

**SINIF ÖĞRETMENLİĞİ ÖĞRENCİLERİNİN MUMUN
YANMASIYLA İLGİLİ ANLAYIŞLARI**
**PROSPECTIVE PRIMARY TEACHERS' UNDERSTANDINGS ON
BURNING OF A CANDLE**

Tacettin PINARBAŞI^{1*}, Nurtaç CANPOLAT¹ ve Mustafa SÖZBİLİR¹

¹Atatürk Üniversitesi K.K. Eğitim Fakültesi, Kimya Eğitimi A.B.D. Erzurum

Geliş Tarihi: 17 Nisan 2009 **Kabul Edilme Tarihi:** 9 Haziran 2009

ÖZET

Bu çalışma, sınıf öğretmeliği öğrencilerinin mumun yanması ile ilgili anlayışlarını ortaya koymayı amaçlamaktadır. Bu amaçla, beş açık uçlu sorudan oluşan bir test geliştirilmiştir. Bu test, Atatürk Üniversitesi, Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi, Sınıf Öğretmenliği Bölümünün üçüncü sınıfında okumakta olan toplam 72 öğrenciye uygulanmıştır. Ayrıca 15 öğrenciyle de yarı yapılandırılmış mülakat yapılmıştır. Verilerin analizinde, öğrencilerin kavram yanlışlarını ortaya koyabilmek amacıyla içerik analizi yöntemi kullanılmıştır. Sonuçlar, öğrencilerin mumun yanmasıyla ilgili olarak bazı yanlış kavramalara sahip olduğunu ortaya koymuştur.

Anahtar Kelimeler: Fen Eğitimi, Yanma, Mum, Kavram Yanlıgısı, Kimyasal ve Fiziksel Değişme

ABSTRACT

This study aimed to find out pre-service primary students' understandings on burning a candle. For this aim, a test consisting of five open-ended questions was developed by the authors. The test was administered to total 72 students enrolling primary teacher training department in Kazım Karabekir Education Faculty, in Atatürk University. In addition, to reveal students' understandings of burning in detail, 15 of 72 students were purposively selected and interviewed. Content analysis was used to find out the misconceptions of the students. The results showed that the students have some misunderstandings on burning a candle.

Keywords: Science Education, Burning, Candle, Misconceptions, Chemical and Physical Change

* Sorumlu yazar: tacettin_p@yahoo.com

1. GİRİŞ

Literatüre bakıldığında öğrencilerin, çoğu kimya kavramlarını anlamada güçlük çektiklerine dair bulgular içeren çok sayıda makale bulunmaktadır (Abraham et al., 1992; Abraham and Williamson, 1994). Bu kavramlardan bir tanesi de, çocukların karşısına özellikle küçük yaşlardan itibaren çıkan ve daha çok fiziksel ve kimyasal değişim konusu içerisinde bahsedilen *yanma* kavramıdır. Yanma, kimyasal değişime çok yaygın olarak verilen bir örnektir. Çünkü çok küçük yaşlardan itibaren çeşitli yanma olayları gözlemsel olarak tecrübe edilmektedir; mumun yanması, odunun yanması, kâğıdın yanması, kömürün yanması, benzinin ya da mazotun yanması vb.

Mumun yanması olayı, öğrencilerin yanma kavramıyla ilgili düşüncelerinin ortaya çıkarılmasına yönelik çalışmalarda, yaygın bir örnek olarak kullanılmaktadır (Meheut et al., 1985; Boujaoude, 1991; Rahayu and Tytler, 1999; Gabel et al., 2001; Watson et al., 1997; MacNeil and Volaric, 2003). Bu tür çalışmalarda genel olarak, mumun yanması süreci dikkate alınarak yanmanın nasıl oluştuğu, yanma olayına hangi maddelerin katıldığı, yanma sonucunda mumda nasıl bir değişikliğin olduğu; yanma ürünleri olarak nelerin oluştuğu gibi sorulara cevap aranmaktadır.

Sunulan bu çalışmada da, temel olarak mumun yanması sürecinde meydana gelen değişimlerle ilgili öğrenci düşüncelerinin ve bu düşüncelerin oluşumuna zemin teşkil eden nedenlerin ortaya çıkarılması amaçlanmıştır.

Mumun Yapısı ve Yanma Mekanizması

Mumlar, balmumu, jel ya da parafinden elde edilebilmektedir. Bunlar arasında en yaygını, ham petrolden elde edilen bir hidrokarbon olan parafinden oluşan mumlardır. Parafinin molekül formülü C_nH_{2n+2} olup, n değeri ortalama 25 olmakla birlikte 19 ile 36 arasında değişebilmektedir. Günümüzde, farklı renklendiriciler, çeşitli koku maddeleri ve bazı katkı maddeleri içermesine rağmen temel olarak bir mumun yapısı, parafin ve fitilden oluşmaktadır. Mum fitili ise genel olarak emici özelliğe sahip, sık örgülü lifli yapıdaki pamuk ipliğinden oluşmaktadır. Parafin mumuna ait bazı

özellikler Tablo 1’de verilmektedir (Hamins et al., 2005; Zai et al., 2006).

Tablo 1. Parafin mumunun bazı özellikleri

Karbon sayısı (C_nH_{2n+2})	19-36
Molekül ağırlığı	350-420 kg/mol
Erime noktası	48-68°C
Kaynama noktası	350-430°C
Yoğunluk (25°C)	865-913 kg/m ³
Yanma ısısı	46,2 MJ/kg
Maksimum alev sıcaklığı	1400°C

Mumun ilginç bir özelliği de, yanması esnasında maddenin katı, sıvı, gaz ve plazma olmak üzere dört hali için güzel bir örnek teşkil etmesidir. Çünkü, yakıt kaynağı olarak mum, yanma süresince maddenin bu dört haline de geçiş yapmaktadır.

Bir mumun yanması nasıl gerçekleşmektedir? Bilindiği gibi mumu yakma işlemi en tepedeki fitilin ateşlenmesi ile başlar ve ilk olarak fitil yanar. Oluşan alev, fitilin yanması sonucu yavaş yavaş aşağıya doğru muma temas edinceye kadar kaymaya başlar. Bu anda mumun yanma mekanizması da başlamış olur. Alevin sıcaklığı nedeni ile fitilin hemen alt çevresindeki mum tabakası erir. Bu eriyen kısım, kapiler etki sonucu fitil boyunca yukarıya doğru yükselerek alevin içerisine girer. Bu kısımda sıvı mum daha da ısınarak buharlaşır ve gaz haline geçer. Gaz haline geçen mum daha sonra alevin yanma bölgesine girerek yanar ve enerji açığa çıkar. Yani burada asıl yanan ve ışığı veren fitil değil mumun kendisidir. Bu şekilde ortaya çıkan ısı, katı haldeki mumu eriterek mekanizmayı tekrar başlatır. Bu dönüşümün sürekliliği sayesinde mum bitinceye kadar yanmasını sürdürür.

2. MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada temel veri toplama aracı olarak, öğrencilerin yanmakta olan bir mum hakkındaki düşüncelerini ortaya çıkarmaya yönelik beş açık uçlu sorudan oluşan bir test kullanılmıştır. Birinci soruyla, bir mumun yanması olayında hangi maddelerin yanma sürecine katıldığına dair öğrenci düşüncelerinin ortaya çıkarılmasını

amaçlanmıştır. İkinci soru, yanma sürecinde mumun ve fitilin işlevlerinin ne olduğuna yönelik öğrenci düşüncelerinin, başka bir ifadeyle yanma sürecinde mumda ve fitilde tam olarak nasıl bir değişiklik olduğuna yönelik fikirlerinin sorgulanması amaçlanmıştır. Üçüncü soruyla, mumun yanması sonucunda hangi ürünlerin oluştuğuna dair öğrenci düşünceleri sorgulanmıştır. Dördüncü soru, mumda oluşan isin kaynağının ne olduğu sorusuna cevap aramaktadır. Son olarak beşinci soruyla öğrencilerden mum alevinin sıcaklığını tahmin etmeleri ve bu tahminlerine yönelik gerekçeleri istenmiştir.

Bu şekilde oluşturulan test sorularındaki muhtemel eksiklik ve hataların belirlenerek gerekli düzeltmelerin yapılabilmesi için uygulama öncesinde bir pilot çalışma yapılmıştır. Testte yer alan soruların geçerlik düzeyi kimya eğitimi alanında çalışan 4 öğretim üyesi tarafından değerlendirilmiştir. Test, Atatürk Üniversitesi, Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi, Sınıf Öğretmenliği Bölümünün üçüncü sınıfında okumakta olan toplam 72 öğrenciye uygulanmıştır. Uygulama normal öğretim koşullarında önceden haber vermeksizin uygulanmış ve sonuçların araştırma amacı dışında kullanılmayacağı hususunda katılımcılara güvence verilmiştir. Uygulama öncesinde mumun kimyasal yapısının öğrenciler tarafından bilinip bilinmediği sorulmuş, bir kısım tarafından bilinmediği tespit edilmiştir. Bu amaçla öğrencilere mumun temel olarak yapısı açıklanmış, isteyenlere ihtiyaç duydukları ilave bilgiler verilmiştir.

Uygulama sonucunda, öğrencilerin teste verdikleri yazılı cevaplar analiz edilmiş ve bu analizler sonucunda öğrencilere ait yanlış kavramalar tespit edilerek bunların oranları yüzdeler halinde verilmiştir. Bu çalışmada, öğrenciler arasındaki yaygınlık oranı % 20'nin üzerinde olan yanlış kavramalar dikkate alınmış ve tartışılmıştır. Hem öğrencilerin yazılı cevaplarındaki anlaşılmayan ifadelerin açıklığa kavuşturulması, hem de testteki soruların daha da derinlemesine irdelenebilmesi için 15 öğrenciyle mülakatlar gerçekleştirilmiştir. Öğrencilerin mülakata seçimi yazılı ifadelerine göre gerçekleştirilmiştir. Ortalama 20 dakika süren mülakatlar bir ses alıcısına kaydedilmiş ve daha sonra yazıya geçirilmiştir.

3. BULGULAR

Yanmakta olan bir mumla ilgili olarak öğrencilerin sahip oldukları yanlış kavramalar ve bunların yüzdeleri aşağıdaki Tablo 2’de topluca verilmiştir.

Tablo 2. Öğretmen adaylarının mumun yanması ile ilgili sahip olduğu yanlış kavramalar

YANLIŞ KAVRAMALAR	Yüzde(%)
Yanma süresince mum yanmaz, yalnızca erir.	72
Mumun temel görevi fitilin yanmasını geciktirmektir.	47
Mumun temel görevi fitili destekleyerek ayakta tutmaktır.	21
Mumda oluşan isin kaynağı, yanma sonucu ortaya çıkan CO ₂ gibi gazlardır.	48
İs oluşumu, mumun söndürülmesi anında ya da mum bitmek üzere iken gerçekleşmektedir.	37
İs oluşumu, mum alevine bir cismin temas ettirilmesi durumunda gerçekleşmektedir.	22
Mum alevinin sıcaklığı 100°C’nin altındadır.	62

Yazılı cevaplardan elde edilen sonuçlar, öğrencilerin büyük bir kesiminin “yanma süresince mumun yanmadığı” inancını paylaştıklarını göstermektedir. Yukarıdaki tablodan da görülebileceği gibi, bu inanca sahip olan öğrencilerin oranı % 72’dir. Bu yönde bir düşünceyi paylaşan öğrenciler, yanma süresince yalnız mum fitilinin yandığını, mumun ise basitçe hal değişimine uğrayarak katı halden sıvı hale geçtiğini, yani eridiğini ifade etmektedirler. Aşağıdaki yazılı cevap alıntıları, söz konusu öğrenci düşüncelerine örnek teşkil edecek niteliktedir;

“Mumun görevi erimek, fitilin görevi ise yanıp etrafı aydınlatmaktır.”

“Mumun içindeki fitil yanarak mum yanmış olur. Mumun içinde sıcaklıktan eriyen bir madde olmalı ki fitil yandığında mum eriyor.”

“Mum, parafin ve ortasına iplik geçirilmiş bir şekilde oluşmuştur. Ateş ipliği tutuşturduğu zaman sıcaklığın etkisiyle parafin erir. Bu şekilde mumun yanması gerçekleşir.”

Yukarıdaki ifadelere benzer şekilde, bir öğrenci de, daha önce yaşadığı bir tecrübesiyle ilişki kurarak bu konudaki inancını, yazılı cevabında şu şekilde dile getirmiştir;

“... mumun yanmasında, yanan mumun içindeki fitildir. Mum burada erir. Yanan fitil de kimyasal değişime uğrar. Çünkü ben yanıp eriyen mumun mum kısmını alıp, arasına ip koyduğumda (önceki kadar olmasa da) yine mumun, mum görevi gördüğünü gördüm ve buradan şu sonucu çıkardım. Mum yanmaz erir.”

Yukarıdaki alıntılardan, açık bir şekilde, öğrencilerin mumun yanmayıp sadece eridiği düşüncesinde oldukları anlaşılmaktadır. Mumun ve fitilin işleviyle ilgili olarak bazı öğrenciler, aşağıda bir örneği verilen yazılı cevaplarında;

“Fitilin görevi ateşin yanmasına aracılıktır. Yanan fitil değil mumdur. Fitil eriyen mumdaki gazların ona temas etmesiyle yanmasını sürdürür. Fitil alevin oluşmasında etkili olan, alevin oluştuğu kısımdır. Mum ise alevi oluşturan kısımdır”

şeklinde doğruya yakın cevaplar vermiştir. Ancak bu öğrencilerin bazılarının mülakatından elde edilen veriler onların yazılı cevaplarındaki ifadeleriyle çelişki içerisinde olduklarını göstermektedir. Çünkü bu öğrenciler, yazılı cevaplarının tersine mülakatlarında, mumun eridiğini belirtmektedir. Örneğin yukarıda örnek olarak verilen yazılı cevabın sahibi, kendisiyle yapılan mülakatta bu durumu açıkça ortaya koymaktadır (Mülakat alıntılarında A; araştırmacıyı K; katılımcıyı temsil etmektedir);

A: (Yanmakta olan mumu göstererek) Burada yanan nedir?

K: Yanan fitildir.

A: Peki muma ne olmaktadır?

K: Mumun görevi erimek... eridiğinde... emin değilim ama gaz çıkışı olabilir ve bunlar da yanabilir... bence mumun temel görevi yavaş yavaş erime sonucunda fitilin yanmasını geciktirmektir.

A: Bu sonuca nasıl vardın?

K: Burada alev muma değmiyor. Biraz mumun yukarısında duruyor. Sadece etrafındaki mumu eritiyor.

Yukarıdaki mülakat örneğinde öğrenci, yazılı cevabından farklı olarak, mumun yanmasından ziyade eridiği yönündeki düşüncesini dile getirmektedir. Bu düşünce değişikliğine de, alevin mumla fiziksel bir temasının olmaksızın sadece fitil üzerinde görünmesinin, etkili olduğu anlaşılmaktadır. Bazı öğrenciler de yanma sürecinde fitilin ve mumun işlevini kimyasal ve fiziksel değişim açısından ele alarak aralarındaki farkı net bir şekilde ortaya koymaya çalışmışlardır. Buna örnek olarak aşağıdaki yazılı cevap alıntıları verilebilir;

“...içindeki fitilin yanması kimyasal, mumun erimesi ise fiziksel bir olaydır”

*“fitilin yanması → kimyasal → CO₂ ve H₂O oluşur.
Mumun yanması → fiziksel → eriyik mum oluşuyor
ve sonra donuyor, sadece hal değişimi.”*

Yanma sürecinde, mumun basitçe hal değiştirerek eridiğini belirten öğrencilerin büyük bir çoğunluğu (%47), mumun asıl kullanılma nedeni olarak, fitilin yanma süresini artırmasını ve böylece fitilin ışık kaynağı olabilme özelliğini uzun süre muhafaza edebilmesine imkân sağlamasını göstermektedirler. Başka bir ifadeyle, “asıl yanan madde ip (fitil) olduğu için, yanma başladıktan sonra alevin sıcaklığıyla mum yavaş yavaş erir ve böylece azar azar ortaya çıkan ipin yavaşça yanmasına neden olur, aksi takdirde yalnız başına ip bir anda yanıp kül olur” inancına sahiptirler. Aşağıda verilen yazılı cevap örnekleri bu yöndeki öğrenci düşüncelerini yansıtmaktadır;

“Fitil olmadan mum, mum olmadan fitilin bir anlamı yoktur. Fitil yaktığımızda mum erimeye başlar, aynı zamanda fitil de yanar. Ama mum olmazsa fitil daha kısa sürede yanıp biter... mumun görevi yanmanın daha uzun süre devam etmesini sağlamaktır.”

“Mum fitili tutarak onun yanıp ışık vermesini sağlar (daha yavaş bir şekilde). Ancak mumsuz, direk fitile ateş verdiğimizde fitil çabuk yanar ve biter.”

“Yanma sonucunda mumda erime ve fitilde azalma olur. Mumun yanması ateşi evimizde kullanmaya benzer. Sadece ateşi daha uygun ve yavaş bir biçimde kullanıyoruz.”

Aşağıda bir öğrenciye ait mülakat alıntısı da yukarıdaki ifadelerle paralellik içermektedir;

...

A: Burada mumun işlevini tam olarak nasıl açıklayabilirsin?

K: Mum olmazsa fitilin ömrü kısalmır. Mumun görevi burada fitilin yavaş yavaş ortaya çıkmasını sağlamaktır ve böylece üstten gelen alev de fitili yavaşça yakar. Eğer fitilin etrafında mum olmasaydı, ateş kısa sürede bütün fitili yakardı.

Yukarıdaki ifadelerden de anlaşılacağı üzere öğrencilerin, mumu yanan ana madde olarak değil de, eriyerek fitilin yanma süresini geciktiren yardımcı bir madde olarak dikkate aldıkları söylenebilir. Öğrencilerin bir kısmı da (%21), mumun yanma esnasında fitilin ayakta durmasını sağlayan bir destek olarak görev gördüğünü iddia ederek, alternatif bir görüş sunmaktadır;

"Fitilin görevi ışık vermek, mumun görevi fitili tutmak."

"Mum fitili ayakta tutarak, sonuna kadar yanabilmesini sağlar."

"Mumun görevi fitili dik tutmaktır. Mum olmadan fitili yaktığımız zaman daha çabuk sürede yanıyor. Mum ile birlikte yaktığımızda uzun süre alıyor."

Yukarıdaki ifadelerden öğrencilerin mumu sadece, fitili ayakta tutarak sağlıklı bir biçimde yanmasına imkan sağlayan fiziksel bir dayanak olarak algıladıkları ortaya çıkmaktadır. Aşağıdaki alıntılardan da görülebileceği gibi, bazı öğrenciler bu yöndeki düşüncelerine gerekçe olarak, fitilin gazyağına daldırılmış bir ipten ibaret olduğu için kendiliğinden yandığını göstermekte ve mumun yanmayla bir ilgisinin olmadığını ifade etmektedirler.

"Fitil zaten gazlı ip olduğu için kendiliğinden yanar, mum ise fitili ayakta tutar."

"Fitil yanma olayının gerçekleşmesini sağlayan kısımdır. Fitil bildiğim kadarıyla gaza bulanmıştır."

Mumun yanmayı eridiği görüşünü savunan öğrencilere, kendileriyle yapılan mülakatlarda yanma sonucunda mumun kütlelerinde herhangi bir kaybın olup olmayacağı soruldu. Bu soruya

öğrenciler, mumun kütlesinde az da olsa bir azalmanın olacağı şeklinde cevap vermişlerdir. Bu kütle azalmasının da, mumun erimesi sonucunda oluşan sıvının bir kısmının buharlaşması sonucunda meydana geleceğini belirtmişlerdir. Bu durumla ilgili bir mülakat alıntısı aşağıdaki gibidir;

...

A: Mumu yakmadan önce ve yaktıktan sonra tartarsak, bir kütle kaybı olur mu?

K: Evet... ilk haline göre biraz azalma olur tabii. Ama çok olmaz.

A: Bu azalma neden kaynaklanır? Mum yandığı için mi?

K: Mum erir...zaten mumun alevi mumu yakmak için yeterli ısıya sahip değildir.

A: Peki o zaman mumun yanmayıp eridiğini söylediğine göre, bu kütle kaybını nasıl açıklarsın?

K: Eriyen mumun sıcaklıkla buharlaşmasından kaynaklanabilir.

Yukarıdaki ifadesinden de anlaşılacağı gibi öğrenci, eriyen mumun alevin sıcaklığından dolayı az bir miktar buharlaşarak kütesinin azalacağını ifade etmektedirler. Hatta bazı öğrencilere göre kütledeki bu azalma o kadar azdır ki, eriyip-donan bir mum tekrar eritilir ve bir kalıpta dondurulursa defalarca kullanılabilir. Bir öğrenci yazılı ifadesinde bu durumu şu şekilde dile getirmiştir;

"...sıcaklığa bağlı olarak mum erir. Eriyen mumu defalarca soğutup kullanabiliriz."

Buraya kadar tartışılan noktaların genel bir değerlendirmesini yaparsak; yanan bir mum göz önünde bulundurulduğunda, yanma sürecinin nasıl gerçekleştiğine dair ortaya çıkan öğrenci görüşleri üç başlık altında aşağıdaki gibi özetlenebilir;

- 1- Yanma esnasında yanan mum değil fitildir. Mum sadece erir.
- 2- Yanma esnasında mumun görevi, fitilin yanmasını geciktirmektir (yani yavaş yanmasını sağlamaktır)
- 3- Yanma esnasında mumun görevi, fitilin ayakta durmasına destek olmaktır.

Yukarıdaki düşüncelerin paralelinde, öğrencilerin büyük çoğunluğu mumun yanması sonucunda açığa çıkan ısı ve ışığın kaynağı olarak da sadece fitili göstermektedirler. Başka bir ifadeyle, mumun yanması olayında yanan maddenin esasen fitil olduğunu kabul etmelerinden dolayı -bunun doğal bir sonucu olarak- fitili, mumun ısı ve ışık kaynağı olarak dikkate almaktadırlar. Aşağıdaki yazılı cevap alıntıları bu yöndeki düşünceyi yansıtmaktadır;

"...ısı ve ışık sonuçta yanma sonucunda oluşur. Burada yanan fitil olduğuna göre, ısının da ışığın da kaynağı onun yanışıdır."

"mum eridiğine göre, buradaki ısı ve ışık fitilden kaynaklanmaktadır."

Bu öğrenci ifadeleri de onların, mumun yanma süresince erimek dışında başka herhangi bir işleve sahip olmadığına dair inançlarını açık bir şekilde ortaya koymaktadır. Yazılı cevapların analizinden elde edilen sonuçlar, öğrencilerin büyük bir çoğunluğu tarafından, mumun yanması süresince gerçekleşen is oluşumuyla ilgili olarak da çeşitli alternatif düşüncelerin ileri sürüldüğünü ortaya koymaktadır. "Yanma sonucunda ortaya çıkan gazlar ise neden olur" ifadesi, isin ne olduğu, daha doğrusu nasıl oluştuğu ile ilgili soruya öğrencilerin verdikleri cevaplardan en yaygın olarak karşımıza çıkmaktadır (%48). Diğer bir ifadeyle bu düşünceye sahip öğrenciler, normal yanma ürünleri olan karbondioksit ve suyu, aynı zamanda oluşan isin kaynağı olarak dikkate almaktadırlar. Aşağıdaki yazılı cevap alıntıları, bu yöndeki öğrenci ifadelerine örnek teşkil etmektedir;

"Yanma sonucu oluşan ürünlerdir, örneğin CO₂ gibi."

"Mumun oluşturduğu isin kaynağı yanma olayıdır. Yanma sonucu çıkan gazlar."

"İsin kaynağı, fitilin yanması sonucu çıkan karbondioksit ve su buharıdır."

"Yanma sonucunda oluşan CO₂ olabilir ya da yanma sonucunda oluşan herhangi bir gaz madde olabilir."

Bazı öğrenciler de cevaplarında odun, kömür gibi diğer maddelerin yanmalarını kıyaslayarak, bu tür maddelerin yanmaları

sonucunda ortaya çıkan gaz ürünlerin de is oluşturabileceğine vurgu yapmaktadırlar;

“Mumun oluşturduğu isin kaynağı reaksiyonlar sonucu çıkan gaz olabilir. Çünkü, sobayı yaktığımızda da is ortaya çıkıyor.”

“Her yanma sonucu duman dediğimiz is yükselmektedir. Bu da yanma sonucu dışarıya çıkan CO₂ olabilmektedir.”

“Doğalgazın yanmasıyla da is oluşur. Ama o is daha temizdir. Çünkü onda yoğun bir CO₂ oluşumu yoktur.”

Yukarıdaki yazılı ifade örnekleri, öğrencilerin, yanma ürünü gazlardan özellikle karbondioksit gazının is oluşumuna neden olduğu düşüncesinde olduklarını açıkça ortaya koymaktadır. Bazı öğrenciler de, isin kaynağıyla ilgili olarak fitilin yanmasını göstermişler fakat hem yazılı cevaplarında hem de mülakatlarda bu düşüncelerine bir açıklık getirememişlerdir;

“Mumda isin kaynağı yine fitildir ve fitil yanarken fitilin azalması ile mumun kendisine alev birden etkilediği zaman meydana gelebilir diye düşünüyorum ama tam olarak nasıl olduğunu bilmiyorum”

“İsin kaynağı fitilin yapısıdır.”

“Sanırım fitildeki bir maddeden dolayı is oluşmaktadır.”

Birkaç öğrenci ise, yanmakta olan mumda oluşan isin nedeni olarak, ipin ya da mumun yapısındaki karbonun tam yanmaması sonucu oluşan karbon monoksit (CO) gazını göstermişlerdir;

“Mumun yanması sonucu oluşan is, ipin yapısındaki C nun tam yanmaması sonucu oluşan CO den kaynaklanabilir.”

“Organik bileşiklerin yanması sonucunda is oluşur, çünkü yapılarındaki C tam yanmadığı zaman CO e dönüşür. CO ve CO₂ siyah bir şekilde is oluşturur.”

Yazılı cevap ve mülakat sonuçları, mumun yanması sürecinde isin oluşma zamanıyla ilgili olarak da, öğrencilerin çeşitli alternatif düşüncelere sahip olduklarını ortaya koymaktadır. Bunlardan en yaygın olanı (%37), “is ancak, mumun (fitilin) söndürülmesi anında ya da mum bitmek üzere iken oluşur” düşüncesidir. Bu düşünceye sahip öğrenciler, özellikle fitilin söndürülmesi esnasında ortaya çıkan

koku ve dumanı kastederek, is oluşumunun bu süreçte gerçekleştiğini belirtmektedirler;

“İs oluşumu fitili söndürdüğümüz zaman gerçekleşir, tüter ve kokar.”

“...isin kaynağı yanma sonucu ortaya çıkan gazdır. İs mumun bitmesine yakın oluşur.”

“...mum tamamen tükendiğinde, bitmeye yakın is oluşur.”

Bu konuda öğrencilere ait yaygın olan (%22) diğer bir düşünce de, “mum alevinin bir cisimle temas ya da temasa yakın konuma gelmesi durumunda isin oluşacağı” şeklindedir. Buna ait iki yazılı cevap örneği aşağıdaki gibidir;

“İs, ateşin bir şeyle temasından çıkar.”

“...alevin bir özelliğidir. Bir şeyi alevin içine sokunca veya üzerine yaklaştırdınca is olur.”

Yukarıdaki ifadelerden anlaşılabilceği gibi öğrenciler, mumun normal yanması esnasında herhangi bir is oluşumunun gerçekleşmeyeceğini, ancak mumun alevinin içine ya da çok yakınına bir cisim tutulması durumunda is oluşumunun gerçekleşeceğini ifade etmektedirler. Aşağıdaki mülakat alıntısı da bu durumu destekler mahiyettedir;

A: (Yanmakta olan mumu göstererek)muma dikkatle bakmanı istiyorum... Sence şu anda is oluşmakta mıdır?

K: Hayır. Şu an yok

A: Peki, sence is ne zaman oluşur? Bir fikrin var mı?

K: Alevin üstüne bir şey tutarsak o zaman olur.

A: (aleve metal bir çay kaşığı tutulup is oluşumu gözlemlendikten sonra) peki bu durumda is oluşumunu nasıl açıklayabilirsin?

K: Sanırım alev maddeyle temas edince is oluşuyor.

Son olarak öğrencilerden, yanmakta olan bir mumun alevinin sıcaklığını tahmin etmeleri istenmiştir. Bu konuyla ilgili olarak, öğrencilerin sıcaklık tahmin değerleri birbirinden farklı olmakla birlikte, büyük bir çoğunluğunun cevapları 50°C ile 80°C arasında

yoğunlaşmıştır. Öğrenciler bu rakamlar arasında yığılan tahmini değerlerine gerekçe olarak, çeşitli alternatif görüşler ortaya koymuşlardır. Bunların en yaygın olanını, mum alevine ellerini değdirebilme ya da bu alevi elleriyle söndürebilme tecrübelerine dayalı olarak sıcaklık tahmini yapanlar oluşturmaktadır;

“Elimizle dokunabildiğimiz ve alevi söndürebildiğimiz için vücut sıcaklığının biraz üzerinde olabilir. 70-80°C gibi.”

“Mumun alev sıcaklığı bence 50-70°C civarındadır. Çünkü yanan muma birazcık elimizi yaklaştırabiliyoruz. Elimizin, vücut sıcaklığının biraz üzerine dayanabildiğini düşünürsek o sıcaklık minimum bir aralık olabilir.”

Mülakatlar esnasında da, katılımcıların tamamı yanmakta olan muma elleriyle temas ederek sıcaklık tahmini yapmışlardır. İki katılımcıya ait aşağıdaki alıntılarda yer aldığı gibi, benzer sonuçlara ulaşmışlardır;

“...elimi alevle rahatlıkla değdirebiliyorum... çok yüksek olmasa gerek, 60- 70°C gibi.”

“Çok sıcak olduğunu düşünmüyorum, 10-20°C civarı. Elimizi üzerinden geçirebiliyoruz.”

Öğrencilerin yukarıdaki sıcaklık tahminlerine yönelik olarak sundukları diğer bir yaygın gerekçe ise suyun kaynama sıcaklığını referans almalarıdır. Buna göre öğrenciler, kaynamakta olan suya oranla mum alevinin daha az yakıcı olduğunu düşünerek, alev sıcaklığının 100°C nin altında olması gerektiğini iddia etmektedirler. Buna yönelik öğrenci cevap örnekleri aşağıdaki gibidir;

“Kaynar su elimizi mumdaki daha fazla yakar. Dolayısıyla kaynama sıcaklığının altındadır diye tahmin ediyorum.”

“Kaynayan suya göre daha düşük bir sıcaklığa sahiptir.”

Alev sıcaklığının daha yüksek değerlerde (en yüksek 300°C olarak tahmin edilmiştir) olabileceğini ön görenler tahminlerini, yoğun olarak 150-200°C arasında yapmakla birlikte, hem yazılı cevaplarında hem de mülakatlarında bu tahminlerine bir açıklama sunmamışlardır.

3. SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu çalışmanın temel amacı, bir mumun yanması sürecinde meydana gelen değişimlerin, öğrenciler tarafından algılanma şeklinin ortaya çıkarılmasına yöneliktir. Elde edilen sonuçlar öğrencilerin bu olayla ilgili birtakım alternatif düşüncelere sahip olduklarını ortaya koymuştur. Bu sonuçların önemli bir kısmı literatür bulgularıyla da uyum içerisindedir (Meheut et al., 1985; Boujaoude, 1991).

Mumun yanmayıp sadece eridiği düşüncesinin öğrencilerin büyük bir çoğunluğu tarafından paylaşılması, bu çalışmanın en çarpıcı bulgusunu oluşturmaktadır. Şüphesiz bu süreçte mumun yanması yanında erimesi de söz konusudur. Ancak, yanmakta olan bir mum gözlemlendiğinde, mumun yanmakta olan kısmından ziyade eriyen kısmının görsel olarak tespit edilebilmesi, öğrencilerin mumun sadece eridiği şeklindeki düşüncelerine zemin oluşturabilir. Aynı zamanda, bir önceki kesimde de belirtildiği gibi, yanma süresince alevin yalnızca fitil üzerinde görünmesinin ve mumla herhangi bir fiziksel temasının bulunmamasının da, öğrencilerin bu düşünceye sahip olmalarında etkisinin olabileceği söylenebilir.

Özellikle kimya müfredat programlarında “fiziksel ve kimyasal değişme” konusunun işlenmesi aşamasında, mumun yanması olayı kimyasal değişim konusunda yaygın olarak kullanılan örneklerden bir tanesidir. Ama muhtemelen burada oluşan kimyasal değişimden neyin kastedildiği üzerinde pek durulmamaktadır. Gerçi bu olayda, az önce de ifade edildiği gibi, mum hem fiziksel hem de kimyasal değişime uğramaktadır ancak, öğrenciler tarafından sadece fiziksel değişim kısmının dikkate alındığı görülmektedir. Öğrencilerin mumun kimyasal değişime uğramasından anladıkları ise, fitilin yanması sonucu oluşan kimyasal değişimdir.

Mumun kimyasal değişimden ziyade fiziksel değişime uğradığının düşünülmesi, kaçınılmaz olarak, öğrencilerin muma farklı görevler yüklemesini gerektirecektir. Nitekim öğrenciler, mumun temel işlevinin -fitilin yanarak uzun süre ışık kaynağı olarak varlığını sürdürebilmesi için-yavaş yavaş erimek olduğunu düşünmektedirler ya da mumu sadece fitilin dik kalmasını sağlayan fiziksel bir destek olarak görmektedirler.

Yanma sonucunda ortaya çıkan isin kaynağı olarak temelde karbondioksit gazının olduğu düşüncesi, sadece mumun yanması olayı için geçerli olmayıp diğer tüm yanma durumlarına da genellenebilir olması yönüyle, yukarıdaki öğrenci düşüncelerinden ayrılmaktadır. Çünkü öğrenciler, odun, kömür ve doğalgaz gibi maddelerin yanması esnasındaki is oluşumunun da, yanma ürünleri olarak ortaya çıkan karbondioksit gibi gazlar sonucunda gerçekleştiğini iddia etmektedirler. Burada muhtemelen öğrenciler basitçe “is yanma sonucunda oluştuğuna göre, onu oluşturan da yanma ürünleridir” düşüncesine sahiptirler. Yanma olayından bahsederken ya da bununla ilgili stokiyometrik problemler çözerken, yanma ürünleri olarak genelde karbondioksit ve suyun göz önünde bulundurulması (örneğin, hidrokarbon + O₂ → CO₂ + H₂O), öğrencilerin bu yanma ürünlerini, aynı zamanda, is oluşumunun kaynağı olarak da dikkate almalarına neden olacaktır.

Benzer şekilde öğrencilerin mumdaki is oluşumunun belirli şartlar altında (mumun söndürülmesi ya da mum alevine bir cismin dokundurulması) gerçekleşeceği yönündeki inançlarına, görsel tecrübeleri sonucunda sahip oldukları söylenebilir. Çünkü öğrenciler mumun yanması esnasında herhangi bir is oluşumunu gözlemleyemedikleri için, isin oluşmadığını açık bir şekilde ifade etmektedirler. Yine öğrencilerin mumun alev sıcaklığı tahminlerini de, görsel tecrübelerine dayalı olarak yaptıkları söylenebilir. Burada öğrenciler, çok kısa bir süreliğine mum alevine tuttıkları ellerinin, yanmamasına ya da yanma acısı hissetmemesine dayalı olarak, alev sıcaklığının çok düşük olacağını düşünmektedirler.

Bu çalışmanın bulguları ışığı altında, yanma kavramının ders kitaplarında ve öğretim programlarında daha kapsamlı bir şekilde ele alınması gerektiği söylenebilir. Ayrıca, bu kavramla ilgili öğrencilerin sahip olabilecekleri yanlış kavramaların bilinmesi, konunun öğretilmesi aşamasında kavramsal anlamayı artırması açısından önemlidir.

KAYNAKLAR

- Abraham, M.R., Grzybowski, E.B., Renner, J.W. and Marek, E.A. (1992). Understandings and misunderstandings of eight grades of five chemistry concepts found in textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 105-120.
- Abraham, M.R. and Williamson, V.M. (1994). Across-age study of the understandings of five chemistry concepts. *Journal of Research in Science Teaching*, 31, 147-165.
- BouJaoude, S. B. (1991). A study of the nature of students' understanding about the concept of burning. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(8), 689-704.
- Gabel, D.L., Stockton, J.D., Monaghan D.L. and MaKinster, J.G. (2001). Changing children's conceptions of burning. *School Science and Mathematics*, 101(8), 439-451.
- Hamins, A., Bundy, M. and Dillon, S.E. (2005). Characterization of candle flames. *Journal of Fire Protection Engineering*, 15, 265-285.
- Meheut, M., Saltiel, E. and Tiberghien, A. (1985). Pupils' (11-12 year olds) conceptions of combustion. *European Journal of Science Education*, 7(1), 83-93.
- MacNeil, J. and Volaric, L. (2003). Incomplete combustion with candle flames: a guided-inquiry experiment in the first-year chemistry lab. *Journal of Chemical Education*, 80(3), 302-304.
- Rahayu, S. and Tytler, R. (1999). Progression in primary school children's conceptions of burning: toward an understanding of the concept of substance. *Research in Science Education*, 29(3), 295-312.
- Watson, J.R., Prieto, T. and Dillon, J.S. (1997). Consistency of students' explanations about combustion. *Science Education*, 81, 425-444.
- Zai, S., Zhen, H. and Jia-song, W. (2006). Studies on the size distribution, number and mass emission factors of candle particles characterized by modes of burning. *Aerosol Science*, 37, 1484-1496.
