

## MUMUN YANMASI OLAYININ YANMA ŞARTLARI AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ\*

## THE EVALUATION OF THE EVENT OF A BURNING CANDLE IN TERMS OF BURNING CONDITIONS\*

*Yasemin DOĞAN*

*Zeynep GÜREL*

*Behçet Canbaz Anadolu Lisesi*

*Marmara Üniversitesi*

*dogan.yasemin@gmail.com*

*zgurel@marmara.edu.tr*

Geliş Tarihi/Received:

Kabul Tarihi/Accepted:

e-Yayım/e-Printed:

22/08/2017

08/10/2017

30/12/2017

Özgün Araştırma Makalesi

### ÖZ

Bu çalışmanın amacı, fizik öğretmen adaylarının mumun yanması olayını yanma Şartlarını dikkate alarak nasıl değerlendirdiklerini ortaya çıkarmaktır. Çalışma Marmara Üniversitesi Fizik Öğretmenliği Bölümünde tasarım tabanlı araştırma olarak yürütölüp tamamlanan doktora tezinin bir bölümünü içermektedir. Tez kapsamında konaklamalı kamp deneyiminden çıkarılan gerçek yaşam problemleri sınıf içinde çözümlerinden geçirilmiştir. Bu araştırmada, kamp ateşi deneyimine dayanan, eksik yapılandırılmış kamp ateşi probleminin çözümlerinde benzer problem olarak kullanılan mumun yanması olayı üzerinde çalışılmıştır. Bu olay üzerine yapılan bütün sınıf tartışmasında ve onu takip eden izleme testinde, mumun yanması olayının yanma Şartları dikkate alınarak değerlendirildiği bölümlere odaklanılmıştır. Bütün sınıf tartışması Faraday'ın mumlar konusundaki dersleri, çeşitli kaynaklardan edinilen bilgiler ve uzman desteği ile Őekillendirilerek gerçek yaşam deneyimi ile ilişkili bir Şekilde yürütölümüştür. Sınıf tartışmasına ve izleme testine otuz sekiz öğrenci katılmış, yanma Şartları ile ilgili veriler nitel analiz ile değerlendirilmiştir. Sonuçlar kamp ateşinin etrafında yanma olayının konuşulabilir hale gelmesinde, ders tasarımında ara Őamalara yer vermenin önemine vurgu yapmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Faraday dersleri, yanma Şartları, yanan mum gözlemi, bütün sınıf tartışması

\* Bu çalışma Fiziğin Konaklamalı Kamp Deneyimiyle Zenginleştirilmif Sınıf İçi ve Sınıf Dışı Ortamlar Aracılığıyla Bağlamsallaştırılma Sürecinin Değerlendirilmesi başlıklı tezdten alınmış olup 3. Ulusal Fizik Eğitimi Kongresinde sunulmuştur.

\* This study is a part of the dissertation titled The Evaluation of Contextualization Process of Physics through Indoor and Outdoor Settings Enriched with Residential Camp Experience and it is presented at 3. National Physics Education Congress.

## ABSTRACT

The aim of this study is to reveal how prospective physics teachers evaluate the event of a burning candle considering burning conditions. This study includes a part of a PhD dissertation which was conducted as a design-based research at the Department of Teaching Physics at Marmara University. Within this dissertation real-life problems taken out of camp experience passed through a solution process in the class. In this study the researchers studied on the event of a burning candle as a similar problem to the campfire problem which was ill-structured and based on residential camp experience. In the whole-class discussion made on the event of a burning candle and the formative test following the discussion, the parts which included the evaluation of this event considering burning conditions were focused. The whole-class discussion was conducted in association with real-life experience integrating Faraday's lectures on candles, knowledge obtained from different resources and support from an expert. Thirty-eight students both participated in whole-class discussion and took formative test, and the related data were evaluated by qualitative analysis. The results emphasized on the importance of including substages for the event of burning to be talkable around the campfire.

**Keywords:** Faraday's lectures, burning conditions, observation of a burning candle, whole-class discussion

---

## GİRİŞ

Geleneksel fen bilgisi müfredatı iyi tanımlanmış problemlere dayanır ve öğrencilere seçme, doğrulama ve subjektif sınırlılıklar uygulama gibi, gerçek dünya problemlerinin başarılı bir şekilde üstesinden gelmek için gerekli becerilerle ilgili deneyim kazandırmaktan yoksundur. İyi tanımlanmış problemler, problemi çözmeye geçilecek aşamaları teorik olarak açıklamının mümkün olduğu, iyi açıklanmış başlangıç ve bitiş cümleleri olan problemlerdir (Fortus, 2005). Bu problemler, problemin bütün parçalarını içinde barındırır, sınırlı sayıdaki kural ve ilke ile ilgilidir, doğru cevapları ve önceden belirlenen bir çözüm süreçleri vardır (Jonassen, 2010). Günlük hayatımızda karşılaştığımız problemlerin çoğu bir dereceye kadar eksik tanımlanmış problemlerdir (Fortus, 2005). Eksik tanımlanmış problemlerin öne çıkan özelliklerinden biri genellikle uygun çözümün ne olduğu konusunda uzmanların dahi anlamaya varamamasıdır (Sternberg, 1985). İyi ve eksik tanımlanmış problemler arasındaki temel farklardan biri, hangi dereceye kadar sınırlandıklarıdır. Eksik tanımlanmış problemleri çözmek için kullanılan standart bir teknik, ek olarak subjektif olarak seçilen sınırlılıklar uygulamaktır, böylelikle problem daha iyi tanımlanır ve çözüm aralığı sınırlanır (Fortus, 2005). Eksik tanımlanmış problemlerin pek çok çözümleri, çözüme giden farklı yolları, belirsiz amaçları ve sınırlılıkları ve çözümü değerlendirmek için pek çok ölçütü vardır ve bütün bunlar bu tür problemlerin çözümünü zorlaştırır (Jonassen, 2010).

Eksik tanımlanmış problemler çeşitli içerik alanlarının dâhil olmasını gerektirebilir. Örneğin kirlilik gibi problemlerin çözümleri matematik, fen bilimi, politika ve psikolojiden bileşenler gerektirebilir. Bununla birlikte günlük yaşamda konumlandıkları için öğrenenler için çok daha ilginç ve anlamlıdır (Jonassen, 1997).

Belli bir alanda iyi tanımlanmış problemleri çözme becerisi olan kişiler, aynı alandaki eksik tanımlanmış problemleri çözmede iyi olmayabilirler, çünkü bu problemleri daha iyi tanımlanmış problemler haline getirme konusunda becerikli olmayabilirler. (Fortus, 2005). Fortus (2005) fizik alanındaki uzmanlarla yaptığı çalışmasında iyi tanımlanmış fizik problemlerinin yanında eksik tanımlanmış bir fizik problemine de yer vermiştir. Çalışmanın sonunda katılımcıların eksik tanımlanmış problemle ilgili strateji kurmaya, iyi tanımlanmış problemlere göre çok daha fazla zaman harcadığı bulunmuştur. Sonuçta katılımcılardan sadece biri eksik tanımlanmış problemi çözmeyi başarmıştır. Aslında katılımcıların çoğu eksik tanımlanmış problemi çözmek için ihtiyaç duyulan özel alan bilgisine sahiptir ve pek çoğu varsayımlarda bulunma ihtiyacının farkına varmıştır. Bununla birlikte sadece eksik tanımlanmış problemlerle çalışma konusunda önceden deneyimi olan iki katılımcı ilgili varsayımlarda bulunmuş ve sadece biri bu varsayımları uygulamıştır. Araştırmacıya göre bu durumla ilgili yapılabileceklerden biri, öğrencilerin gerçek dünya problemlerini anlamada ve çözmede fizikten anladıklarını kullanabilmeleri için, bilgilerini gerçek dünya bağlamlarında uygulayarak deneyim kazanmalarını sağlamaktır. Fortus (2005)'a göre programlara daha fazla eksik tanımlanmış problemi dâhil etmeye ihtiyaç vardır.

Gerçek dünya problemleri bazı çalışmalarda bağlama dayalı problemler olarak adlandırılmaktadır. Bağlama dayalı problemler kişiselleştirilmiştir ve gerçek yaşam bağlamı dâhilinde çözülür. Daha fazla okuma, düşünme ve analiz gerektirir ve çözülmesi geleneksel ders kitabı problemlerinden daha uzun zaman almaya eğilimlidir (Taasobshirazi ve Carr, 2008). Taasobshirazi ve Carr (2008) bağlama dayalı fiziğin üç temel sınırlılığı olduğunu ifade etmişlerdir.

- Önceden hazırlanmış etkinliklerin azlığı nedeniyle bağlama dayalı bir müfredat tasarlamamanın zorluğu,
- araştırma eksikliği,
- yapılan az sayıda araştırmanın ciddi yöntemsel problemleri.

Radnofsky (2006) karmaşık problemlerin çözümü için aynı derecede karmaşık stratejiler gerektiğini ifade etmiştir. Radnofsky'ye göre eğitimciler öğrencilerin fen bilimini daha iyi anlamaları için onların yaşam deneyimlerinden faydalanabilirler, çünkü bu fen bilimi yaşamlarını ilgilendirmektedir.

Son yıllarda fizik ve fen bilimi alanında yapılan pek çok çalışmada (Cummings, Laws, Redish ve Cooney, 2004; Lubben, Campbell ve Dlamini, 1996; Rivet ve Krajcik, 2008), günlük hayattan örneklerin yer aldığı metinlere, problemlere ve uygulamalara yer verilmektedir. Bu

çalışmalarda öğrencinin sınıfa getirdiği deneyimin önemi büyüktür. Cummings, Laws, Redish ve Cooney (2004), Halliday, Resnick ve Walker tarafından yazılan Fiziğin Temelleri isimli kitabı temel alarak Fiziği Anlamak isimli bir kitap yazmışlardır. Bu kitabın yazılmasındaki ilk amaç öğrencilerin öğrendikleri fiziği anlamlandırmalarına yardımcı olmak olarak açıklanmıştır. Bu doğrultuda özellikle dikkat edilen noktalardan biri, fikirlerin öğrencilerin sahip olduğu veya dikkatli gözlemlerle kolaylıkla sahip olacağı deneyim üzerine inşa edilmesidir.

Lubben, Campbell ve Dlamini (1996) tarafından gerçekleştirilen ve fen bilgisi derslerinin bağlamsallaştırılması amacını taşıyan diğer bir çalışmada ise, ders materyalleri geliştirilerek ve denenerek fen müfredatının gerçek hayatla daha ilgili olması sağlanmaya çalışılmıştır. Bu çalışmada bağlamsallaştırma ile dersler, bütün öğrencilerin fen bilimi ile örnek verilen olay arasında bağlantı kurması için olabildiğince genel olaylara (bütün öğrencilerin hakkında fikir sahibi olduğu düşünölen günlük olaylara) yoğunlaşmıştır. Öğrencilerden fene ait alan bilgilerini problem çözmede kullanmaları istenmiştir. Dersler motivasyonu artırmaya yönelik, etkileşimli yöntem ve materyallerle gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın sonucunda öğrencilerin derslerin bağlamsallaştırılmış doğasını fark ettikleri açıkça görölmüştür. Pek çok sınıf gözleminde bu yaklaşımın ilgiyi, heyecanı ve eğlenceyi artırdığı anlaşılmıştır. Çalışmada yer alan öğretmenler, genel olarak öğrencilerinin bağlamsallaştırılmış dersleri sevdiklerini ve günlük olayları kullanarak ve bunlarla öğrenerek motive olduklarını kaydetmişlerdir. Bağlamsallaştırılmış derslerde öğrenci katılımı sunulan bağlamın öğrencilerce bilinme derecesine bağlıdır. Olabildiğince genel günlük olayların kullanıldığı bu derslerde yapılan sınıf gözlemleri öğrencilerin günlük deneyimlerini anlatmalarının istenmesini teşvik edici bulduklarını göstermiştir. Böylelikle öğrencilerin bağlamsallaştırılmış derslerde katkılarının ciddiye alındığını ve dersin gelişimini belirlediklerini hissettikleri ortaya konmuştur. Araştırmanın sonuçları kavram gelişimi açısından da önemlidir. Öğrenciler bağlamsallaştırılmış derslerin daha açık olduğunu ve materyallerin konunun daha iyi anlaşılmasına yardım ettiğini söylemişlerdir. Benzer şekilde Ramsden (1997) öğrencilerin bağlama bağlı ders yaklaşımını daha çok sevdikleri ve çalıştıkları konuya daha ilgili olmalarını sağladığı sonucuna ulaşmıştır.

Rivet ve Krajcik (2008)'e göre fen biliminin bağlamsallaştırılması zor fen kavramlarını anlamak için öğrencilerin önceki bilgilerini ve günlük deneyimlerini bir katalizör olarak kullanmayı içerir. Rivet ve Krajcik (2008) tarafından yapılan çalışmada yer alan şekilde bağlamsallaştırılan öğretim, fen fikirlerinin ve kavramlarının sunulmasını teşvik etmek ve sunumuna rehberlik etmek için sınıf dışında gerçekleşen veya öğrencilerin özel ilgisi olan belli durumların veya olayların kullanımına karşılık gelir. Bağlamsallaştırma genellikle bireysel

olarak öğrenciler için, mahalli bölge için veya bilimsel topluluk için anlamlı olan gerçek dünya örnekleri veya problemleri şeklini alır. Öğretimi bağlamsallaştırmak öğrencilerin dikkatini kavramlar arasındaki ilişkilere odaklar. Öğretimi bağlamsallaştırmanın bilimsel fikirlerin diğer bağlamlara aktarılmasına katkıda bulunduğu inanılır çünkü öğrenciler içerik fikrini hayatlarındaki anlamlı problemlerle ve durumlarla ve gerçek dünyayla ilişkilendirmeyi öğrenirler. Çok az çalışma, bağlamsallaştırılmış öğretimin bilimsel fikirler ve gerçek dünya durumları ve problemleri arasındaki ilişkilerin gelişmesine etkisini keşfetmiştir (Rivet ve Krajcik, 2008).

Rivet ve Krajcik (2008) önceki deneyimlerin kullanıldığı ve öğrencilerin iki demirleyici örnek deneyimlediği bir çalışma yapmışlardır. Demirleyici örnek öğrencilerin fen ile ilgili fikirleri ve bireysel deneyimleri arasında bağlantı kurmak üzere kullanılan bir çapa görevi görmektedir. Araştırmacılar öğretimi bağlamsallaştırmayı destekleyen beş tasarım özelliğinden biri olarak, bağlamı tanıtmak ve biçimlendirmek amacıyla güdüleyici soru kullanmışlardır. Çalışmada öğrenciler “çarpışma” olayından anladıklarını göstermek üzere ünitenin başında bir kavram haritası hazırlamışlar ve ders süresince öğrenciler “çarpışma” olayının ardındaki bilimsel gerçekliği kavradıkça kavram haritası yeniden değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre bağlamsallaştırma özellikleri öğretim sırasında öğrenciler tarafından aktif olarak kullanıldığında, bu öğrencilerin daha fazla öğrenmesine neden olabilir.

Rennie ve Parker (1996) beş farklı okuldan 8 lise öğrencisinin fizik başarısını inceleyerek bağlamı fizikle birleştirmenin etkisini araştırmışlardır. Çalışmada iki dizi problem kullanmışlardır. Bunlardan ilki bir gerçek dünya bağlamına yerleştirilen problemleri, ikincisi ise tipik soyut ders kitabı problemlerini içermektedir. Rennie ve Parker öğrencilerle yaptıkları görüşmeler sonunda öğrencilerin bağlama dayalı problemleri geleneksel problemlerden daha ilginç buldukları sonucuna ulaşmışlardır.

Bouillion ve Gomez (2001) yaptıkları araştırmada öğrenme ve öğretmenin genellikle toplumun günlük yaşamıyla bağlantılı olmamasına dikkat çekerek bu durumun öğrencilerin okuldaki öğrenmeyi hayattaki öğrenmeden ayrı olarak algılamalarına neden olabileceğini belirtmişlerdir. Buna karşın araştırmalarında öğrencilerin sınıfın dışına yayılan fen bilgisini öğrenirken dışarıdaki bağlam ile kurulacak bağlantının onların anlamı görmelerine ve keşfetmelerine yardım etmek için bir yaklaşım oluşturacağını ileri sürmüşlerdir.

Enghag, Gustafsson ve Jonsson (2007) bağlamca zengin problemlerin kullanıldığı bir çalışma yapmışlar ve öğrencilerin bağlamca zengin problemlerin tartışılması sırasında fiziği anlamak için günlük yaşam deneyimlerini nasıl kullandıklarını araştırmışlardır. Bu araştırmacılara göre

bağlamca zengin problemlerin önemli bir özelliği öğrencilerin yaşamlarıyla ilgili olmasıdır. Enghag, Gustafsson ve Jonsson öğrencilerin kişisel günlük yaşam deneyimlerinin grup konuşması sırasında fizik muhakemesine dönüştüğünü bulmuşlardır. Buna göre araştırmacılar fizik sınıfında, öğrencilerin kendi deneyimlerinden yola çıkan ve fiziği anlamayı artıran grup tartışmasını teşvik edecek açık uçlu fizik problemlerini çözmeye daha fazla zaman ayrılması gerektiğini savunmaktadır.

Vygotsky (1978, akt. Bedny ve Karwowski, 2007) bir kavramın günlük versiyonu bilimsel versiyona dönüştüğünde gelişme sağlanacağını ifade ederek bağlamın önemini güçlendirmektedir. Ancak fizik derslerinde öğrenciler “*gerçek yaşama*” ait soruların cevaplarına yönelik bilgileri öğretmenlerinden, ders kitaplarından veya çeşitli kaynaklardan alıntı şeklinde kullandıklarından gerçek yaşam hem sadece bu sınırlı örneklerle kısıtlanmakta, hem de öğrenciler bu cevapların nasıl üretildiğine dair öğrenme süreçlerinden mahrum kalmaktadırlar. Gerçek yaşam deneyimlerinin fizik derslerine yansımaları kişinin kendi yaşantısı ile bağlantılı otantik olgu, problem ve projelerin kullanılabilmesiyle, bir diğer deyişle otantik öğrenme yaklaşımının benimsenmesiyle mümkündür. Otantik öğrenme öğrencilerin kendileriyle ilgili gerçek dünya problemlerini ve projelerini içeren bağlamlardaki kavramları ve ilişkileri keşfetmelerini, tartışmalarını ve anlamlı bir şekilde oluşturmalarını sağlayan bir yaklaşımdır. Buna göre öğrenme sınıfın duvarlarının ardındaki dünyayla yakından ilgilidir, öğrencilerce yürütülür ve öğrenme sürecinde öğretmenler, veliler ve dışarıdan uzmanlar yardımcıları olarak yer alır (Donovan, Bransford ve Pellegrino, 1999).

Bu araştırmada incelenen problem olarak mumun yanması, teması kamp ateşi olan karmaşık problemin alt problemi olarak ele alınmıştır. Kamp ateşi konusu yanma, ısı, sıcaklık ve termodinamik gibi konularda yapılan çalışmalarla ilişkilidir. Meltzer (2006) öğrencilerin termodinamik konusundaki bilgilerini bazı sorular aracılığıyla araştırmıştır. Sorulardan biri kısmen ısı konusuyla ilgilidir. 1999 yılından 2005 yılına kadar üniversite öğrencilerinden oluşan farklı gruplarla çalışmış ve ileri termodinamik konularını almaya başlayan üst sınıflardaki öğrencilerin önemli bir bölümünün hâlâ ısı konusundaki temel kavramlarla uğraştığı sonucuna varmıştır.

Stolpe ve Strömdahl (2007) ise ısı ve sıcaklıkla ilgili bağlamsallaştırılmış bir problem yoluyla öğretmen adaylarının muhakeme desenlerini araştırmışlardır. Araştırmacılar öğrencilerden birinin muhakemeye konuyla ilgisi olmayan bir noktadan başladığını ve verdiği cevabın doğru cevapla çakışmadığını görmüşlerdir. Bununla birlikte öğrencinin sorulara verdiği cevaplar

öğrencinin konuyla ilgili bilgisinin eksik olmadığını, daha çok parçalar halinde olduğunu ortaya çıkarmıştır.

BouJaoude (1991) tarafından yapılan çalışma, yanmayla ilgili farklı fikirler hakkındaki tartışmalara öğrencileri dâhil etmek için tasarlanan gösterileri ve etkinlikleri içermektedir. Bu gösteriler derste mumun, alkol ve gaz bekinin yakılması, bir parça yanmış ekmeğin gösterilmesi ve bir kaşıkta şekerin ısıtılması şeklindedir. BouJaoude analitik tümevarım sürecini kullanarak görüşmeleri analiz etmiştir. İlk aşamada öğrencilerin cevaplarını düzenleyerek kategorileri oluşturmak için görüşme protokollerinin ilk dizisini kodlamıştır. İlk kategoriler yanmada oksijenin rolünü, yanma ürünlerini ve yanmanın tanımını içermektedir. Öğrencilerin a) bir şeyler yandığında ağırlığındaki değişim, b) yanma için gerekli olan malzemeler c) yanmada oksijenin rolü, d) yanma ürünleri, e) kimyasal değişimin doğası, f) yanmanın tanımı, g) şekerin erimesi, h) ekmeğin kömürleşmesi ile ilgili anladıklarını içeren son bir dizi kategori oluşturmak için bu kategorileri görüşme protokollerinin analizi süresince değiştirmiş ve rafine etmiştir. Son olarak bu kategorileri bütün görüşme protokollerini belirlemek için kullanmıştır.

Genellikle durum en basit ve en geleneksel fen olgularının öğrencilere bilimsel süreç becerilerini kullanmayı ve bilimsel içerik bilgisi kazanmayı öğretmede en etkili olduğu şeklindedir (Walker, Gröger, Schlüter ve Mosler, 2008). Faraday ve Crookes (1997) konuyla ilgili Michael Faraday'ın şu önemli sözüne yer vermiştir: “Doğa felsefesi çalışmasına girebileceğiniz, bir mumun fiziksel olgusunu düşünmekten daha iyi, daha açık bir yol yoktur”. Mumun kimyasal tarihi Michael Faraday'ın 1860'da Royal Society'de verdiği bir dizi dersin temasıdır. Bu dersler bilimsel kuralların ve fikirlerin basit uygulamalar ve mantık yürütme yoluyla nasıl çıkarılabildiğinin klasik bir örneği olmuştur (Walker, Gröger, Schlüter ve Mosler, 2008). Wise ve Bluhm (2008) tarafından yapılan çalışmada ise öğrenciler yanmadan önce, yanma anında ve yanmadan sonra bir doğumgünü mumunu gözlemlemişlerdir. Çalışma bu gözlemin araştırılmasına dayanmakta ve dersin işlenişini ayrıntılı olarak anlatmaktadır. Wise ve Bluhm (2008) araştırmaları basit bir çaba gibi gelse de –belki de bazılarınca gerçek bir fen bilimi araştırması olarak düşünülecek kadar karmaşık veya teknik olmasa da– yaptıkları çalışmanın fen biliminin doğası konusunda güçlü bir ders olduğunu bulmuşlardır.

Havadaki oksijen oranını belirlemek üzere yıllardır kullanılan bir mum deneyi üzerine yapılan çalışmalarda da önemli sonuçlar elde edilmiştir. Deney şu şekildedir: İçinde su bulunan bir kabın içine küçük bir parça kil yardımıyla dik duracak şekilde bir mum yerleştirin. Mumu yakın ve üzerine bir beher kapatın. Kısa bir süre sonra mum söner ve beherin içindeki su seviyesi yükselir. Su seviyesindeki değişim, büyük ihtimalle harcanan oksijenin beherdeki havanın

%21'ini kapladığını gösterir ve etrafı çevrelenen gazın hacminde %21'lik bir değişime karşılık gelir. Bu deney yanlış bir şekilde havadaki oksijenin yüzdesini belirlemek için bir yöntem olarak kullanılmaktadır. (Birk ve Lawson, 1999). Buna göre havadaki oksijen ve parafindeki karbon, karbondioksit ve su oluşturmak üzere birleşir. Yanmadan sonra gazdaki bütün oksijen yok olur ve ilk gaz hacminde %21'lik bir azalma oluşur (Vera, Rivera ve Nunez, 2011). Kuru hava yüzde 20,9 oksijen, yüzde 78,1 azot, yüzde 0,9 argon ve az miktarda karbondioksit, helyum, neon ve hidrojenden oluşur. Yanma işlemini çözümlerken, argon azotla birlikte düşünülür ve az miktarda bulunan diğer gazlar da ihmal edilir. Bu durumda kuru havayı oluşturan karışanların mol oranları yaklaşık %21 oksijen ve yüzde %79 azot olarak kabul edilir (Çengel ve Boles, 1996). Buna göre mum deneyinde ilk gaz hacmindeki azalma oranı havadaki oksijen oranı ile de örtüşmektedir. Ancak şu anki durum kimyasal tepkimenin çok az rol oynadığı şeklindedir. Bu deney için doğru açıklama hacimdeki görünen değişimin havanın genişlemesinden, sıcak havanın kapta hapsolmesinden ve/veya hava kabarcıklarının kabın dışına çıkmasından kaynaklandığı şeklindedir (Vera, Rivera ve Nunez, 2011). Birk ve Lawson (1999) yaptıkları çeşitli deneyler sonucunda yanmanın bütün oksijeni tüketmediğini belirlemişlerdir. Birk ve Lawson'a göre yanma sırasında ısınarak genişleyen hava mum söndükten sonra hacimce küçülerek basınç farkına neden olur ve su seviyesinde yükselme gözlenir.

Turns (2000) yanma ve yanmanın kontrolünün insanoğlunun dünyadaki varlığı için önemine değinmiş, yanmadan ısınma, ulaşım, endüstri, hatta atıkların bertaraf edilmesi gibi pek çok alanda faydalandığını üzerinde durmuştur. Modern hayat için önemi tartışılmaz olmakla birlikte yanmanın kamp yaşamındaki önemi çok daha somut olarak anlaşılmaktadır. Kamp ateşi kamp yaşamının vazgeçilmez bir parçasıdır.

Bu çalışmayı içeren geniş kapsamlı araştırmada yer alan kamp ateşi probleminin çözümüne yönelik olarak bağlamsallaştırma öncelikle yanan bir mumun sınıfta gözlemlenmesiyle sağlanmıştır. Ayrıca Polya (1997) matematik problemi çözüm stratejilerinde benzer problem çözenin problemin çözümünü kolaylaştıracağını ifade etmiştir. Buna göre araştırmada yanan mum benzer problem olarak kullanılmış, bu yolla kamp ateşi probleminin daha anlaşılır hale getirilmesi ve fizik öğretmen adaylarının yanma konusundaki açıklamalarının derinlemesine incelenmesi amaçlanmıştır. Bu çalışmanın amacı ise fizik öğretmen adaylarının mumun yanması olayını yanma şartlarını dikkate alarak nasıl değerlendirdiklerini ortaya çıkarmaktır.



## YÖNTEM

Çalışma Marmara Üniversitesi Fizik Öğretmenliği Program'ında tasarım tabanlı araştırma olarak yürütülüp tamamlanan doktora tezinin bir bölümünü içermektedir. Çalışmada nitel araştırma yaklaşımı benimsenmiştir. Katılımcılar, bu bölümde öğrenim görmekte ve Doğada Fizik: Gezi ve Kamp Uygulamaları dersini almakta olan 38 fizik öğretmen adayıdır. Bahsedilen doktora tezi kapsamında konaklamalı kamp deneyiminden çıkarılan gerçek yaşam problemleri birbirini takip eden üç yılda (Bahar 2007, 2008 & 2009) çözüm sürecinden geçirilmiştir. Buna göre Brown ve Campione (1994)'nin belirttiği gibi her bir problem durumu için bir döngü oluşturulmuş, takip eden yıllarda yenilenecek tekrarlanan uygulamaların bütünü bir faz olarak kabul edilmiştir. Fazlar sürekli düzenleme (Collins, Joseph ve Bielaczyc, 2004) yaklaşımı kullanılarak revize edilmiş, bir fazda elde edilen veriler ve kazanılan deneyimler ışığında bir sonraki faz gerçekleştirilmiştir.

Araştırmada çözüm sürecinden geçirilen problemlerden birinin teması kamp ateşidir. Kamp ateşi, çözümü oldukça zor ve karmaşık bir problemdir. 1. fazın uygulanması sırasında fizik öğretmen adaylarının yanma konusunda daha fazla bilgiye ihtiyaç duydukları sonucuna varılmıştır. Bu nedenle 1. fazda yanma konusunda çalışan bir akademisyen tarafından interaktif bir ders verilmiştir. Bu derste mumun yanmasından ve mum alevinden örnek olarak bahsedilmiş, ancak üzerinde ayrıntılı bir çalışma yapılmamıştır. 3. fazda ise, bu fazda uzman olarak yer alan araştırmacıların yanma konusunda artan deneyim ve bilgilerinin bir sonucu olarak ve tasarım ve problem çözme konulu çalışmalara dayanılarak, Faraday'ın mumlar konusundaki dersleri ve çeşitli kaynaklardan edinilen bilgiler uzman bilgisiyle bütünleştirilmiş ve sürece, tanıtıcı ve tamamlayıcı derslerden oluşan iki haftalık bir çalışma olarak dahil edilmiştir. Derslerin içeriği özetle aşağıdaki şekildedir:

Tanıtıcı ders:

- Yanan bir mum gözlemi
- Bireysel gözlem formları
- Bütün sınıf tartışması

Tamamlayıcı ders:

- Yanan bir mum hakkındaki izleme testinin uygulanması
- Fizik öğretmen adaylarının yanma hakkında bilgi ve fikirlerini düzeltici ve tamamlayıcı olarak bütün sınıf tartışması

Tanıtıcı derste ilk olarak yanma bir mum gözlemi yapılmış, fizik öğretmen adaylarından kendi gözlem formlarını oluşturmaları istenmiş ve sonra mumun yanması konulu bütün sınıf

tartışması yapılmıştır. Bütün sınıf tartışması sırasında bütün katılımcılar sınıfta olmakla birlikte tartışma sırasında sadece 17 fizik öğretmen adayı söz alarak görüş bildirmiştir. Bütün sınıf tartışması sırasında veya sonrasında araştırmacılar tarafından cevapların doğru veya yanlış olduğuna dair herhangi bir açıklama yapılmamıştır. Dersten sonra bütün sınıf tartışması birebir yazıya geçirilmiş ve benzer düşünceler bir araya getirilerek fizik öğretmen adaylarının mumun yanması konusunda ortaya koydukları düşünceler incelenmiştir. Bu düşüncelerin 16 maddede toplandığı görülmüştür. Fizik öğretmen adaylarının tümünün mumun yanması konusunda ortaya çıkan düşüncelere ne kadar katıldığını ve tartışma sırasında ortaya çıkmayan düşünceler olup olmadığını görmek amacıyla araştırmacılar tarafından bu maddeler 16 açık uçlu sorudan oluşan bir izleme testine dönüştürülmüştür. Bir sonraki hafta yapılan tamamlayıcı derste bu izleme testi yazılı olarak uygulanmış ve daha sonra fizik öğretmen adaylarının yanan mum hakkındaki bilgi ve fikirlerini düzeltici ve tamamlayıcı olarak bütün sınıf tartışması yapılmıştır.

Bütün sınıf tartışması özellikle ilk araştırmacı tarafından yürütülmüş, tartışmanın tamamını izleyen ikinci araştırmacı gerek gördüğü taktirde tartışmaya dahil olmuştur. Bütün sınıf tartışması sırasında araştırmacılar fikirleri araştırma rolü (Baş, Çamır ve Özmaldar, 2008) üstlenmiştir.

Bu çalışmada, tanıtıcı derste yapılan bütün sınıf tartışmasından ve izleme testinden elde edilen verilerin yanma için gereken şartlar ile ilgili olan bölümlerine odaklanılmıştır. Öncelikle birebir yazıya geçirilen bütün sınıf tartışması ve izleme testindeki sorulara verilen cevapların içindeki yanma şartları ile ilgili bölümler belirlenmiştir. Fizik öğretmen adaylarının bu bölümlerde yer alan cevaplarından yanma şartlarına ilişkin düşünceleri ortaya çıkarılmış, ayrıca bu düşünceler aynı veya farklı olma ve tutarlılık açısından karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.

## **BULGULAR**

Uygulamanın bu çalışmayla ilgili bölümünde yanma olayının nasıl gerçekleştiği sorularak yanma şartlarına odaklanmak üzere bir tartışma başlatılmıştır. Tartışmadan elde edilen bulgulara, tartışmadan yapılan alıntılarla birlikte aşağıda yer verilmiştir.

Araştırmacı 1: Peki mum nasıl yanıyor olabilir?

A18: Tutuşma sıcaklığı.

Araştırmacı 1: Yani şu oluyor, şöyle yapıyoruz, şunu sağlıyoruz diye böyle bir süreci anlatabilecek olan var mı?

A22: Orada tutuşma için öncelikle bildiğimiz gibi oksijenle bir tepkimenin oluşması lazım. Fakat belli bir tutuşma enerjisinin de sağlanması gerekiyor. Kibriti ateşe

yaklaştırdığımızda o enerji sağlanmış oluyor. O enerji, öncelikle mesela duman görünür az da olsa, artık o duman enerjisinin sağlanmaya yaklaşıldığını gösterir. Biraz daha devam etti mi tutuşmaya geçilir.

Araştırmacı 1: Yanma için gerekli olan şeylerden bir tanesi o zaman senin söylediğin?

A18: Hava.

A22: Enerji.

Araştırmacı 1: Yanma için gerekli olan.

A22: Oksijen.

Araştırmacı 1: Oksijen. Yani buna ne diyebiliriz. Daha genel isim?

A26: Yakıcı madde Hocam.

Araştırmacı 1: Yakıcı madde diyebiliriz.

A35: Bir de şey lazım. Tutuşmanın olabilmesi için bir ortam sıcaklığına ihtiyaç var.

Çok basit sıcaklıklarda yanma olayı gerçekleşmez.

A...: Isı.

A35: Ortam sıcaklığı yanma sıcaklığı yani tutuşma sıcaklığı.

Araştırmacı 1: Yani belli bir sıcaklık gerekiyor, maddeye göre değişir mi?

A35: Tabi ki maddeye göre değişir.

A3: Kibritin yanmasıyla aynı mantık değil mi?

Araştırmacı 1: Tabi.

A3: Yani asıl oradan başlıyor ya yanma.

Araştırmacı 1: O zaman 2. Yeterince yüksek sıcaklık.

A26: Ağaç da tahta da olsa farklı ağaçlar.

Araştırmacı 1: Başka bir şeye daha ihtiyacımız var.

A1: Ortam şartları olabilir.

A35: Yanıcı madde.

Araştırmacı 1: Tamam, peki sizce bütün bu üç şart yerine geldiği her durumda yanma oluyor mu?

A18: Oluyor.

A17: Eğer şartlar bu kadarsa olur.

Fizik öğretmen adaylarının yanma için bu üç şartın yeterli olup olmadığı üzerine düşüncelerini istenmiştir. Bu amaçla bu üç şartın yerine geldiği örnekler verilerek tartışma bu örnekler üzerine devam etmiştir.

Araştırmacı 1: Peki size şunu sorayım. Kolonya mesela yanıcı bir madde mi?

A17: Evet.

Araştırmacı 1: Elimizde kolonya var, bir. Kibrit var ya da mum var, iki. Ve kibrit ya da yanıyor elim de kolonyalı? Elim yanar mı kolonyalı olduğu için?

A35: Temas ediyor mu?

A4: Alev alır ama yanmaz.

Araştırmacı 1: Yaklaştırdım yeterince.

A35: Çok çabuk buharlaşır.

A18: Alev alır ama yanmaz.

A36: Hocam yanma için bir de tutuşturacak madde gerekmez mi?

Araştırmacı 1: Tutuşturacak madde mum ya da kibrit. Ha, arada.

A36: Fitol gibi.

Araştırmacı 1: Hayır şimdi dedik ki üç tane şart gerekiyor. Bu üç şart da yok mu elim kolonyalı olduğunda, yanan bir muma elimi tuttuğumda bu üç şart yok mu?

A27: Kolonya uçucu bir madde, iki tane maddeden oluştuğu için, alkol ve sudan oluştuğu için. Alkol çabuk uçan bir madde elimizi sürdüğümüz zaman zaten uçtuğunu hissederiz.

Araştırmacı 1: Hemen sürer sürmez tutsam?

A30: Yanmaz Hocam. Onu hapsedecek bir şey lazım. Mesela fitil gibi bir şey lazım ki ateş şey yapabilsin, yanabilsin.

Araştırmacı 1: Peki daha zor uçan bir maddeyi ve yanıcı bir maddeyi sürsem?

A23: Kolonya direkt yanar, elimize sürersek direkt yakarsanız yanar ama derimiz çok fazla yanmaz çünkü buharlaştığı için buharlaşan gaz yanıyor yani. O çabuk buharlaşır, bir anda yanar ve biter yani.

A35: Zaten elimize sürdüğümüz anda buharlaşmaya başlar, 36,5 derece sıcaklık.

A5: Masada denedim ben, çok güzel yanıyor yani.

A35: Yanma olabilir ama biz bunu göremeyiz aslında.

A38: Yanar, tecrübeyle sabit.

Araştırmacı 2: Karşıt görüş çıktı burada, yanar diyor, tecrübeyle sabit diyor.

A35: Ben de yanar diyorum. Yanar dedim ama biz göremeyiz.

A38: Kolonya alkollü olduğu için yanıyor, elimizde evet buharlaşıyor ama yanıyor. Elimiz ama bu ısıyı alkol kadar ...

A23: Şeye göre değişir ama alkolün yoğunluğu fark, yani ne kadar fazla dökerseniz ona göre değişir. Çok fazla dökerseniz eliniz de yanar, ısınacak doğal olarak ortam,

ama çok az dökerseniz yanar ve söner yani.

Araştırmacı 1: İşte bu ne demek? Çok az olması çok fazla olması.

A6: Miktarı.

A26, A18: Yanıcı madde miktarı.

A38: Ortama verdiği enerjiyle alakalı.

A22: Yanıcı maddenin azlığı çokluğu.

Araştırmacı 1: Yani bu üç şart yerine geldiği anda yine de bir şey lazım, o lazım olan şeyi bana bir cümlede kim toparlayacak?

A35: Yanma süresi.

A5: Hocam şu değil mi? Biliyoruz ki kimyasal tepkimelerde oksijenle tepkimeye girdiği zaman giren maddeler ve çıkan maddeler var. Giren maddeler de oksijeni yakması için birleştiğinde belli bir oran gerekiyor. Atıyorum işte orada olduğu gibi. O oranda olduğu gibi yani oksijenin tamamlayacağı bir oran gerekiyor o yanıcı maddede ki onunla birleşip yanma olayını gerçekleştirebilsin. Eğer yanacak olan madde azsa oksijenin onu yakması mümkün olmuyor. Çünkü belirli oranlarda birleşiyor.

Araştırmacı 1: Evet yani bütün bu şartlar yerine gelmiş olsa bile yanıcı maddeyle, yani örneğin kolonyayla, kolonyanın miktarıyla arada bir oran olmak zorunda.

A5 bu üç şartın yanı sıra yanıcı ve yakıcı madde arasında bir oran olması gerektiğini ifade etmiştir. Ancak özellikle A35 buna itiraz etmiş, kimyasal tepkimenin gerçekleşmesinin oksijenin varlığına bağlı olduğunu ve oksijenin olduğu her durumda yanmanın gerçekleşeceğini söylemiştir.

A35: Tamam da biz oksijen miktarına göre yanma olayını gerçekleştiriyoruz ki? Biz maddeye göre oksijen miktarını belirliyoruz.

Araştırmacı 1: Oksijen zaten fazlasıyla var.

A35: Tamam işte...

A5: Hayır şöyle, bu bileşiklerin oluşması için belli bir oran gerekiyor, oksijenimiz var ama birleşecek olan maddeden yeterince yoksa elimizde bunlar belirli oranlarda birleştiği için, oksijen olmasına rağmen birleşemeyeceği için yanma oranı olmaz.

A35: Hayır birleşir, her oranda birleşir. Her oranda yanma olur.

Bazı öğretmen adayları da yanmanın her oranda olacağını ve kimyasal bir tepkimenin katsayısı düşük olan maddeye göre gerçekleşeceğini belirtmişlerdir.

A19: Burada denklem denkleştirmeye benzer değil ki, katsayısı düşük madde var.

A22: Evet düşük olana göre.

A35: Katsayısı düşük olana bağlı.

Araştırmacı 1: Kolonya yansa görmeyecek miyiz yani?

A19: Denklem sorusu değil ki bu. Sen denklemi denkleştirirsin ama çıkan madde diye bir şey yok ortada. Sonuçta mikro düzeyde de olsa bir yanma olur. Çıkan madde giren madde diye denklem denkleştirmelik bir şey yok burada şu an. Mikro düzeyde de olsa bir yanma olur.

Bununla birlikte A35 yanıcı maddenin çok az olması durumunda da yanma olacağını ancak bu yanmayı göremeyebileceğimizi ifade etmiştir.

Araştırmacı 1: Çok küçük miktarda olduğunda da yanma olur muydu sence?

A35: Tabi ki olur ya, yanma her zaman olur. Yanıcı maddemiz varsa, zaten oksijen var.

Araştırmacı 1: Ama yanma olsa görmez miydik?

A35: Eğer oksijen miktarı yanmayı gerçekleştirebilecek olandan daha fazlaysa yanıcı maddenin azlığı çokluğu bizi ilgilendirmez, yanma olur ama biz hissedemeyebiliriz. Çünkü çok az bir madde var.

A18: Ya da çok kısa sürer.

A35 bu ifadesini tepkimenin denklemine yazarak desteklemeye çalışmıştır.

A35: Şu bileşiğin içinde hem hidrojen hem de karbon varsa ben onu yakabilirim. Şimdi denklemi kurduktan sonra bakıyorum (*yanma denklemine tahtaya kabataslak yazıyor*). Oranlara bakıyorum, 80 gram oksijen 26 gram  $C_2H_2$  yakabiliyor mu? Şimdi burada belirleyici olan, yanma olayının olup olmayacağını belirleyen tek maddem oksijen. Eğer oksijen ortamda yoksa isterse bundan (*hidrokarbondan*) bir ton olsun yanma olayı gerçekleşemez. Ama oksijenim varsa bundan 0,001 gram bile olsa bir yanma olayı gerçekleşecektir. Miktarla bağlı olarak bir yanma olayı gerçekleşecektir. Bu küçük olabilir, çok büyük olabilir, ama yanma olur yani.

A17: Destekliyorum yanma olur cümlesini.

A35'in görünmeyen yanma olacağı açıklamasını, aşağıda yer verilen sözleriyle destekleyen öğretmen adayları da olmuştur.

A6: Aslında şu an konuştuğumuz şeyler aktif yanma. Pasif yanma dediğimiz bir şey de var. İlla yanma olayı gözle görülecek diye bir kural yok. Kolonyadan bahsettiğiniz olay çok az bir sürede gerçekleşen bir olay, dolayısıyla gözlenmesi mümkün değil miktarına bağlı olarak. Şey örneği de aynı şekilde. Şu anda da yanma oluyor, demirin paslanmasını gözlemleyebiliyor muyuz? Kolonyanın yanması da aynı şekilde, bir yanma türü ama

gözlemlenmesi madde miktarına bağlı. Daha çok madde kullanırsanız daha rahat gözlemlersiniz?

Araştırmacı 1: Demirin paslanmasıyla benzer şekilde midir az olduğu için yanmanın görünmemesi?

A6: Hayır hayır hayır. Özdeşim kurduğum yer şey, ikisinin de görünmemesi, yoksa birbiriyle alakalı olaylar değil.

A18: Olurken görünmemesi yani.

A13: Doğalgazdaki alevin görünmemesi.

Öğretmen adaylarının çoğu yanmanın yanıcı maddeden çok az olması durumunda dahi mutlaka gerçekleşeceğini düşünmektedir. Yanmanın bitme anı için de benzer şekilde düşünüp düşünmediklerini anlamak üzere yanmanın ne zaman biteceği sorulmuştur. Yanmanın her oranda gerçekleşeceğini düşünen öğretmen adaylarının çoğu benzer şekilde yanma bittiği anda ortamda yanıcı maddenin çok az miktarda da olsa kalmayacağını düşündüklerini ifade etmişlerdir.

Araştırmacı 1: Arkadaşlar, yanma ne zaman biter?

A18: Madde kalmaz, oksijen kalmaz.

A17: Evet bir tarafta özellikle girenlerden bir tanesi bittiği anda yanma biter.

Araştırmacı 1: Belki de ama sonuna kadar bitmesini bekleyecektir o zaman, bekler mi sonuna kadar bitmesini?

A17: Diğer şartlar uyduğu takdirde, oksijen var yanan şey de var, niye bitsin ki yani.

Araştırmacı 1: Yani hiç eser kalmaz mı yanma bittiğinde yanan maddeden?

A35: Şöyle bir şey olabilir. Kalacak onlar da ürün zaten.

Araştırmacı 1: Üründen bahsetmiyorum. Kendisi olarak kalmaz mı?

A17: Ne olur mesela, oksijen miktarı azalabilir o zaman.

Araştırmacı 1: Oksijen var.

A17: Yanan madde de var diyorsunuz.

Araştırmacı 1: Diyorum ki yanma bitti. Yanma bittiği anda yanan maddeden kendisi olarak kolonyaysa kolonya olarak hiç eser kalmaz mı?

A...: Kolonya olarak kalmaz zaten parçalandığı için.

A17: Kalmaz, bitince diyor zaten. Bitince kalmaz.

Bütün sınıf tartışmasına katılan fizik öğretmen adayları yanmanın az olan maddeye göre gerçekleşeceğini düşündüklerini ifade etmişlerdir. Bazı adaylara göre oksijen varsa yanma

oksijen bitinceye kadar devam eder ve kapalı bir ortamda yanma bittiğinde oksijen de bitmiş demektir.

Araştırmacı 1: Bu ısı, ışık işte şu ürünleri nasıl ispat edersiniz? Yani az önce bazı deneyler tasarladığımızı istemiştik ya sizden, demiştik ki mumla ilgili öğrencilere bir deney yapacak olsanız, neyi nasıl gösterirsiniz? Mesela ısı ve ışık çok daha kolay.

A35: Mesela karbondioksit ile oksijenin varlığını nasıl yapabiliriz? A29'un dediği gibi yakarız mumu, üzerini kapatırız, oradaki mum oksijeni tükettikten sonra zaten şey yapamaz.

Araştırmacı 1: Klasik mum deneyi.

A35: Ya da içine böcek koyarız, oradaki tüm oksijeni yok eder, böcek de ölür. Böylece oksijenin azlığını ispat ederiz.

A17: Yokluğunu.

Araştırmacı 1: Başta varlığını, ama sonra, yanmadan sonra?

A35: Sonra bittiğini.

Bütün sınıf tartışmasının analizinde ayrıca fizik öğretmen adaylarının yanma ile ilgili açıklamalarının tutarlı olup olmadığına odaklanılmıştır. A22 ve A35'e göre yanma kaynama noktasına ulaşmadan, erime ile kaynama arasında gerçekleşmektedir.

A22: Orada gaz haline dönüşme olabilir dedi A23 arkadaşımız. Bence olmaz çünkü gaz haline dönüşmesi için belli bir sıcaklık gerekiyor. Orada o sıcaklık sağlanıyorsa gaz olabilir. Ortamdaki sıcaklık daha düşük olduğu için eğer gaz olursa hemen tekrar sıvıya dönüşme meydana gelir.

A35: Ama bu maddenin erime noktasının çok düşük olması gerekiyor ama buharlaşma noktasının çok yüksek olması gerekiyor.

Bir başka deyişle A22 ve A35 yanma için gereken ısının kaynama için gereken ısıdan daha az olduğunu düşünmektedir. Öğretmen adaylarının çoğu yanmanın parafin sıvı haldeyken gerçekleştiğini ifade ederek bu görüşü desteklemektedir.

A22 izleme testinde verdiği aşağıdaki cevaplarında kimyasal değişimin aynı zamanda parafin için de geçerli olduğunu ifade ederek bu düşüncesiyle tutarsızlık göstermektedir.

Parafinde fiziksel değişim olur (A22)

Az da olsa kimyasal değişim görülür (A22)

Mum ipinde de kimyasal değişim olur (A22)



Oysa yanma sırasında bir bozunmanın gerçekleştiğini ve sürecin geri döndürülemez olduğunu onaylayan fizik öğretmen adayları bu bozunmanın kaynama sırasında henüz gerçekleşmediğini ve hal değişiminin geri döndürülebilir özellik taşıdığını da ifade etmektedir.

Oksijen veya yanıcı maddeden gerekenden az olan madde bittiğinde yanmanın bittiğini düşünen öğretmen adayları, doğru olmamakla birlikte tutarlı bir cevap vermişlerdir. Ancak ilginç bir şekilde yanmanın yanıcı ve yakıcı madde arasındaki her oranda gerçekleşeceğini ve oksijen olduğu sürece devam edeceğini kesin bir dille savunan A35 yanma bittiğinde yanıcı maddeden az miktarda da olsa mutlaka kalacağını savunmuştur. Bu iddiasını ise kalıp bir bilgi ile açıklamıştır.

A35: Hocam bir de siz dediniz ya şimdi.  $C_2H_2$ 'nin hepsi yanar mı? Böyle bir şey imkânsız çünkü mutlak mükemmel bir yanma olayı gerçekleşemez. Mutlaka bir maddeden kalacaktır yani.

Araştırmacı 1: Kalacağını kabul ediyorsun da başta yanarken niye yanmayacağını kabul etmiyorsun?

A35: Hocam ben şunu söylüyorum, bu matematik...

A1: Yanma olayı zaten kimyasal bir tepkimedir Hocam. Olay tamamen bitene kadar, bir madde bitene kadar, tamamen farklı maddeler oluşur yani. Aynı madde kesinlikle olduğu yerde kalmaz kimyasal tepkime olduğu için.

A35: Şuradaki matematik olayı bize gerçekten bir şey olduğunu gösteriyor, yani biri bitene kadar devam edeceğini gösteriyor. Ama tüm dış etkiler dikkate alınırsa kesinlikle  $C_2H_2$ 'nin tamamı yanmaz. Yani ideal bir yanma gerçekleşemez.

Araştırmacı 1: Eser miktarda da olsa kalır mı diyorsun?

A35: Kalır.

### TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu çalışmada yanma şartları olarak özellikle tutuşma sıcaklığı, yakıcı madde ve yanıcı madde üzerinde durulmuş, bunlar arasında yanmada oksijenin varlığı, yanmanın gerçekleşmesi için en önemli şart olarak öne çıkmıştır. Benzer şekilde BouJaoude (1991) tarafından öğrencilerin tartışmalarından çıkarılan fikirlerin kategorilerinden biri yanmada oksijenin rolü olmuştur. Mumun yanması konulu çalışmasında ise Dhindsa (b.t.)<sup>1</sup> içinde su bulunan bir kabın içinde yanan bir mumun üzerine bir kavanoz kapatıldığında mumun sönmesini takiben su seviyesinin yükselmesini içeren deneyle ilgili bazı yanlış algıların varlığı üzerinde durmuştur. Dhindsa'ya

---

<sup>1</sup> Bilinmeyen tarih

göre bu deneyle ilgili yanlış algılardan biri oksijenin tüketildiği ve bu nedenle mumun söndüğü şeklindedir. Birk ve Lawson (1999) da yaptıkları çeşitli deneylerle yanmanın bütün oksijeni tüketmediği şeklindeki sonucu desteklemişlerdir. Bu araştırmaya katılan fizik öğretmen adaylarının da oksijen varsa yanmanın oksijen bitinceye kadar devam edeceğini ve kapalı bir ortamda yanmanın bitmesinin oksijenin bitmiş olması anlamına geleceğini ifade ederek aynı algıyı paylaştığı görülmüştür.

Fizik öğretmen adayları yanmanın kimyasal bir tepkime olduğunu düşünmektedir. Bu düşünceleri Watson, Prieto ve Dillon (1995) tarafından ortaya konan yanmayla ilgili açıklamalara yönelik kategorilerden kimyasal tepkime ile çakışmaktadır. Bununla birlikte bir fizik öğretmen adayının denklem denkleştirme şeklinde bir durum olmadığını belirtmesi ve mikro düzeyde gerçekleştiğini düşündüğü yanma nedeniyle ürünlerin olmadığından bahsetmesi bu düşünce ile tutarlı görünmemektedir.

Yanma şartlarından biri olarak belirlenen yeterince yüksek sıcaklığın anlamı açısından fizik öğretmen adaylarının düşünceleri arasında fark olduğu görülmektedir. Buna göre fizik öğretmen adaylarının cevaplarından iki farklı düşünce ortaya çıkmıştır. Biri yanmanın gaz haline dönüştükten sonra, diğeri ise sıvı hal ile gaz hali arasında –erimeden sonra, kaynamadan önce– gerçekleştiği şeklindedir. Oysa fizik öğretmen adaylarının diğer cevapları Watson, Prieto ve Dillon (1995) tarafından belirtilen transmutasyon kategorisine girmektedir. Buna göre ürünler ve girenler açısından yanma sırasında bir maddeden diğer maddeye dönüşüm gerçekleşmektedir. Bununla birlikte yanma sırasında bir bozunmanın gerçekleştiğini ve sürecin geri döndürülemez olduğunu onaylayan fizik öğretmen adayları, bu bozunmanın kaynama sırasında henüz gerçekleşmediğini ve hal değişiminin geri döndürülebilir özellik taşıdığını da ifade etmektedir. Yanmanın sıvı ve gaz hali arasında gerçekleştiğini ifade eden fizik öğretmen adaylarının bu iki düşüncesi birbiriyle tutarlı görünmemektedir. Mumun yanarken sıvı halde olduğunu düşünen öğretmen adayları da bu sonucu desteklemektedir.

Buna göre fizik öğretmen adaylarının yanma konusunda parçalar halinde (Stolpe ve Strömdahl, 2007) bilgilerinin olduğu ve yanma şartlarının gerçekleşmesi konusunda tam olarak tutarlı olmadığı anlaşılan düşüncelere sahip olduğu görülmüştür. Bu sonuçlar yanma olayının, günlük yaşantımızda çok sık karşılaştığımız bir olay olmasına rağmen fizik ve kimya derslerinde gerçek yaşamla ilişkisinin tam olarak kurulmadığını düşündürmektedir. Bu durumda kamp ateşi etrafında bilimsel öğeler taşıyan bir sohbet ortamı oluşturmak ve kamp ateşi probleminin çözüm sürecinde derinleşmek oldukça zor olmuş ve problem çözme aşamalarına yer verme, bu aşamalar dahilinde de benzer problem olarak mumun yanması olayının incelenmesi ihtiyacı

doğmuştur. Konaklamalı kampa katılan fizik öğretmen adaylarının karşısına, kampta yaşamın devam ettirilmesi için çözülmesi gereken bir gerçek yaşam problemi olarak çıkmış olması, bir başka deyişle günlük yaşamda konumlandığı için daha ilginç ve anlamlı olması (Jonassen, 1997) nedeniyle kamp ateşi deneyimi bu ihtiyaçları ortaya çıkarmıştır. Tam da bu nedenle bu çalışmanın içinde yer aldığı doktora tezinin yöntemi de örnek olay araştırmasından tasarım tabanlı araştırma yaklaşımına kaymıştır. Mumun yanması konusunda ortaya çıkan düşünceler, bu aşamaların ders tasarımında önemli bir yer tuttuğunu düşündürmüştür.

Ayrıca yanmanın sadece üç şartının olduğu şeklinde çok yaygın bir bilgi vardır. Ancak bunlara ek olarak yakıt ve hava oranı da yanma için önemlidir. Çengel ve Boles (1996) bu durumu “yanmanın başlayabilmesi için yakıt ve havanın uygun oranlarda birarada bulunması gerekir” cümlesiyle ifade etmektedir. Bu çalışmaya katılan fizik öğretmen adaylarının çoğunun bu yaygın düşünceye katıldığı görülmüştür. Öyle ki, yanmanın şartlar varolduğunda mutlaka gerçekleşmesi gerektiği, ancak çok az veya mikro düzeyde gerçekleşeceği için gözlemlenemeyeceği şeklinde çıkarımlarda bulunulmuştur. Bu anlamda çalışmanın fizik öğretmen adaylarının bu düşüncelerini gözden geçirmelerine katkıda bulunduğu düşünülmüştür.

Bu çalışma gerçek dünya problemlerini anlamada ve çözmede fizikten anladıklarını kullanabilmeleri için, öğrencilerin bilgilerini bir gerçek dünya bağlamında uygulamalarını ve kullanmalarını sağlamış (Fortus, 2005), gerçek dünya veya gerçek yaşam problemlerinin programlara dahil edilmesi ve çözülmesi konusunda bir uygulama örneği sunmuştur.

### ÖNERİLER

Bu çalışmada bir gerçek dünya örneği (Rivet ve Krajcik, 2008) olarak mumun yanması Doğada Fizik: Gezi ve Kamp Uygulamaları dersinin programına dahil edilerek incelenmiştir. Gerçek yaşam deneyimlerinin otantik ortamlarıyla birlikte fizik derslerine dahil edilmesi önemli ve anlamlı olmakla birlikte, bu çalışmaların sürdürülmesi oldukça zordur. Fizik eğitimine katkıları göz önünde bulundurularak benzer çalışmaların yapılması, derslerin tasarlanması ve en önemlisi sürdürülebilmesi yolunda adımlar atılması, bu konuda yapılan çalışmalara destek verilmesi ve teşvik edilmesi, değişen eğitim ihtiyaçlarını karşılamada önemli bir yer tutacaktır.

## KAYNAKÇA

- Baş, T., Çamır, M. & Özmaldar, B. (2008). Odak grubu çalışması. T. Baş & U. Akturan (Ed.), *Nitel araştırma yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Bedny, G. & Karwowski, W. (2007). *A Systemic-Structural Theory of Activity: Applications to Human Performance and Work Design*. Boca Raton: CRC Press. [İngilizce Kitap]
- Birk, J. P., & Lawson, A. E. (1999). The persistence of the candle-and-cylinder misconception. *Journal of Chemical Education*, 76 (7), 914–916. [İngilizce Makale]
- Bouillion, L. M., & Gomez, L. M. (2001). Connecting school and community with science learning: Real world problems and school-community partnerships as contextual scaffolds. *Journal of Research in Science Teaching*, 38 (8), 878-898. [İngilizce Makale]
- BouJaoude, S. B. (1991). A study of the nature of students' understanding about the concept of burning. *Journal of Research in Science Teaching*, 28, 689–704. [İngilizce Makale]
- Brown, A. L., & Campione, J. C. (1994). Guided discovery in a community of learners. In K. McGilley (Ed.), *Classroom lessons: Integrating cognitive theory and classroom practice* (pp. 229–270). Cambridge, MA: MIT Press/Bradford Books. [İngilizce Eser İçerisinde Bölüm]
- Collins, A., Joseph, D., & Bielaczyc, K. (2004). Design research: Theoretical and methodological issues. *The Journal of the Learning Sciences*, 13(1), 15–42. [İngilizce Makale]
- Cummings, K., Laws, P., Redish, E. F., & Cooney, P. (2004). Understanding physics text. Retrieved November 12, 2007, from Activity Based Physics. [http://physics.dickinson.edu/~abp\\_web/abp\\_Suite/UP.html](http://physics.dickinson.edu/~abp_web/abp_Suite/UP.html) sayfasından 23/05/2008 tarihinde edinilmiştir. [İngilizce Makale]
- Çengel, Y.A., & Boles, M.A. (1996). *Termodinamik (2. basım)*. İstanbul: Literatür Yayıncılık. [Türkçe Kitap]
- Dhindsa, H. S. (b.t.) Candle burning in an inverted jar over water in a trough experiment: Science teachers' conceptions. <http://conference.nie.edu.sg/paper/Converted%20Pdf/ab00354.pdf> sayfasından 11/07/2008 tarihinde edinilmiştir. [İngilizce Makale]
- Donovan, M.S., Bransford, J.D., & Pellegrino, J. (eds.). (1999). *How People Learn*. Washington DC: National Academy Press. [İngilizce Kitap]
- Enghag, M., Gustafsson, P., & Jonsson, G. (2007). From everyday life experiences to physics understanding occurring in small group work with context rich problems during introductory physics work at university. *Research in Science Education*, 37, 449-467. [İngilizce Makale]
- Faraday, M., & Crookes S. W. (1997). Chemical History of a Candle. [İngilizce Kitap]
- Fortus, D. (2005). *Restructuring school physics around real-world problems: A cognitive justification*. Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, Montreal. [İngilizce Kongre Bildirisi]
- Jonassen, D.H. (1997). Instructional design model for well-structured and ill-structured problem-solving learning outcomes. *Educational Technology: Research and Development*, 45 (1), 65-95. [İngilizce Makale]
- Jonassen, D.H. (2010). *Research issues in problem solving*. Paper presented at the 11th International Conference on Education Research New Educational Paradigm for Learning and Instruction, Seoul. [İngilizce Kongre Bildirisi]
- Lubben, F., Campbell, B., & Dlamini, B. (1996). Contextualizing science teaching in Swaziland: Some student reactions. *International Journal of Science Education*, 18 (3), 311-320. [İngilizce Makale]
- Meltzer, D. E. (2006). *Investigation of student learning in thermodynamics and implications for instruction in chemistry and engineering*. Paper presented at Physics Education Research Conference, Seattle. [İngilizce Kongre Bildirisi]
- Polya, G. (1997). *Nasıl Çözmeli*, Ankara: Sistem Yayıncılık. [Türkçe Kitap]
- Radnofsky, M. L. (2006, September). *Contextualizing astronomy with interdisciplinary materials and strategies*. Paper presented at ASP Annual Meeting, Baltimore, MD. [İngilizce Kongre Bildirisi]
- Ramsden, J. M. (1997). *How does a context-based approach influence understanding of key chemical ideas at 16+?*, *International Journal of Science Education*, 19(6), 697-710. [İngilizce Makale]

- Rennie, L. J., & Parker, L. H. (1996). Placing physics problems in real-life context: Students' reactions and performance, *Australian Science Teachers Journal*, 42 (1), 55-59. [İngilizce Makale]
- Rivet, A. & Krajcik, J. (2008). Contextualizing instruction: Leveraging students' prior knowledge and experiences to foster understanding of middle school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(1), 79-100. [İngilizce Makale]
- Sternberg, R. J.(Ed.) (1985). *Human Abilities: An Information-Processing Approach*. New York: W.H. Freeman and Company. [İngilizce Kitap]
- Stolpe, K., & Strömdahl, H. (2007). Student teachers' reasoning patterns while solving a contextualized task on thermal phenomena, *Journal of Baltic Science Education*, 6 (3), 43-54. [İngilizce Makale]
- Taasobshirazi, G., & Carr, M. (2008). A review and critique of context-based physics instruction and assessment, *Educational Research Review*, 3 (2), 155-167. [İngilizce Makale]
- Turns, S. R. (2000). *An Introduction to Combustion: Concepts and Applications (2nd Ed.)*. Singapore: McGraw-Hill. [İngilizce Kitap]
- Vera, F., Rivera, R., & Nunez, C. (2011). Burning a candle in a vessel, a simple experiment with a long history, *Science & Education*, 20, 881–893. [İngilizce Makale]
- Walker M., Gröger M., Schlüter K., & Mosler B. (2008). A bright spark: Open teaching of science using Faraday's lectures on candles, *Journal of Chemical Education*, 85(1), 59. [İngilizce Makale]
- Watson, R., Prieto, T., & Dillon, J.S. (1995). The effect of practical work of students' understanding of combustion. *Journal of Research in Science Teaching*, 32 (5), 487-502. [İngilizce Makale]
- Wise K., & Bluhm, W. J. (2008). Scientific observation and the learning cycle: Burning the candle at both ends. *Journal of College Science Teaching*, 37 (3), 58-60. [İngilizce Makale]