konusundaki n kavramları ve bu n kavramların neden olduğu yanlış kavramalar”, V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, 2002.
- [73] Nakiboğlu, C., Benlikaya, R. ve Kalın, ř., “ğretmen adaylarında kimyasal kinetik konu ile ilgili yanlış kavramaların belirlenmesinde V- diyagramlarının kullanılması”, V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, 2002.
- [74] Novick, S. Ve Nussbaum, J., “Pupils’ understanding of the particulate nature of matter: A cross-age study”, Science Education, 65, (1981), 187-196.
- [75] Mitchell, A. C. ve Kellington, S. H., “Learning difficulties associated with particulate theory in the Scottish Integrated Science course, European Journal of Science Education, 4, (1982), 429-440.

- [76] Furio, C. & Calatayud, M. “Difficulties with geometry and polarity of molecules: beyond misconceptions”, Journal of Chemical Education, 73, (1996) 36-41.
- [77] Morgil, İ. ve Yılmaz, A., “ Kimya Eğitiminde Farklı Madde Türlerinin Psikometrik Özellikler ve Öğrenci Başarısı Bakımından Karşılaştırılması” , Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 20, (2001) 111-116.
- [78] Purser, G. H., “ Lewis Structure are Models for Predicting Molecular Structure, not Electronic Structure”, Journal of Chemical Education, 76, (1999) 1013-1018.
- [79] Kallery, M. & Psillos, D., “Anthropomorphism and Animism in Early Years Science: Why Teachers Use Them, How Conceptualise Them and What Are Their Views on Their Use”, Research in Science Education, 34, (2004) 291-311.
- [80] Tunalı, N.K., Özkar, S., “İnorganik Kimya”, Gazi Üniversitesi, 1, 1993, 54.
- [81] Karacan, N., Gürkan, P., “İnorganik Kimya”, Palme Yayıncılık, Ankara, (2002), 47-48.
- [82] Kılıç, E., Köseoğlu, F., Yılmaz, H., “Temel Kimya”, Bilim Yayıncılık, Ankara, 1998, 268, 327.
- [83] Petrucci, R. H., Harwood, W. S., “ Genel Kimya”, Palme Yayıncılık, Ankara, (1994), 403.
- [84] <[http://www.kimya.itu.edu.tr/pages/Genel\\_Kimya/chapters/molekuler\\_geometri\\_ve\\_bag\\_teorileri.pdf](http://www.kimya.itu.edu.tr/pages/Genel_Kimya/chapters/molekuler_geometri_ve_bag_teorileri.pdf)> (2005).
- [85] Mortimer, C. E., “ Modern Üniversite Kimyası”, Çağlayan Kitabevi, İstanbul, Cilt.1 (2001).
- [86] Ayas, A. ve Çalık, M., “ A Comparison of Level of Understanding of Eight-Grade Students and Science Student Teachers Related to Selected Chemistry Concepts”, Journal of Research in Science Teaching, 42, (2005) 638-667.
- [87] Abraham, M .R., Williamson, V. M. and Westbrook, S. L (1994). A cross-age study of the understanding of five concepts. Journal of Research in Science Teaching, 31, (1994), 147-165.