

Design of Technology Assisted Material Which Can Be Used in Problem Solving Process: Example of Force and Motion

Seyhan Eryılmaz Toksoy¹ & Ali Rıza Akdeniz²

¹ Recep Tayyip Erdogan University, Faculty of Education, Turkey

² Karadeniz Technical University, Fatih Faculty of Education, Turkey

Received: 20 Dec 2015; Accepted: 31 Dec 2015

Abstract

Problem solving is often seen as a component of evaluation, but it is also a learning area. An indicator of this situation is using pre-post test that place to problem solving while researching the effects of implementation of different teaching methods on achievement. Problem solving is an individual process; each student can solve the problem by using different problem-solving steps and also may have difficulty in performing in these steps. It is known that teachers cannot help each student during problem solving process at the same time in current learning environment. In this process, students should be supported without affecting their own problem-solving strategies. Not only students should be allowed to create their own problem-solving strategies but also they should be ensured to reach needed support. In this study it is aimed to determine the assistances that should be in a material that students can use during problem solving process and to design the technology-assisted problem solving material offers the opportunity to reach these assistances. In the study, problem solving material regarding "Force and Motion" unit in 10th grade physics curriculum is designed by using design phases mentioned in the literature. This material has been used by 11 students and their opinions received after the application of material. At the end of the study the material that students can use without having difficulty in problem solving process was designed. Conclusions that this material provides individual problem-solving environment, accessing information easily, opportunity of solving more problems, presenting different solutions, and drew students 'attention, contribute to permanent learning by making students active were reached. Students' recommendations relating to the properties that should be in this material were identified.

Key Words: Individual learning, force and motion, problem solving, design of technology assisted material

¹ Corresponding author: Phone: +90 464 532 84 54

E-Mail : seyhan.eryilmaz@erdogan.edu.tr (Seyhan Eryılmaz Toksoy)

Problem Çözme Sürecinde Kullanılabilecek Teknoloji Destekli Materyal Tasarımı: Kuvvet ve Hareket Örneği

Seyhan Eryılmaz Toksoy¹ & Ali Rıza Akdeniz²

¹Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Türkiye

²Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fatih Eğitim Fakültesi, Türkiye

Alındı: 20 Aralık 2015; Kabul edildi: 31 Aralık 2015

Özet

Problem çözme bir öğrenme alanı olmasına rağmen, genellikle değerlendirme ögesi olarak görülmektedir. Bu durumun bir göstergesi, farklı öğretim yöntemlerinin uygulanmasının başarıya etkisi araştırılırken, problem çözmeye yer veren ön-son testlerin kullanılmasıdır. Problem çözme bireysel bir süreçtir, her öğrenci farklı problem çözme adımlarını kullanarak problemi çözebilir ya da farklı problem çözme adımlarını gerçekleştirilmede güçlük çekebilirler. Mevcut öğretim ortamlarında öğretmenlerin sınıftaki öğrencilerin hepsine aynı anda problem çözme süreci boyunca yardımcı olamayacağı bilinen bir gerçektir. Bu süreçte öğrenciler kendi problem çözme stratejilerini etkilemeyecek şekilde desteklenmelidir. Hem öğrencinin kendi problem çözme stratejisini oluşturmasına izin verilmeli hem de ihtiyaç duyduğu desteğe ulaşması sağlanmalıdır. Bu çalışmada, öğrencilerin problem çözme sürecinde kullanabileceği bir materyalde olması gereken yardımların belirlenmesi ve bu yardımlara ulaşabilme imkânı sunan teknoloji destekli problem çözme materyali tasarlanması amaçlanmıştır. Çalışmada, literatürde belirtilen tasarım aşamaları kullanılarak 10. Sınıf fizik dersi öğretim programında yer alan "Kuvvet ve Hareket" ünitesine yönelik problem çözme materyali tasarlanmıştır. Geliştirilen materyal 11 öğrenci tarafından kullanılmış ve uygulamanın sonunda öğrencilerin görüşleri alınmıştır. Çalışmanın sonunda öğrencilerin problem çözerken güçlük çekmeden kullanabileceği bir materyal tasarlanmıştır. Geliştirilen materyalin bireysel problem çözme ortamı, bilgiye ulaşma kolaylığı, daha fazla soru çözme ve farklı çözüm yolları sunma imkânı sağladığı, öğrencilerin dikkatini çektiği ve öğrencileri aktif kılarak kalıcı öğrenmeye katkı sağladığı sonuçlarına ulaşılmıştır. Öğrencilerin geliştirilen materyalde olması gerekenlere ilişkin önerileri belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bireysel öğrenme, kuvvet ve hareket, problem çözme, teknoloji destekli materyal tasarımı

¹ Corresponding author: Phone: +90 464 532 84 54

E-Mail : seyhan.eryilmaz@erdogan.edu.tr (Seyhan Eryılmaz Toksoy)

Giriş

Fizik dersi için problem çözmeyi öğrenme ve öğretme ile ilgili çalışmalar 1970'lerden günümüze halen devam etmektedir (McDermott ve Redish, 1999). Ülkemizde problem çözmeye ilgili yapılan çalışmaların genelde matematik dersi üzerine yoğunlaştığı ve fizik eğitiminde problem çözme konusunda yapılan araştırmaların sınırlı sayıda olduğu bilinmektedir (Ünsal ve Moğol, 2007). Literatür incelendiğinde mevcut uygulamaların öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirmekte yetersiz kaldığı (Sutherland, 2002; Bozan, Küçüközer ve Işıldak, 2008) ve öğrencilerin fizik derslerinde en çok güçlük çektikleri alanlardan birinin problem çözme olduğu ortaya çıkmaktadır (Gök, 2006; Gündüz, 2008; Kartal Taşoğlu, 2009). Yapılan araştırmalarda bu durumun nedenleri; mevcut öğretim sistemindeki zaman sorunu, kullanılan öğretim yöntemlerinin yetersizliği, materyal eksikliği, öğrencilerin bilgi eksiklikleri ve öğretmen özellikleri olarak ifade edilmektedir (Sutherland, 2002; Bozan ve diğ., 2008; Ogunleye, 2009). Bir konunun öğretimine ayrılan sürenin az olması, kullanılan öğretim yöntemlerini ve problem çözme çalışmalarını olumsuz etkilemektedir (Lee, Tan, Goh, Chia ve Chin, 2000). Bu doğrultuda öğretmenlere problem çözme öğretimini kısa sürede nasıl daha etkili hale getirebilecekleri konusunda yardımcı olunması gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

Eğitim araştırmalarının öncelikli hedeflerinden biri öğrencilerin öğrenmelerini kolaylaştırmaktır (Bağcı, Gülçiçek ve Moğol, 2004). Öğrenmeyi kolaylaştırmak için ise öncelikle öğrenmenin nasıl gerçekleştiği ve öğrencilerin nerelerde güçlük çektikleri belirlenmelidir. Öğrencilerin problem çözme sürecini inceleyen araştırmalar incelendiğinde bir problemi çözerken bütün öğrencilerin aynı problem çözme aşamalarını kullanmayabileceği ve bir öğrencinin her problemin çözümünde aynı sırayı izlemeyebileceği bilgisi ile karşılaşmaktadır (Çalışkan, 2007; Treffinger, Selby ve Isaksen, 2008). Problemden probleme ve bireyden bireye farklılık göstermesine rağmen, problem çözme sürecinin problemi anlama, plan yapma, işlem yapma ve çözümü kontrol etme gibi belli temel aşamaları vardır (Gürcan Töre, 2007). Bu aşamalarda kullanılan problem çözme stratejilerinin öğretimi ile ilgili araştırmalar yapılmış ve olumlu sonuçlara ulaşılmıştır (Arslan, 2002; Sutherland, 2002; Yazgan ve Bintaş, 2005; Çalışkan, 2007; Crisostomo, 2010; Babakhani, 2011). Bununla birlikte öğrencileri problem çözme sürecinde yönlendirmemek gerektiği, problem çözme sürecinde öğrenciye ihtiyaç duyduğu desteği sağlamak gerektiği düşünülmektedir.

Bir öğrenme ortamında, bütün öğrencilerin problem çözerken ihtiyaç duydukları desteğe aynı anda ulaşmalarının sağlanabilmesi için teknolojiden faydalanılması gerekmektedir (Pol, 2009). Teknoloji, öğrencilerin materyallere bireysel hızlarda ulaşmalarına, tam zamanında destek almalarına imkân sağlamakta ve bazı zorlukları en aza indirmektedir (Kim ve Hannafin, 2011a; 2011b). Öğretimde bilgisayarların kullanılması bunların yanında, daha rahat, esnek bir ortam sağlamakta ve öğrenmenin kalıcılığını artırmaktadır (Aktepe, 2011).

Her alanda olduğu gibi eğitimde de teknoloji kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır (Kılıçer, 2008; Çiftçi, Taşkaya ve Alemdar, 2013). Bir öğrenme ortamında da bütün öğrencilerin problem çözerken ihtiyaç duydukları desteğe aynı anda ulaşmalarının sağlanabilmesi için teknolojiden faydalanılması gerekmektedir (Pol, 2009). Teknoloji, öğrencilerin materyallere bireysel hızlarda ulaşmalarına, tam zamanında destek almalarına imkân sağlamakta ve bazı zorlukları en aza indirmektedir (Kim ve Hannafin, 2011a; 2011b). Öğretimde bilgisayarların kullanılması bunların yanında, daha rahat, esnek bir ortam sağlamakta ve öğrenmenin kalıcılığını artırmaktadır (Aktepe, 2011).

Öğrenme ortamlarında kullanılan Bilgisayar Destekli Öğretim (BDÖ) yazılımlarını tasarlamak, zaman ve kaynak gerektiren bir süreçtir (Uysal, 2010). Öğretmenlerin çoğu ise bilgisayar destekli materyalleri hazırlamak için gereken bilgiye ve zamana sahip değildirler (Akdeniz, Yiğit ve Kurt, 2002; Yıldırım ve İlhan, 2007; Tezci, 2009; Ilgaz ve Usluel, 2011). Bu nedenle, öğretmenler bazen hazır BDÖ yazılımlarını kullanmayı tercih etmektedirler. Bu yazılımların öğretim programıyla uyumlu olmaması onlardan sınırlı şekilde faydalanılmasına sebep olmaktadır (Uşun, 2004).

Öğretim ortamlarının tasarımı ile ilgili araştırmalarda ve teorilerde problem çözme süreci ile ilgili çalışmalara az yer verilmektedir (Jonassen, 2000). Bu durum, teknolojiden faydalanılarak fizik problemlerini çözmeye yönelik öğrenme ortamları tasarlanması gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır (Demirci, 2004; Gök, 2012). Son zamanlarda bilgisayar destekli problem çözme sistemleri ile ilgili çalışmalar artmaktadır (Gök, 2010). Bu sistemler sınıflarda sıklıkla kullanılmamasına rağmen (Kim ve Hannafin, 2011a), bilgisayarların fizik öğretiminde öğrencilerin problem çözme becerilerini

geliştirmek için öğrencilere rehberlik etmede önemli bir rol oynadığı bilinmektedir (Hsu ve Heller, 2005; Reimann, Kickmeier Rust ve Albert, 2013).

Bu bağlamda yapılan araştırmada öğrencilerin problem çözme süreci boyunca ihtiyaç duydukları desteğe ipuçları halinde ulaşabildikleri ve süreç sonunda problemin farklı çözümlerini inceleyebildikleri, sürecin kontrolünün öğrencide olduğu teknoloji destekli bir materyal tasarlanması amaçlanmıştır.

Yöntem

BDÖ' nün uygulanmasına yönelik farklı modeller vardır ancak hepsinin ortak yönü öğrenci merkezli olmaları ve öğrenme sürecinde öğrenci için etkin bir yardımcı rolünü üstlenmeleridir (Liu ve Velasquezbryant, 2003; Uşun, 2004). BDÖ'de kullanılacak materyaller geliştirilirken izlenilmesi gereken adımlara yönelik farklı yaklaşımlar vardır. Bu yaklaşımlardaki adımlar genel olarak program geliştirme sürecinde izlenen adımlara benzemektedir. Teknoloji destekli problem çözme materyali tasarlanırken Akpınar (2005) tarafından belirtilen adımlar kullanılmıştır. Bu adımlar; ders hedeflerinin ve öğrenci gereksinimlerinin belirlenmesi, yazılım rasyonelinin/özelliğinin belirlenmesi ve doğrulanması, rasyonelin/özelliğinin tasarıma dönüştürülmesi, tasarımın gözden geçirilmesi, tasarımın model olarak programlanması, model programın değerlendirilmesi, tam sürümün programlanması, tam sürümün geçerlenmesi/kontrol edilmesi ve tam sürümün değerlendirilmesidir. Bu aşamalarda araştırma kapsamında neler yapıldığı Tablo 1'de özetlenmektedir.

Tablo 1
Materyalin tasarım aşamalarında yapılanlar

Aşamalar	Yapılanlar
Ders Hedeflerinin ve Öğrenci Gereksinimlerinin Belirlenmesi	- Hedef grubun tanınması - Materyalde bulunan problemlerin belirlenmesi - Öğrencilerin problemleri çözerken ihtiyaç duydukları ipuçlarının belirlenmesi - Materyaldeki ipuçlarının belirlenmesi
Yazılım Rasyonelinin Belirlenmesi ve Doğrulanması	- Problem çözme sürecinde ipucuna ulaşabilme - Çözüm sonunda model çözüme ulaşabilme
Rasyonelin Tasarıma Dönüştürülmesi	- Ekran görüntülerini hazırlama - Öğrenci kontrolünde olmasına karar verme
Tasarımın gözden geçirilmesi	- Girişe kullanım kılavuzu ekleme, şifre ile giriş, 3 cevap hakkı, problemlere ve ipuçlarına kolay ulaşım
Tasarımın model olarak programlanması	- 3 problem için tasarım yapma
Model programın değerlendirilmesi	- Araştırmacı ve iki öğrenci tarafından test etme
Tam sürümün programlanması	- Uygun programlama dilini belirleme ve tasarım (C# ve Flash 5)
Tam sürümün geçerlenmesi	- Pilot uygulama (14 öğrenci)
Tam sürümün değerlendirilmesi	- Asıl uygulama (11 öğrenci)

Ders Hedeflerinin ve Öğrenci Gereksinimlerinin Belirlenmesi

Bu aşamada, öğrencilerin materyalin ilgili olduğu konu hakkındaki ön bilgi ve becerileri, öğretim sonunda ulaşması gereken bilgi ve beceri seviyeleri ile hedefe ulaşma sürecinde yaşadıkları zorluklar belirlenir. Her konu için hedefler, öğrenme zorlukları ve kavram yanlışları literatürde bulunmaktadır ancak literatürdeki bilgiler her zaman yeterli olmayabilir. Nitelikli bir yazılım, öğrenci seviyesine ve öğretim programına uygun olmalıdır (Güzeller ve Korkmaz, 2007).

Materyal geliştirilirken öğrenci seviyesine uygun, mevcut sistemde kullanılabilir ve işlevsel olması için çalışmalar yapılmıştır. Yapılan çalışmalar, materyalin hitap ettiği hedef grubun tanınması,

materyalde olması gereken problemlerin özelliklerinin ve sayısının belirlenmesi, hazırlanan problemlerin hedef grubun seviyesine uygunluğunun ve anlaşılabilirliğinin sağlanması şeklinde olup her bir aşamada yaşanan süreç aşağıda ayrıntılı olarak verilmiştir.

Hedef Grubun Tanınması

Seçilen alanın/örneklemin belirlenen araştırma problemlerine uygunluğu hakkında bilgi toplandığı aşamadır, özel durum araştırmalarında önemli yer tutan “Araştırma alanına girme” ile benzetilmektedir. Problem çözmeye yönelik teknoloji destekli materyal geliştirilirken öncelikle hedef grup çok iyi tanınmalıdır (Liu ve Velasquezbryant, 2003; Karal, Çebi, Pekşen ve Turgut, 2010).

Materyalin içerdiği kazanımlarla ilgili problem çözme öğretiminin mevcut sistemde nasıl gerçekleştirildiğinin ve öğrencilerin bu süreçte yaşadıkları zorlukların belirlenmesi gerektiği düşünülmektedir. Bunun sağlanması için ise araştırma grubunu oluşturacak kişilerin ve mevcut öğretim sisteminin daha iyi tanınması gerekmektedir. Böylece öğretmenin planını bozmadan uygulanabilen ve öğretimi kolaylaştıran bir materyal geliştirilebilir. Bu nedenle okullarda problem çözümüne ne kadar zaman ayrıldığı, ne tür problemlerin çözüldüğü, problemlerin kim tarafından çözüldüğü, öğretmenin problemleri nasıl çözdüğü, öğrencilerden problemlerin nasıl çözülmesinin istenildiği gibi faktörlerin belirlenmesi önemlidir. Bu faktörlerin belirlenmesi amacı ile Trabzon ilindeki üç farklı okulda ‘Kuvvet ve Hareket’ ünitesi boyunca 10. sınıfta öğrenim gören öğrenciler ve ders öğretmeni sınıf ortamında bir dönem boyunca yapılandırılmamış şekilde gözlenmiştir. Liseye giriş sınav puanları birbirinden oldukça farklı olan, gözlem yapılan okullar O1, O2 ve O3 şeklinde kodlanmıştır. Fizik dersi O1 okulunda haftada 2 ders saati, O2 ve O3 okulunda ise haftada 3 ders saati görülmektedir.

Materyalde Bulunan Problemlerin Belirlenmesi

Gözlemler sonunda materyaldeki problemlerin ilgili olduğu kazanımlar, bu kazanımlara yönelik hazırlanması gereken problem sayısı ve bir ders süresinde kaç problemin çözümüne yer verilmesi gerektiği belirlenmiştir.

Materyaldeki Problemlerin Öğrenci Seviyesine Uygunluğunun ve Anlaşılabilirliğinin Sağlanması

Hazırlanan 31 problemin öğrenci seviyesine uygunluğu ve anlaşılabilirliği hakkında öğretmenlerin görüşlerini belirlemek için bir form oluşturulmuştur. Hazırlanan form 6 fizik öğretmenine verilerek, onlardan problemleri inceleyerek formu doldurmaları istenmiştir. Öğretmenler problemlerin anlaşılabilirliği ve öğrenci seviyesine uygunluğu hakkındaki görüşlerini her problem için “3, 2, 1” seçeneklerinden birini işaretleyerek, problemin bilimsel doğruluğu hakkındaki görüşlerini ise kendi cümlelerini yazarak belirtmişlerdir. Öğretmenler formu doldurduktan sonra, uygun zamanlarda doldurdıkları formlar hakkında kendileri ile görüşmeler yapılmıştır.

Öğrencilerin Problemleri Çözerken İhtiyaç Duydukları İpuçlarının Belirlenmesi

BDÖ’de kullanılacak bir materyal hazırlanmadan önce materyalin geliştirildiği konuda insan zihninin nasıl çalıştığının bilinmesi gerekmektedir (Kuzu, 2011). Bu nedenle öğrencilerin problem çözme süreci hakkında yeterli bilgiye ulaşmak için özel ders yürüten öğretmenlerle yarı yapılandırılmış, öğrencilerle ise klinik mülakatlar yapılmıştır.

Öğrenci Görüşleri

Öğrencilerin materyalde yer alacak olan problemleri çözüm süreçlerini belirlemek için, öğrencilerle klinik mülakatlar yapılmasına karar verilmiştir. Klinik mülakat, Piaget tarafından öğrencilerin düşüncelerindeki zenginliği keşfetmek, temel aktivitelerini yakalamak ve bilişsel becerilerin değerlendirmek için geliştirilmiştir (Clement, 2000; Karataş ve Güven, 2003; Karataş ve Güven, 2004; Gökkurt ve Soylu, 2013).

Klinik mülakat; düşünce sürecini, düşünce altında yatan nedenleri ve bir etkinliğin temel aşamalarını belirlemek için kullanılmaktadır (Gökkurt ve Soylu, 2013). Mülakatlar sırasında zihinsel sürecin daha iyi ortaya çıkarılması için bireyin sesli düşünmesi istenir. Kullanılma amacına göre bir teknik ya da kendi başına bir yöntem olabilen sesli düşünme, zihinsel işlemlerin sözelleştirilmesidir (Güneş, 2012). Sesli düşünme yönteminde, bireyden yaşadığı veya denediği yöntem, olay, eşya vb. hakkındaki düşüncelerini sesli olarak söylemesi yani sözelleştirmesi istenmektedir. Düşünceler bireyin zihinsel işleyişini temsil eder ve zihinsel yapısının analiz edilmesine yardımcı olur (Güneş, 2012). Bu bağlamda öğrencilerin problem çözerken zihinsel işleyişini anlamak için sesli düşünme yönteminden yararlanılmıştır.

Öğretmen Görüşleri

Öğretmenler, öğrenci düzeyi ve gereksinimleri hakkında geniş bilgilere sahiptirler (Akpınar, 2005). Özel ders yürüten öğretmenler, öğrencilerle birebir iletişime geçtiklerinden onları daha iyi tanıma fırsatına sahiptirler. Öğrencilerin anlamakta güçlük çektikleri konuları ya da problem çözerken güçlük çektikleri noktaları belirleme hakkında farklı fikirler sunabilirler. Bu nedenle, problem çözme süreci hakkında Trabzon’da farklı dershanelerde çalışan ve özel ders yürüten dört öğretmen ile yarı yapılandırılmış mülakat yapılmıştır.

Materyalde Yer Alan İpuçlarının Belirlenmesi

Öğrencilerle yapılan klinik mülakatlarda her problem için hazırlanan ipucu kartlarından faydalanılmıştır. İpucu kartlarının kullanılma sebebi, öğrencilerin problem çözerken bir aşamada güçlük çektiklerinde, ipucu kullanarak problemi çözmeye devam etmelerini sağlamaktır. Bu şekilde öğrencilerin problem çözme sürecinin tamamına yönelik görüşlerine ulaşılması amaçlanmıştır. İpuçları öğrenci görüşlerine ilişkin bulgular bölümünde açıklanmıştır. Hazırlanan ipucu kartlarından “Çözümde kullanılacak formüller”, “Çözümde kullanılacak grafik bilgileri” ve “Çözüm için gerekli fizik kavram ve ilkeleri” ipuçlarının birçok problem için aynı olduğu görülmüş ve bu ipuçlarının bütün problemleri içerecek şekilde, tek başlık altında toplanmasına karar verilmiştir. Her problemi anlamak ve çözüm planı yapmak için sunulabilecek ipuçlarının farklı olması ise bu başlıklara ait her problem için farklı ipuçlarını içeren bölümlerin olmasını gerektirmiştir. Bu nedenle materyalde ipuçlarının 3 temel bölümde toplanmasına karar verilmiştir. Bu bölümlerin isimleri, “Problemi anlama”, “Plan yapma” ve “Fizik bilgisi” olarak belirlenmiştir. Daha sonra ise her bölümde yer alacak olan ipuçları hazırlanmıştır.

Yazılım Rasyonelinin Belirlenmesi ve Doğrulanması

Bu aşamada, konunun bilgisayar kullanılarak kolay ve anlaşılabilir hale nasıl getirilebileceği belirlenir. Bunun için kavram haritaları ve konu analizlerinden faydalanılır, öğretmenlerden ve alan uzmanlarından görüş alınır.

Rasyonelin Kavramsal ve Fonksiyonel Tasarıma Dönüştürülmesi

Bu aşamada, belirlenen kavramların, konuların bilgisayar ortamında nasıl bir ekranda ve hangi araçlarla gösterileceği, ekran objelerinin ekrandaki konumları, estetik özellikleri ve işlevleri belirlenir. Menülerin içeriği, farklı bilgilere geçişte zaman ve içerik kontrolünün kullanıcıda mı sistemde mi olacağı, öğrenci performansının kayıt edilip edilmeyeceği belirlenir.

Tasarımın Gözden Geçirilmesi

Ekran görüntülerinin kâğıt üzerinde tasarlanması ve ekran objelerinin işlevlerinin belirlenmesinden sonra istenilen amaca ulaşmadaki süreklilik ve tutarlılık konusunda alan eğitimi uzmanı, tasarımcı ve öğretmenlerin görüşlerinin alındığı aşamadır. Tasarımın programlanabilirliği hakkında programcıların görüşleri alınır. Yazılımı kullanacak olan yaş grubundaki öğrencilerin de materyalin kullanılabilirliği hakkında görüşleri alınır.

Tasarımın Model Olarak Programlanması

Materyalin prototipinin tasarlandığı aşamadır. Alınan görüşlere uygun tasarımın tam sürüm olarak tüm fonksiyon ve özelliklerinin çalışır hale gelmesi uzun zaman alır. Uzun süren çalışmanın sonunda değerlendirmelerin olumsuz olabileceği göz önüne alınarak zaman ve enerji kaybını önlemek adına tasarım öncelikle prototip (model) olarak programlanır.

Model Programın Değerlendirilmesi

Hazırlanan prototip programın incelendiği aşamadır. Bu aşamada, hazırlanan prototip program sistem-öğrenci etkileşimi, bilgi akışı, ekran objelerinin görünümü ve anlaşılabilirliği yönünden değerlendirilir. Öğrenciler ve öğretmenler prototipi test eder, sistemde bir hata olup olmadığı, öğrencilerin prototipi kullanımda yaşayabileceği sorunlar, prototipin kullanımın ne kadar zaman aldığı gibi durumlar belirlenir (Güzeller ve Korkmaz, 2007). Bu belirlemeler sonucunda olası değişiklikler göz önüne alınarak prototipin tam sürümünün programlanmasına geçilir.

Tam Sürümün Programlanması

Programın tam sürümünün hazırlandığı bu aşamada, yazılımı hazırlayacak kişinin yetkin olduğu ve yazılımın özelliklerini tamamen yansıtabilecek bir programlama dili seçilir. Daha sonra çalışma takvimi yapılır, her aşamada programı tasarlamak için oluşturulan gruptaki programcı, tasarımcı ve alan uzmanı görüş alışverişinde bulunarak, olmasına karar verilen tasarım tüm özellikleriyle programlanması sağlanır.

Tam Sürümün Geçerlenmesi

Hazırlanan materyalin işlerliğinin kontrol edildiği aşamadır. Bir grup öğrenci ile laboratuarda yazılımdaki kod hatalarının olup olmaması, planlanan etkileşimin gerçekleşme durumu, öğrencilerin hazırlanan düzeni nasıl algıladıkları test edilir. Daha sonra yeni bir grup öğrenci ile ikinci geçerleme çalışması yapılabilir.

Tam Sürümün Değerlendirilmesi

Hazırlanan materyalin kullanılmasının, sağladığı faydaların tespit edildiği aşamadır. Materyali kullanma konusunda bilgilendirilen öğretmen ve öğrencilerin materyali kullanmasından sonra bu materyalin amacına ulaşmaya katkısını belirlemek için yapılır. Ön-son testlerle bu değerlendirme yapılabilir, kısa anketlerle veya mülakatlarla öğrencilerin materyal hakkındaki görüşleri belirlenebilir.

Bulgular

Bu bölümde tasarım sürecinde elde edilen bulgular, elde edildikleri tasarım aşamasına ait başlıklar altında sunulmuştur.

1. Ders Hedeflerinin ve Öğrenci Gereksinimlerinin Belirlenmesi Aşamasına Ait Bulgular

1.1. Hedef Grubun Tanınmasına İlişkin Bulgular

Hedef grubun tanınması amacıyla yapılan, yaklaşık üç ay süren gözlemler boyunca öğretmen ve okul yönetimi tarafından kamera kaydına izin verilmediği için notlar alınmıştır. Alınan notlar, aynı gün içerisinde her bir okul için oluşturulan gözlem defterlerine düzenli şekilde yazılmıştır. Dersin tamamı (öğretmenin derse nasıl giriş yaptığı, tahtayı nasıl kullandığı, günlük hayattan örnekler verme durumu gibi) notlar halinde gözlem defterine kaydedilmiştir. Ders süresi boyunca yapılan gözlemlerde, konu anlatımından daha çok problem çözümlerine dikkat edilmiştir. Sınıfta çözülen problemler öğretmenlerin çözümüne yer verdiği problemlerin türü ve sayısı, sınıfta problemleri

öğretmenin ya da öğrencilerin çözme durumu, problemler çözülürken öğretmenin ve öğrencilerin sordukları sorular şekilde ayrı ayrı incelenmiştir. Bu sayede “Kuvvet ve Hareket” ünitesinin farklı üç okuldaki öğretim şekli hakkında bilgi edinilmiştir. Toplam 74 ders saati ve 163 tane problem çözümü gözlenmiştir. Haftada iki ders saati fizik dersi olan O1 okulunda 18 ders saati ve 44 tane problemin çözümü; haftada üç ders saati fizik dersi olan O2 okulunda 23 ders saati ve 27 tane problem çözümü; haftada üç ders saati fizik dersi olan O3 okulunda ise 33 ders saati ve 92 tane problem çözümü gözlenmiştir. Problemlerin çoğu öğretmen tarafından çözüldüğü için yapılan gözlemler sonucunda öğrencilerin problem çözme süreci hakkında fazla bilgiye ulaşamamış, öğretmenlerin problem çözerken yaptığı davranışlar belirlenebilmiştir.

1.2. Materyalde Bulunan Problemlerin Belirlenmesine İlişkin Bulgular

Materyalin her okulda kullanılabilmesi için bütün 10. sınıflarda ortak olan konularla ilgili olması gerektiği düşünülmüştür. Bu nedenle “yatayda sabit ivmeli hareket” konusu belirlenmiştir. Bu konu, öğretim programında 3.1.,3.2.,3.3. ve 3.4. bilgi kazanımları (Tablo 2) ve problem çözme becerisi (PÇB) 3.a.-g. (Tablo 3) beceri kazanımlarıyla ifade edilmektedir (MEB; 2007, 2013).

Materyalde bulunması gereken problem sayısına karar verilirken, sabit ivmeli hızlanan ve yavaşlayan hareketle ilgili okullarda çözülen problem sayıları dikkate alınmıştır. Gözlem yapılan okullarda bu konuyla ilgili problemlerin çoğu öğretmenler tarafından derste çözülmektedir. Çözülen problem sayısı 3 ile 21 arasında değişmektedir. Öğrencilerin materyali kullanırken problem çözümü ile uğraşacakları dikkate alınmış ve 19 problem olmasına karar verilmiştir.

Materyaldeki problemlerin özellikleri belirlenirken, öğretim programındaki kazanımlara uygunluk göz önünde bulundurulmuştur. Problemlerin okullarda çözülenlere benzer ve öğretim programındaki kazanımlara uygun hazırlanması için, öğretim programındaki kazanımlar incelenmiştir (MEB; 2007,2013). Problemler hazırlanırken hem bilgi kazanımı hem de o kazanımın ilgili olduğu problem çözme becerisi kazanımları dikkate alınmıştır. Her bir problemin hangi kazanımları içerdiği belirlenirken ise problem metninin yanı sıra çözümünde gereken bilgiler/beceriler de dikkate alınmıştır. 3.1.,3.2.,3.3. ve 3.4. bilgi kazanımlarının problemlere Tablo 2’deki gibi yansıtılabileceğine karar verilmiştir.

Tablo 2
Bilgi Kazanımlarının Problemlere Yansıtılma Durumu

Programdaki kazanımlar	Problemlere yansıtılma şekli
3.1 Net kuvvet ile cismin ivmesi ve kütlesi arasındaki bağıntıyı kullanarak problemler çözer.	Çözümünde “ $\vec{F}_{net}=m\vec{a}$ ” kullanılan problemler
3.2 Tek boyutta sabit ivmeli hareketleri örneklerle açıklar.	Sabit ivmeli hareketi içeren problemler (ilgili bütün problemlerde yer alabilir)
3.3 Tek boyutta konum-zaman, hız-zaman ve ivme-zaman grafiklerini çizerek yorumlar.	Çözümünde grafik çizme ya da yorumlama gerektiren problemler
3.4 Grafiklerden yararlanarak sabit ivmeli hareketlinin hareket denklemlerini elde eder.	Çözümünde sabit ivmeli hareketin formüllerini kullanmayı gerektiren problemler

PÇB 3. kazanımı “Öğrenci problemin çözümü için elde ettiği verileri işler ve yorumlar.” şeklinde ifade edilmektedir. PÇB 3 a.-g. beceri kazanımları ve problemlere yansıtılma şekli Tablo 3’te verilmiştir.

Tablo 3
PÇB Kazanımlarının Problemlere Yansıtılma Durumu

Kazanım	Problemlere yansıtılma şekli
a. Deney ve gözlemlerden toplanan verileri tablo, grafik, istatistiksel yöntemler veya matematiksel işlemler kullanarak analiz eder.	Problemi anlama (verilenleri istenileni belirleme)
b. Analiz ve modelleme sürecinde sayısal işlem yaparken hesap makinesi, hesap çizelgesi, grafik programı vb. araçları kullanır.	Problem çözerken öğrencilerin matematiksel işlemleri kendilerinin yapması beklenir. Bütün problemlerin çözüm sürecinde olması eleştirilebilir.

c. Verilerin analizi sonucunda ulaşıldığı bulguları matematiksel denklemler gibi modellerle ifade eder.	Öğrencilere çok üst düzey bir problem sorulursa ölçülebilir. Öğrenciler zaten formülleri bildikleri için bu kazanımın bütün problemlerin çözüm sürecinde olması eleştirilebilir.
d. Bulguları veya oluşturulan modeli yorumlar.	Problemde verilenleri istenileni yorumlanma (verilenden istenilene nasıl ulaşılacağını belirleme)
e. Oluşturulan modeli değişik problemlerin çözümüne uyarlar.	Bilinen formüllerden/bağıntılardan uygun olanını probleme uyarlama.
f. Problem çözümü sırasında yapılabilecek olası hata kaynaklarının farkına varır.	İDEPÇA ile problem çözerken yapılan hataların fark edilebileceği düşünülmektedir.
g. Problem çözümlerinde gerekli matematiksel işlemleri kullanır.	Matematiksel işlemleri yapma

Birçok ders kitabı ve test kitaplarından konuya ait farklı soru çeşitleri incelenerek belirlenen özelliklere ait 31 problem hazırlanmıştır. Hazırlanan problemlerin içerdiği kazanımlar, bir alan eğitimi uzmanı ile her bir problem için ayrı incelemeler yapılarak belirlenmiştir.

2. Materyaldeki Problemlerin Öğrenci Seviyesine Uygunluğunun ve Anlaşılabilirliğinin Sağlanmasına İlişkin Bulgular

Öğretmenlerin hazırlanan 31 problem hakkındaki görüşlerinden bazıları problemde hem “artmak” hem de “1,5 N’den küçük” ifadelerinin olmasının problemin anlaşılabilirliğini düşürdüğü, iki hareket durumunun aynı grafik üzerinde gösterilmesinde renklerin seçimine dikkat edilmesi gerektiği, bir problemde verilen a-t grafiğinde beş zaman aralığının olmasının fazla ve gereksiz olduğu, bir problemin cevabının tam sayı çıkmadığı için sayıların değişmesi gerektiği, bir problemin biraz basit olduğu, bir problemde geçen “yetişmek” kelimesinin farklı yorumlanabileceğidir. Öğretmenlerin görüşleri doğrultusunda öğretim programındaki bilgi ve beceri kazanımlarına uygun, günlük hayattaki olaylar ile ilişkili, farklı çözüm yolları olabilen ancak tek doğru cevaplı, yapılandırılmış 19 problem belirlenmiştir. Belirlenen problemler ekler kısmında verilmiştir (Ek 1). Bu problemlerin anlaşılabilirliği konusunda bir uzmanın görüşü alınmış ve problem metinlerinde anlaşılabilirliğin artmasına yönelik bazı düzeltmeler yapılmıştır.

3. Öğrencilerin Problemleri Çözerken İhtiyaç Duydukları İpuçlarının Belirlenmesine İlişkin Bulgular

3.1. Öğrenci Görüşlerine İlişkin Bulgular

Öğrencilerin materyalde bulunan problemlerin çözümünde ihtiyaç duyabilecekleri ipuçları kartlar şeklinde hazırlanmıştır. Sert kartonlardan kare şeklinde kesilmiş ve kartların bir yüzüne ipucunun başlığı, diğer yüzüne ise ipucunun içeriği yazılmıştır. Bu şekilde her problem için sayıları 9-11 arasında değişen ipucu kartları oluşturulmuştur. Hazırlanan ipucu kartlarının başlıkları şunlardır: “Çözümde kullanılacak formüller” (FOR), “Verilenlerin ve soruların sembolleştirilmesi” (VSS), “Çözüm için gerekli fizik kavram ve ilkeleri” (Kİ), “Çözüm adımlarına yönelik ipuçları” (ÇA), “Çözümde kullanılacak grafik bilgileri” (GB), “Problemin daha anlaşılır şekilde ifade edilmesi” (AŞİ), “Problemdeki önemli yerlerin altının çizilmesi” (AÇ), “Problem durumunun görselleştirilmesi” (GÖR) ve “Örnek çözüm” (ÖÇ). Bazı problemler için iki veya üç tane çözüm yolu, “örnek çözüm” olarak sunulmuştur. 19 problemde 17 tanesi 1-3 öğrenci tarafından sesli düşünülerek çözülmüştür. 21 öğrenci ile 34 problem çözümü için 15-45 dakika arasında süren mülakatlar yapılmıştır. Öğrencilerden öncelikli olarak sesli düşünerek problemi çözmeleri istenmiştir. Problemi çözebilen öğrencilerden problem çözme sürecini detaylı bir biçimde tekrar anlatmaları istenmiştir. Bu sayede öğrencilerin problemi çözümü sırasında izledikleri adımlar belirlenmeye çalışılmıştır. Problemi çözemeyen öğrencilere ise hazırlanan ipucu kartları kısaca tanıtılmıştır. Daha sonra ise öğrencilerden kartları kullanarak problemi tekrar çözmeye çalışmaları istenmiştir.

Yapılan klinik mülakatlar sonucunda öğrencilerin belirlenen problemleri çözme sürecinde ihtiyaç duydukları ipuçları, hazırlanan ipuçlarının yeterli olup olmadığı, ipuçlarının başlıklarının/isimlerinin anlaşılır olup olmadığı belirlenmiştir. Klinik mülakatlar, öğrenciler konuyu

okulda ve dershanede gördükten sonra yapıldığından, 13 problemin çözümünde öğrenciler hiçbir ipucu kullanmadan doğru çözüme ulaşmışlardır. 11 problemin çözümünde ise öğrenciler ipucu kullanarak doğru çözüme ulaşmışlardır. 10 problemin çözümünde öğrenciler ipucu kullanmalarına rağmen problemi doğru çözmemişlerdir. Öğrenciler en fazla formüllerle, çözüm adımlarıyla, grafik bilgileriyle ve problem durumunda verilenlerin sembolleştirilmesiyle ilgili ipuçlarını kullanmışlardır. AÇ ipucunu ise hiçbir öğrenci kullanmamıştır. Bazı öğrenciler ise birim dönüşümleri(BD) ile ilgili ipucu istemişlerdir.

Öğrencilerin ipuçlarını genellikle yanlış çözdükleri problemlerde kullandıkları belirlenmiştir. Sadece GÖR ipucu doğru çözülen problemlerde daha fazla kullanılmıştır. BD ipucu kullanan öğrenciler problemleri doğru çözebilmişlerdir. AŞİ ve FOR ipuçlarının kullanıldığı problemlerin de doğru ve yanlış çözülme sayıları birbirine eşittir. Bu durum ipuçlarının öğrencilerin problemi çözmeleri için bazen yeterli yardımı sunmadığını göstermektedir. Öğrencilere verilen ipuçlarının dışında başka bir ipucuna ihtiyaç duyup duymadıkları sorulduğunda bazı öğrenciler birim dönüşümleri ve sembollerin anlamlarının olmasını istemiştir. “Örnek çözüm” ipucu başlığı, bazı öğrenciler tarafından benzer bir problemin çözümü olarak anlaşılmıştır. “Örnek çözüm” yerine “Model çözüm” başlığı kullanılmasına, fiziksel büyüklüklerin sembolleri ve birimleriyle ilgili ipuçlarının olmasına karar verilmiştir.

4. Öğretmen Görüşlerine İlişkin Bulgular

Mülakatlarda öğrencilerin fizik dersinde en çok hangi konularda özel ders almak istedikleri, problem/soru çözerken zorlandıkları noktalar ve teknoloji destekli problem çözüme materyalinde olması gereken diğer ipuçları hakkında sorulara yer verilmiştir.

Öğretmenler, öğrencilerin genellikle özel derslerde konu anlatılmasını istediklerini ancak kendilerinin konu anlatmayı tercih etmediklerini, problem/soru çözerken konuyu tekrarlamayı tercih ettiklerini belirtmişlerdir. Öğrencilerin en çok grafik sorularında, yorum gerektiren sorularda zorlandıklarını ve öğrencilerin sahip oldukları bilgileri kullanamadıklarını ifade etmişlerdir. Problem/soru çözerken en fazla matematiksel işlemlerde ve birim dönüşümlerinde hata yaptıklarını belirtmişlerdir. Öğrenciler problemi çözemediklerinde, öğretmenlerin ilk örnekleri kendilerinin açıklayarak çözdüklerini ya da öğrencilere hatırlatıcı sorular sorarak ipucu verdiklerini belirtmişlerdir. Bazı öğretmenler ise soruyu/problemi sesli şekilde okuyup her cümleyi yorumladıklarını, böylece öğrencilerin soruyu/problemi anladıklarını ifade etmişlerdir. Öğretmenlerin hepsi matematiksel işlemleri kendilerinin yapmadıklarını, öğrencilere yaptırdıklarını belirtmişlerdir. Materyalde yer alan ipuçlarının aslında yeterli olduğunu ancak çok düşük seviyedeki öğrenciler için aynı problemin sayısal değerlerinin değiştirildiği bir çözümün olmasını önermişlerdir. Bazı öğrencilerin ipuçlarını kullansa da problemleri çözemeyeceklerini belirtmişlerdir.

5. Materyalde Yer Alan İpuçlarının Belirlenmesine İlişkin Bulgular

“Problemi anlama” bölümünde, her probleme ait *problemin daha anlaşılır şekilde ifade edilmesi, problemdeki önemli bilgilerin altının çizilmesi ve problem durumunun canlandırılması* başlıklarında üç ipucu yer almıştır. Problemin daha anlaşılır şekilde ifade edilmesi ipucunda, problem metninde sunulan bilgiler daha kısa ve açık bir şekilde sunulmuştur. Problemdeki önemli bilgilerin altının çizilmesi ipucunda ise, problem metninde yer alan önemli ancak, öğrencilerin fark edemeyeceği bilgilerin altı çizilmiştir. Problem durumunun canlandırılması ipucunda, problem metninde verilen durum animasyon şeklinde sunulmuştur.

“Plan yapma” bölümünde, her probleme ait, *verilenlerin ve soruların sembolleştirilmesi ve problemin çözüm adımları* başlıklarında ipuçlarına yer verilmiştir. Verilenlerin ve soruların sembolleştirilmesi ipucunda, problem metninde verilen bilgiler ve problemde bulunması istenen bilgi semboller halinde sunulmuştur. Problemin çözüm adımları ipucunda ise çözüm adımları önce sorular şeklinde, sonra soruların cevapları şeklinde sunulmuştur.

“Fizik bilgisi” bölümünde her problem için aynı olan teorik bilgiler yer almaktadır. Bu bilgiler dinamik, hareket, grafik bilgisi, fiziksel büyüklükler ve sembolleri, fiziksel büyükler ve birimleri başlıkları altında sunulmuştur. Dinamik ipucunda, öğrencilerin önceki sınıflarda görmüş oldukları dinamik ve dinamiğin temel yasası ile ilgili kavramlara ait bilgiler yer almaktadır. Hareket ipucunda,

öğrencilerin önceki sınıflarda görmüş oldukları harekete ait temel kavramlar, sabit hızlı ve sabit ivmeli harekete ait kavramlar, formüller ve grafik çizimleri yer almaktadır. Grafik çizimleri animasyon şeklinde hareketin gösterimi ile desteklenmiştir. Diğer ipuçlarında ise temel fiziksel büyüklüklerin birimleri ve sembolleri tablo şeklinde sunulmuştur.

Yazılım Rasyonelinin Belirlenmesi ve Doğrulanmasına İlişkin Bulgular

Hazırlanan bilgisayar destekli materyalin temel amacı dikkate alınarak bulunması gereken temel özellikler belirlenmiştir. Bu özellikler, öğrencilerin problem çözme süreci boyunca ihtiyaç duyduğu ipucuna ulaşabilmesi ve problem çözümü sonunda model çözümleri inceleyebilmesidir. Belirlenen özelliklere sahip yazılımı geliştirilebilecek bir çalışma ekibi kurulmuştur. Çalışma ekibinde istenilen özelliklere uygun kod yazımını yapabilecek ve animasyonları geliştirebilecek kişilerin olması gerektiği düşünülmüştür. Kod yazımı ve animasyonları geliştirme konularının her birinde başarılı olan iki kişi ile tasarım ekibi oluşturulmuştur.

Rasyonelin Kavramsal ve Fonksiyonel Tasarıma Dönüştürülmesine İlişkin Bulgular

Teknoloji destekli problem çözme materyali kullanımı boyunca öğrencilerin izlediği adımların kaydedilmesi ve izlenecek adımların öğrenci kontrolünde olması gerektiği belirlenmiştir. Materyalde yer alacak problemler ve her problem için gereken ipuçları belirlendikten sonra, materyalde her butona tıkladığında nasıl bir ekranla karşılaşılması gerektiği araştırmacı tarafından kâğıt üzerinde hazırlanmıştır.

Tasarımın Gözden Geçirilmesine İlişkin Bulgular

Çalışma ekibi ile hazırlanan taslakların bilgisayar ortamına taşınabilirliği hakkında görüşmeler yapılmıştır. Bu görüşmelerden sonra materyalde olması gereken özellikler daha ayrıntılı belirlenmiştir. Bu özellikler; giriş sayfasında öğrencilerin ihtiyaç duyarlarsa kullanabilecekleri kullanım kılavuzunun olması ve materyal ile problem çözmenin amacının kısaca belirtilmesi, materyalin ders dışında kullanılmasının önüne geçmek amacı ile kullanıcı adı ve şifre olması, öğrencilerin problemi çözmeden cevabı doğru girme olasılıklarını azaltmak için bir probleme ait 3 cevap girme haklarının olması ve materyal kullanımı sırasında istenilen probleme kolay ulaşılması şeklinde belirlenmiştir.

Tasarımın Model Olarak Programlanmasına İlişkin Bulgular

Araştırma ekibi tarafından üç problem içeren materyalin prototipi geliştirilmiştir. Geliştirilen prototip düşünülen özelliklerin ne kadarının gerçekleştirilebileceği hakkında ve daha farklı bir özelliğe ihtiyaç olup olmadığı hakkında araştırmacıya fikir vermiştir.

Model Programın Değerlendirilmesine İlişkin Bulgular

Geliştirilen prototip çalışma ekibi tarafından test edilmiştir, materyalin kullanımında bir sorun olmadığı ancak bazı yazım hatalarının olduğu tespit edilmiştir. Materyal iki öğrenciye tanıtılmıştır. Öğrenciler materyali kullanarak problemleri çözmeye çalışmışlardır. Öğrenciler materyali beğendiklerini, kullanımının kolay olduğunu, ekran görünümünün anlaşılır olduğunu belirtmişlerdir. Prototip materyali inceleyen iki öğretmen de materyalin özelliklerini ve kullanımını beğenmişlerdir, bir öğretmen ekran görünümü/renklerin seçiminin daha iyi yapılabileceğini belirtmiştir. Bu görüşlerden sonra ekrandaki butonların ve zeminin renkleri değiştirilmiştir.

Tam Sürümün Programlanmasına İlişkin Bulgular

Çalışma ekibindeki programcıdan materyalin bütün özelliklerini yansıtabilecek, gerektiğinde kolay değişiklik yapılabilecek bir programlama dili seçerek 19 problemi de içeren yazılımı geliştirmesi, ekipteki diğer tasarımcıdan ise 19 problem durumunu canlandıran ve hareket türlerini

açıklarken kullanılacak animasyonları geliştirmesi istenmiştir. Tasarım ekibi ile araştırmacı sık sık bir araya gelerek ve düzeltmeler yaparak materyal geliştirilmiştir.

Tasarım ekibindeki programcı, yazılımın geliştirilmesinde C# (si şarp olarak telaffuz edilir) programlama dili kullanmıştır. Açılımı C Sharp olan bu dil Microsoft'un geliştirmiş olduğu yeni nesil programlama dilidir (Aktaş, 2012). Materyalde C#'ın tercih edilmesinin nedeni hem nesne yönelimli hem üst seviye hem de işletim sistemlerine kolaylıkla uyum sağlayabilen bir programlama dili oluşudur. Windows işletim sistemi üzerinde ve .NET platform destekli olması C#'ı öne çıkaran özellikleridir (Algan, 2003). C#'ı derlemek için Visual Studio programı kullanılmıştır. Materyal için hazırlanan animasyonlar C# içerisine gömülmüştür. Gömülü sistemleri desteklediği için kullanıcı, dışarıdan herhangi bir dosya açma gereksinimi duymayacak ve kullanıcıya karışıklık yaratmayacaktır. Materyalde kullanılan görseller açısından özellikle form uygulamaları kullanıcıya etkileşimli bir ortam yaratmada oldukça kullanışlıdır. Ayrıca materyal bilgisayarlara kurmaya gerek kalmadan .exe uzantısıyla direk çalıştırılabilir. Bu özellik, kullanıcıya büyük kolaylık sağlayacaktır.

Problem durumunun canlandırılması ipucunda ve fizik bilgisi ipucunun bazı bölümlerinde verilen animasyonlar Adobe Flash Professional CS5.5 programı kullanılarak oluşturulmuştur. Animasyonlarda yer alan grafiklerin tamamı özgün değer niteliği taşıması açısından yine aynı program kullanılarak çizilmiştir. Flash programının kullanıcılarına sunduğu çizim araçları sayesinde, pratik bir şekilde istenilen karakterler çizilebilmektedir (Gelişken, 2010). Program içerisinde birçok etkileşimli ortam yaratılabilmektedir. Bu duruma örnek verilecek olursa; oyunlar, çizgi filmler, etkileşimli formlar, web siteleri, mobil uygulamalar, Android tabanlı çalışmalar ve daha birçok uygulama bu program sayesinde oluşturulabilmektedir. Materyal için tasarlanan animasyonlar, verilen problemleri öğrencinin gözünde canlandırma ve ilgili problem hakkında ipucu vermek amacıyla oluşturulmuştur. Animasyonlara öğrencilerin müdahale edebilmesi mümkün olmamakla birlikte izlenen animasyon istenildiğinde "tekrar izle" butonuna tıklanılarak yeniden oynatılabilmektedir. Action Script 3.0 ile butonlara komutlar atanmıştır ve belirtilen işlemi yapmaları istenmiştir. Action Script 3.0 AS3 kısaltılmasıyla kullanılmaktadır. Flash programında etkileşimi sağlamak için kullanılan AS3 programlama dili Javascript tabanlı bir dildir ve özel aksiyonları destekler niteliği mevcuttur (Gelişken, 2010). Flash programının bir başka özelliği olan ses dosyasını yürütme, bu materyal için de kullanılmıştır. Geliştirilen animasyonların çok kanala hitap edebilmesi için görsel içerik yanında işitsel araçlara da yer verilmiştir. Ayrıca animasyonlarda yer alan grafiklerden ağaç figürleri Flash programına entegre olan araçlardan alınarak kullanılmıştır. Materyale ait ekran görüntüleri ek 2'de yer almaktadır.

Tam Sürümün Geçerlenmesine İlişkin Bulgular

Bu aşamada, materyalin pilot çalışması A okulundaki 10. sınıfta öğrenim gören bazı öğrencilerle yapılmıştır. A okulu, Trabzon ilinde yer alan bir anadolu lisesidir. Bunun için öncelikle çalışma yapılacak okul ve bilgisayar laboratuvarı uygulama için hazır hale getirilmiştir. Pilot çalışmaya katılacak öğrencilere çalışmanın amacı açıklanmış, öğrencilere materyal tanıtılmış ve her bir öğrenciye hazırlanan kullanım kılavuzları dağıtılmıştır. Öğrencilerden "U" şeklinde düzenlenmiş bilgisayar laboratuvarında materyali kullanarak problemleri çözmeleri istenmiştir. İlk olarak materyalin kullanımı sırasında sorun yaşanıp yaşanmadığı, öğrencilerin bir ders saatinde kaç problem çözebildiği belirlenmiştir. Daha sonra ise öğrencilerin materyal hakkındaki düşünceleri alınmıştır. Uygulama sırasında bazı bilgisayarlarda materyalin çalışmadığı/açılmadığı belirlenmiştir. Çalışma ekibiyle görüşülerek soruna çözüm bulunmuştur, bu durumun bilgisayarın işletim sistemi ile ilgili olduğu saptanmıştır. Windows XP işletim sistemi olan bilgisayarlarda materyalin açılması için .NET Framework (Windows Vista ve 7 işletim sistemlerinde kuruludur) kurulmuştur. Öğrenciler materyalde beğenmedikleri bir yönün olmadığını belirtmişlerdir. Öğrencilerden bir kısmının bazen arkadaşlarının kullandığı bilgisayarın ekranına baktığı ve bir kısmının da problemi çözmeden arka arkaya cevaplar vererek çözümü gördüğü ve daha sonra ekrandan bakarak kâğıda problemin çözümünü yazdığı gözlenmiştir. Bu durum, öğrencilerin oturma düzeninde bir takım değişiklikler yapılması gerekliliğini ortaya çıkarmıştır.

Tam Sürümün Değerlendirilmesine İlişkin Bulgular

Hazırlanan materyalin kullanılmasının, sağladığı faydaların tespit edildiği aşamadır. Materyali kullanma konusunda bilgilendirilen öğretmen ve öğrencilerin materyali kullanmasından sonra bu materyalin amacına ulaşmaya katkısını belirlemek için yapılır. Ön-son testlerle bu değerlendirme yapılabilir, kısa anketlerle veya mülakatlarla öğrencilerin materyal hakkındaki görüşleri belirlenebilir.

Bu çalışmada 11 öğrenci ile yapılan beş haftalık (haftada bir ders saati olmak üzere, beş oturum) uygulamanın sonunda mülakatlar yapılmıştır. Bu uygulamalardan önce gerekli izinler alınmış, katılımcılar gönüllü olan öğrencilerden belirlenmiştir. Mülakatlarda on öğrenci geliştirilen materyali derslerinde kullanılmasını istediğini, bir öğrenci istemediğini belirtmiştir.

Öğrencilerin materyali derslerde kullanmak istemeleri, materyalin sınıf ortamında problem çözmekten farkları olduğunu gösterir. Materyal kullanarak problem çözme sınıfta problem çözmeye göre birçok avantaj sağlamıştır. Bunlar bireysel problem çözme ortamı sağlama, öğrencilerin aktif olması ve öğrenmenin kalıcı olması, bilgiye ulaşma kolaylığı, daha fazla soru çözme imkânı, öğrencilerin dikkatini çekme, farklı çözüm yolları sunmadır. Bu avantajları ifade ederken öğrencilerin kullandıkları cümlelerden bazıları Tablo 4’te sunulmaktadır.

Tablo 4

Materyal ile problem çözmenin avantajları ve öğrenci ifadeleri

<i>Materyal ile problem çözmenin avantajları</i>	<i>Öğrenci ifadeleri</i>
Bireysel problem çözme ortamı sağlama	<i>Burada yine değişik farklı ipuçları olduğundan dolayı istediğimiz görüyoruz istediğimizi bakmak zorunda değiliz, o açıdan güzel yani... Mesela ben anladıysam başka birine anlatırken nadir böyle benim dinlediğim, mesela anlamadığım yeri başka biri de anlamamış oluyor. Hani o zaman dinliyorum. Fakat biri anlamamış da ben anlamışsam onu dinlersem daha kafam karışabiliyor. Mesela ben bir soruyu çözdüğüm zaman arkadaşım biliyorsa bile kimsenin söylemesini istemem yani sonuna kadar uğraşmak isterim. Ama sınıfta mesela biri çözdüğü zaman direkt cevabı söylediğinde ben o cevaba yönelmeye başlıyorum. O cevaba yöneldiğim için de böyle çözümlerim daha karmaşık olabiliyor. Daha çok karıştırıyorum. Onun söylediği doğrudur diye düşünüyorum, onu bulmaya çalışıyorum.</i>
Öğrencilerin aktif olması ve öğrenmenin kalıcı olması	<i>Materyalle birlikte çözdüğümüz zaman, bir de kendimiz uğraştığımız için daha kalıcı oluyor... Daha çok uğraşyoruz materyalde ve daha kalıcı oluyor.</i>
Bilgiye ulaşma kolaylığı	<i>Soruyu çözerken anında bilgilere ulaşabiliyorsunuz, hemen yan tarafta olduğu için rahat oluyor. Mesela normalde kendim soru çözerken bir sürü kitap karıştırmak zorunda kalıyorum. Ama bunda öyle bir sıkıntı olmuyor. Sürekli olarak öğretmene soramazsınız bir şeyi derste zaten dersin gidişatı için ama materyalde kendiniz sürekli kullanabilirsiniz en azından.</i>
Daha fazla soru çözme imkânı	<i>Böyle tahtaya soruyu yazarken vakit kaybı oluyor. Sonuçta ders 45 dakika, soruları kimisi geç yazıyor kimisi erken yazıyor. Bu konuda yardımcı olur.</i>
Öğrencilerin dikkatini çekme	<i>Tahtaya yazılıyor, öğrencilerin pek ilgisini çekmiyor tebeşirle yazınca. Şimdi burada bilgisayar olunca, daha fazla görsel falan. Resim falan olmasa bile soruda şu anda bilgisayarda olduğu için daha fazla dikkat çeker. O yüzden öğrenciler dersle daha çok ilgilenebilirler.</i>
Farklı çözüm yolları sunma	<i>Mesela o zaman biz problemi çözemediğimiz zaman ikinci yöntemi olan problemin ikinci yöntemle de anlatılması vardı zaten. Onlar güzel olmuş... Mesela bazı sorularda böyle öğretmenimiz mesela bir grafik çiziyordu, orada alandan falan direkt yapıyordu. Burada ikinci yöntemi olan bazı sorular vardı, ikinci şeyi çözümü yine grafikten yapmış. İlkinde mesela çok uzundu. Bu yönü güzeldi.</i>

Öğrencilerin ifadelerine göre materyaldeki ipuçlarının sınırlı olması ve materyal ile problem çözme öğrencilerin problem çözme alışkanlıklarına uymaması dezavantajları vardır. Öğrencilerin bu durumu ifade eden bazı cümleleri şu şekildedir:

Belirli bir şeyi anlatıyor bilgisayar bir konuda, hocaya farklı bir şey de sorabiliriz. Farklı bir yönü de olabilir o sorunun. Oradaki ipuçlarından farklı bir şeye daha ihtiyaç

duyabiliriz... Hocaya sormak daha faydalı olabilir, daha farklı şeyler olabilir materyaldekilerden.

Daha çok sınıf ortamında çözülmesini isterim, bilgisayar ortamında çözmeye pek şey değilim. Kâğıt kalem üzerinde çözmek daha alıştığım bir yol. İstediginde karalayabiliyorsun, işte yazıp çiziyorsun sorunun üzerinde. Zor sorularda ben bazen üstünü çizerek daha iyi anlıyorum.

Oturumlarda öğrenciler materyali kullanarak bir ders saatinde üç ya da dört problem çözmüşlerdir. Bu sürede bazı öğrenciler tam zamanında problemleri çözmüş, bazıları problemlerin çözümlerini erken bitirmiş, bazıları ise problemleri oturum süresince çözememişler ve bazen teneffüsleri de kullanmışlardır. Gözlenen bu durumdan ve öğrencilerin mülakatlarda belirttikleri ifadelerden materyal ile problem çözerken güçlük çektikleri anlaşılmaktadır. Tablo 5'te görüldüğü öğrencilerin materyal ile problemleri çözerken güçlük çekmelerinin nedenlerinin geliştirilen materyalden ve öğrencilerden kaynaklandığı belirlenmiştir. Materyalin alışıldan farklı bir ortam sunması, içerdiği problemlerin farklı olması materyalden kaynaklanan nedenler iken; bilgi eksikliği, dikkat eksikliği, işlem hatası yapma, kişisel/duyuşsal özellikler ise öğrenciler ile ilgili nedenler olarak ifade edilmiştir. Öğrencilerin materyalin özelliklerinden dolayı problem çözerken güçlük yaşadıklarını belirten ifadelerinden bazıları aşağıda belirtildiği gibidir:

Farklı geldi bilgisayarda çözmek. Daha önce bilgisayarda çözememiştim hiç. Bir de ben sorunun altını çizme gibi bir huyum vardır. Sorunun altını çizmeden anlayamam o yüzden.

Yani mesela biz genelde kütle olarak düşündüğümüz için m/s cinsinden kullanıyoruz ama bir arabanın hızını hesaplarken bazen km/h de kullanıyoruz. Mesela şu sorularda çok kişi burada birim dönüşümünü yapmadan çözdüğü zaman yanlış çözüyor... Biraz daha düşünmek gerekiyor bunlarda günlük hayata uyarlamak.

Öğrencilerin materyal ile problem çözerken güçlük çekme nedenlerinin kendilerinden kaynaklandığını ifade eden cümlelerinden bazıları şu şekildedir:

Mesela hızlanan ya da yavaşlayan harekette başına ne koyacaktık, mesela yer değiştirmeyi falan nasıl bulacaktık gibi karmaşıklıklar yaşayabiliyordum. Aslında o anki öğrencinin şeyine bağlı. Mesela bazı oluyor kafamız çok dolu oluyor, bir şey oluyor ya da böyle öğrenci stresli oluyor. Yani onlar etkiliyor aslında. Mesela biz problemi çözerken yani genel anlamda öğrenci olarak, problemi çözerken mesela 72 km/h falan yazacağına direkt 72 yazıp, direkt birimleri yazmadan kabataslak bir işlem yapıyoruz... Biri km biri m o zaman yanlış oluyor. İşleme dökerken yanlış işlem yapıyorum, işlem hatası oluyor. Öyle karışıklıklar olabiliyor.

Öğrencilere teknoloji destekli problem çözme materyalinin daha faydalı ve işlevsel olmasına yönelik bazı önerilerde bulunmuşlardır. Öğrencilerin önerileri genel olarak Tablo 5'teki gibi özetlenebilir.

Tablo 5
Materyalin Geliştirilmesine Yönelik Öneriler

Önerinin konusu	Öneriler
İçerik	- Problemlerin seviyelerinin değiştirilmesi
	İpuçlarının düzenlenmesi
	- Model çözümün aşamalar şeklinde sunulması
	- Model çözüme sesli anlatımın eklenmesi
	- Problemin çözüm adımları ipucunun detaylandırılması

	- Problem durumunun daha anlaşılır şekilde ifade edilmesi ipucunun detaylandırılması
	<i>İpuçlarının eklenmesi</i>
	- Grafiklerin çizilmesinin anlatımının eklenmesi
	- Probleme istenilen cümlenin ya da kelimenin açıklamasının eklenmesi
Kullanım şekli	- Öğretmen eşliğinde sınıfta kullanılması
	- Etütlerde kullanılması
Tasarım	- Daha ilgi çekici hale getirme

Tablo 5'te görüldüğü gibi öğrencilerin önerileri materyalin içeriğine, kullanım şekline ve tasarımına yönelik olmak üzere üç temel bölümde toplanabilir. İçeriğine yönelik öneriler genel olarak problemlerin seviyelerinin değiştirilmesi, ipuçlarının düzenlenmesi ve ipuçlarının eklenmesi ile ilgilidir. Bu önerileri belirten bazı öğrenci ifadeleri aşağıdaki gibidir.

Probleme benzer, daha basitleştirilmiş yani ilk düzey bir problem verse, mesela o zaman o problemi anlamış olsak onun üzerinden o çözemediğimiz probleme odaklansak. Olabilir yani böyle bir şey.

Cevabı vermese orada sadece problemin bir bölümünü verse. Mesela yazılımda bir bölümünü verse çözümün... Çözümünün bir bölümünü, mesela giriş kısmını verse. Öğrenci onun devamını getirirse, ona bakarak anlasa problemi... Sesli olsa mesela karşılıklı konuşur gibi olsa, çok daha güzel olur açıkçası. Hem daha kolay anlarsınız. Daha iyi olması için, dediğim gibi daha anlaşılır şekilde ifade edilmesi ve çözüm adımları kısmı daha zenginleştirebilir. Hani biraz daha ayrıntıya girilebilir en azından çözüm adımları butonunda... Belki şu çözüm adımlarının maddeleri artırılabilir. Çünkü şey, çözüm adımlarına da baktım, yani şey kısa tutulmuş adımlar. Hani belki daha fazla yardımcı olabilecek şekilde adımlar artırılabilir.

Öğrencilerin materyalin kullanım şekline yönelik önerileri ise öğretmen eşliğinde ve etütlerde kullanımına yöneliktir. Bu önerilerini öğrenciler aşağıdaki cümlelerle ifade etmişlerdir:

Mesela biz tek başımıza olduğumuz zaman çözmek isteriz fakat öğretmen olduğu zaman gerek yok buna. Öğretmen zaten anlattığı için yaptığı için. Ders yerine değil de etüt gibi olduğu zamanlarda kullanmak iyi olur.
Öğretmenin anlatmasından daha etkileyici olabilir. Ama yani öğretmen şart, onun anlatması da şart.

Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Yapılan araştırmanın sonucunda 10. sınıf fizik dersinde problem çözerken kullanılacak bir teknoloji destekli problem çözme materyali geliştirilmiştir. Problem çözmeye yönelik BDÖ materyallerinde hem problem çözme hem de problemi çözmek için gereken bilgilere yer verilmektedir (Uşun, 2004). Bu nedenle Bilgisayar Destekli Problem Çözme Materyallerinin (BDPÇM) tasarlanması ve geliştirilmesi diğer BDÖ materyallerine göre daha zordur. BDÖ ile problem çözme sürecini görüntüleme/belirleme amaçlanıyorsa; öğrencilerin izlediği adımları kaydeden, çözümle ilgili öğrencilerin güçlük çektiği problem çözme aşamalarına yönelik destek içeren problem çözme materyalleri tasarlanmalıdır. BDPÇM kullanılırken izlenen adımlar öğrencinin kendisine bağlıdır, bu nedenle BDPÇM öğrencilere sahip oldukları bilgiler hakkında keşif fırsatı verir (Demirci, 2003). Bunu sağlamak için öğrenen ihtiyaçlarının iyi belirlenmesi gerekir. Yapılan çalışmada bu bölüm oldukça uzun zaman almış (yaklaşık 1,5 yıl) ve uğraş gerektirmiştir. Bu nedenle BDPÇM tasarlanırken başarılı bir ekip ile çalışılması önerilir.

Geliştirilen materyalde problem durumunun canlandırılması ipucunda ve fizik bilgisi ipucunda animasyonlara yer verilmiştir. Animasyonların öğrenme ortamlarında kullanılmasının birçok faydası olduğu bilinmektedir (Gündüz Bahadır, 2012; Arıcı ve Dalkılıç, 2006). Araştırmalarda genellikle

animasyonların kullanılmasının akademik başarıya ya da kavramsal öğrenmeye etkisi araştırılmış ve olumlu sonuçlara ulaşılmıştır (Tezcan ve Yılmaz, 2003; Özmen, Demircioğlu ve Demircioğlu, 2009; Daşdemir ve Doymuş, 2012a, 2012b; Daşdemir, 2013). Animasyonların kullanılmasının problem çözüme ile ilişkisini araştıran çalışmalara yapılan literatür taramasında ulaşılamamıştır. Daşdemir (2013) ile Daşdemir ve Doymuş (2012a) yaptıkları çalışmalarda, öğrencilerin animasyonların konuyla ilgili problem çözümünde kendilerine yardımcı olduğunu düşündüklerini belirlemişlerdir. Yapılan araştırmada, öğrenciler genellikle animasyonun yer aldığı ipucunu problemi anlamak için kullandıklarını belirtmişlerdir. Sadece bir öğrenci animasyonun olduğu ipucunu problemi anlamak için değil, animasyondaki kişinin koşma şeklinin nasıl olduğunu merak ettiği için kullandığını ifade etmiştir. Bu durum öğrencilerin canlandırmadaki nesnelere, kişiler veya renkler gibi özelliklerine odaklanabileceğini; dikkatlerinin çözümden farklı yöne dağılabileceğini göstermektedir. Kozhevnikov, Hegart ve Mayer (1999), zihinde canlandırmanın fiziki anlama ve problem çözüme önemli bir rol oynadığını ifade etmişler ve canlandırmayı iki şekilde ele almışlardır. Birincisi, problemdeki verilenlerin şekli, rengi gibi özelliklerin canlandırılması; diğeri ise problemde sunulan durumun/olayın canlandırılmasıdır. Aynı araştırmacılar, olayın canlandırılmasının fizik problemlerini çözmeyi olumlu etkilediğini ancak canlandırmada kullanılan objelerin problem çözümünü olumsuz etkileyebileceğini belirtmişlerdir. Problem çözüme sürecinin olumlu yönde etkilenmesi için araştırmacıların belirttiği ikinci tür canlandırmaların kullanılmasına dikkat edilebilir.

Literatürde, BDÖ ile ilgili deneysel desenle yürütülmüş ve deney grubu lehine sonuçlara ulaşılmış birçok araştırma olduğu (Tezcan ve Yılmaz, 2003; Karamustafaoğlu, Aydın ve Özmen, 2005; Gök, 2010; Karadeniz Bayrak ve Bayram, 2010; Gül ve Yeşilyurt, 2011; Avramiotis ve Tsaparlis, 2013) bilinmektedir. Bununla birlikte BDÖ ile öğrencilere problem çözüme sürecinde ipucu sunarak, bu konu hakkında öğrencilerin görüşlerinin alındığı araştırmalara literatürde yeterince yer verilmediği görülmektedir. Tablo 4'te görüldüğü gibi, öğrenciler geliştirilen materyal ile problem çözümenin aktif katılım, ilgi çekme, kalıcı öğrenme, öğrenenin hızına uygun öğretim, bilgiye ulaşma kolaylığı gibi avantajlara sahip olduğunu ifade etmişlerdir. Literatürde, BDÖ'nün benzer avantajlara sahip olduğunu ifade eden çalışmalara rastlamak mümkündür (Demirci, 2003; Uşun, 2004). Belirtilen avantajlarından dolayı, öğrencilerin derslerde materyali kullanmak istedikleri düşünülmektedir.

Öğrenciler, materyal ile problem çözerken aktif olmalarının öğrendiklerinin daha kalıcı olmasına yardımcı olduğunu belirtmişlerdir. Bu bulgu, öğrencilerin problem çözerken aktif olmasının onların problem çözüme becerilerinin gelişimine olumlu katkılarda bulunduğunu belirten araştırmalar ile örtüşmektedir (Hançer ve Yalçın, 2009; Aydede, Kesercioğlu ve Arabacıoğlu, 2010; Karaduman ve Emrahoğlu, 2011).

Bazı öğrenciler, öğretmene sınıfta soru sormaktan çekindiklerini belirtirken; materyal ile problem çözerken bu sorunu yaşamadıklarını belirtmişlerdir. Benzer şekilde Arslan (2003) yaptığı çalışmada, bilgisayarın öğrenme-öğretim sürecinde kullanıldığında, arkadaş baskısı ve eleştirisi olmadığı için daha rahat çalışma ortamı imkânı sunduğu sonucuna ulaşmıştır. Öğrenme ortamlarının öğrencilerin rahatça soru sorabilecekleri, arkadaşlarından çekinmedikleri şekilde organize edilmesine dikkat edilmesi gerekmektedir (Keller, 1998; Fouche, 2013). Öğrencilerin materyal ile problem çözerken, güçlük çektikleri adımlara yönelik ipuçlarına rahatça ulaşabilmelerinden dolayı, öğrencilere rahat bir öğrenme ortamı sağlandığı söylenebilir.

Öğrenciler, materyalin bireysel hızda öğretimi sağlamasını beğendiklerini ifade etmişlerdir. Bilgisayarların eğitim öğretim sürecinde kullanılmasının bilinen bir avantajı, bireysel öğrenme hızlarında öğretime fırsat sunmasıdır (Arslan, 2003; Demirci, 2003; Uşun, 2004; Kara, 2009). Öğrencilerin düşünceleri, materyalin de bu avantajı sağladığını göstermektedir.

Öğrenciler, problem çözerken bir noktada güçlük çektiklerinde defterlerini veya kitaplarını karıştırdıklarını, arkadaşlarına ya da öğretmenlerine sorduklarını ifade etmişlerdir. Bu durum, onlar için zaman alıcı ve bazen sıkıcı olmaktadır. Benzer şekilde Gök (2012) çalışmasında, öğrencilerin hem öğretmeni dinleyip hem de not tutmakta güçlük çektiklerini; problem çözerken bir bilgiye ulaşmak istediklerinde defter ya da kitap karıştırmak zorunda kaldıklarını, bu durumun da zaman aldığını belirtmiştir. Bu nedenle öğrenciler materyal ile problem çözerken ihtiyaç duydukları bilgiye/ ipucuna kolayca ulaşabilmelerini beğenmişlerdir.

Öğrencilerin ifade ettiği materyalin başka bir iyi yönü ise, materyal ile problem çözümenin dikkat çekici olduğudur. Öğrenciler, BDÖ materyallerinin öğrenmelerinde daha etkili olduğu ve dersleri ilgi çekici hale getirdiğini düşünmektedirler (Yiğit ve Akdeniz, 2003; Keleş, 2007; Aydede ve diğ. 2010).

Geleneksel öğrenme ortamlarında, derse karşı dikkatleri çabuk dağılan öğrenciler derslerden sıkılabilmektedirler (Tezcan ve Yılmaz, 2003; Arıcı ve Dalkılıç, 2006). Dikkatlerinin dağılması, Gündüz Bahadır'ın (2012) da ifade ettiği gibi öğrencilerin konuları zihinde canlandırmada güçlük çekmelerine neden olmaktadır. Literatürde, animasyon kullanımının öğrencilerin motivasyonunu artıracığı ve öğrenmenin daha etkili olmasına katkı sağlayacağı ifade edilmektedir (Çalışkan, 2002). Materyaldeki bazı ipuçlarının animasyonlar içermesi, öğrenciler için problem çözmeyi dikkat çekici olarak nitelendirmiş olabilir.

Öğrencilerin teknoloji destekli problem çözme materyali ile problem çözmenin avantajlarına yönelik görüşleri dikkate alındığında; öğrencilerin problem çözerken aktif olmalarının sağlanması ve derslerde sadece birkaç öğrencinin katılımına izin verilmemesi önerilebilir. Bununla birlikte öğrencilere problem çözümüyle uğraşmaları için yeterince zaman verilmeli, bu zaman sürecinde sınıfta sessizlik sağlanmalı ve çözümü tamamlayan öğrencilerin cevabı söylememeleri için gerekli tedbirler alınmalıdır.

Öğrencilerin materyal ile problem çözerken beğenmediği özellikler de olmuştur. Bunlardan biri sunulan ipuçlarının ve kullanılan problem çözme yöntemlerinin sınırlı olmasıdır. Bu nedenle öğrencilerin önerileri, Tablo 5'te görüldüğü gibi, ipuçlarının düzenlenmesi veya bazı ipuçlarının eklenmesine yönelik olmuştur. Öğrencilerin materyaldeki ipuçlarını sınırlı görmelerinin nedeni öğrencilerin alıştıkları problem çözme yolunu görmek istemeleri ve materyalin bazen problemi çözebilmeleri için yeterince yardımcı olamaması olabilir. Kuzu (2011) bireysel problem çözme yöntemlerini geliştirmiş öğrencilere problem çözme yazılımlarıyla eğitim verilmesinin olumsuz sonuçları olabileceğini ifade etmiştir. Bu durumun nedeni, öğrencilerin alıştıklarından farklı bir yöntemle problemleri çözmekte zorlanmaları olabilir. Materyalin problemi çözebilmeleri için öğrencilere bazen yeterince yardımcı olamaması ise, BDÖ'nün "ihtiyaçlara karşılık verememe ihtimali" olarak bilinen bir dezavantajından kaynaklanmaktadır (Demirci, 2003). Bilgisayarlardan öğretimi sağlaması için değil, öğretimi kolaylaştırması için faydalanılmasının asıl sebebi de bu durumdur. En mükemmel şekilde tasarlanan bir BDÖ materyali, öğrencilerin ihtiyaçlarını öğretmenden daha iyi karşılayamaz. BDÖ'nün aynı anda birçok öğrenci ile etkileşime geçmeyi sağlama avantajının yanında, öğrencilerin ihtiyaçlarını karşılayamama ihtimalinin olduğu da göz ardı edilemez bir gerçektir (Demirci, 2003).

Öğrenciler alıştıkları öğrenme ortamından farklı bir ortamda problem çözmüşlerdir. Öğrenciler, sınıfta problem çözerken güçlük çektikleri noktaları öğretmene ya da arkadaşlarına sorabilmektedirler. Materyal ile problem çözerken ise öğrenciler sorularına doğrudan cevap bulamamaktadırlar. Öğrencilerin önce güçlük çektikleri noktaları ve o güçlüğü aşmak için yardımcı olabilecek ipucunu belirlemesi gerekmektedir. Bu nedenle, öğrencilerin tek başına, aktif şekilde problemleri çözmekte güçlük çektikleri; bilgisayar tarafından sunulan ipucunun haricinde öğretmen ya da öğrencilerin yardımına da ihtiyaç duymuş olabilecekleri söylenebilir. Öğrencilerin materyalin öğretmenlerinin de olduğu ortamlarda ya da etütlerde kullanılması gibi önerilerinin olması da, onların problem çözerken tek başına kalmak istememelerini göstermektedir. Soong (2008) yaptığı çalışmada benzer sonuçlar elde etmiştir. Araştırmacı öğrencilerin kendi aralarında takma isimlerle konuşmalarına olanak sunan web destekli ortamda problem çözmelerini incelemiş ve bu işbirliğinin problemleri çözmelerine yardımcı olduğunu belirlemiştir.

Geliştirilen materyal sayesinde öğrenciler problem çözme süreci boyunca ve sonunda ihtiyaç duydukları desteklere ipuçları aracılığı ile ulaşabilmektedirler. Farklı araştırmalarda problem çözme süreci boyunca farklı aşamalarda öğrencilere yardım sunmanın onların problem çözme becerilerini geliştirebileceği tespit edilmiştir (Azevedo ve Hadwin, 2005; Chang, Sung ve Lin, 2006; Harskamp ve Suhre, 2007; Pol, Harskamp, Suhre ve Goedhart, 2008; Jacobse ve Harskamp, 2009; Pol, 2009; Beal ve Stevens, 2011; Panaoura, 2012). Benzer şekilde öğrencilerin, materyal ile problem çözerken faydalandıkları ipuçları hem problemi çözmelerine hem de ipucunun içeriğini veya işlevini öğrenmelerine katkı sağlamış olabilir. İpuçlarının içeriğinin veya işlevinin öğrenilmesi, problem çözme stratejilerinin öğrenilmesini sağlar. Böylece, öğrenciler bir problemle karşılaştıklarında uygulayacakları stratejiyi belirleyerek kullanabilme becerisi kazanabilirler. Öğrencilerin problem çözme becerileri gelişir ve problem çözme performansları artar. Bu şekilde geliştirilen materyallerin öğrencilerin ipuçlarının içeriğini, işlevini öğrenmelerine, problem çözme performanslarına etkisi farklı bir araştırma ile incelenebilir.

Panaoura (2012) yaptığı çalışmada, öğrencilerin matematik problemlerini çözerken belli bir modeli takip ettikleri ve güçlük çektikleri noktalarda ihtiyaç duydukları ipuçlarını kullanabildikleri bir programın, öğrencilerin problem çözmeye güçlü ve zayıf oldukları noktaları öğrenmelerine yardımcı olduğunu belirlemiştir. Benzer şekilde öğrencilerin materyal kullanarak problem çözmeleri, kullanacakları ipuçlarına karar vermek için kendi problem çözme süreçleri üzerinde düşünmeleri, kendi eksiklerini belirlemeye çalışmaları problem çözme süreçleri hakkındaki farkındalıklarının artmasını sağlamış olabilir. Öğrencilerin ipucu kullanmadan çözemedikleri problemleri, materyaldeki bir ya da birkaç ipucunu kullanarak çözebilmeleri ise onların problem çözmeye karşı özgüvenlerini ve tutumlarını etkilemiş olabilir. Bu şekilde geliştirilen bir materyalin kullanımının öğrencilerin problem çözme süreçleri hakkındaki farkındalıklarına, problem çözmeye karşı özgüvenlerine ve tutumlarına etkisinin araştırılması farklı birer araştırma konusu olabilir.

Araştırmacılara, diğer fizik konularında problem çözme sürecinde öğrencilere ihtiyaç duyabilecekleri destekleri sağlayan, süreç sonunda cevaplarını kontrol etme ve diğer çözüm yollarını görebilme fırsatı sunan bilgisayar destekli problem çözme materyallerinin geliştirilmesi önerilebilir. Farklı fizik konuları ile ilgili problemleri çözmek için öğrenciler farklı ipuçlarına ihtiyaç duyabilir. Öğrencilerin ihtiyaç duydukları ipuçlarının çok iyi belirlenmelidir. Öğrencilerin problem çözümlerinden sonra buldukları cevabı girerek çözümlerinin doğruluğunu görebilecekleri simülasyonlar eklenebilir. Bu simülasyonlarda öğrencilerin belirtilen büyüklükleri öğrencilerin belirlemesi, öğrencilerin problemde verilenleri sembolleştirme becerilerine katkıda bulunabilir.

BDÖ materyalleri tasarlanırken genellikle bir öğretim yöntemi/modeli dikkate alınmaktadır. Bu araştırmada böyle bir öğretim/yöntemi modeli temel alınmamıştır. Bunun nedeni problem çözerken öğrencilerin belirli bir çözüm yolunu izlemek zorunda bırakılmaması gerektiğidir. Bu durum öğrenci seviyesine göre değişebilir. Fizik dersindeki başarısı düşük olan ve problem çözmeye başarılı olmayan öğrenciler bir yönlendirmeye ihtiyaç duyabilir. Bu nedenle bilgisayar destekli problem çözme materyalleri geliştirilirken kullanacakları öğrencilerin seviyelerine göre yönlendirme seviyesi ayarlanabilir.

Kaynaklar

- Akdeniz, A.R., Yiğit, N. ve Kurt. Ş. (2002). Yeni fen bilgisi öğretim programı ile ilgili öğretmenlerin düşünceleri. http://old.fedu.metu.edu.tr/ufbmek/5/b_kitabi/PDF/Fen/Bildiri/t93d.pdf adresinden 12 Mayıs 2013 tarihinde edinilmiştir.
- Akpınar, Y. (2005). *Bilgisayar destekli eğitimde uygulamalar* (2. Baskı). Ankara: Anı Yayıncılık.
- Aktaş, V. (2012). *Her yönüyle C# 4.0*. İstanbul: Kodlab Yayıncılık.
- Aktepe, V. (2011). Sınıf öğretmenlerinin derslerinde bilgisayarı kullanımlarına ilişkin görüşleri. *Ahi Evran Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12(3), 75-92.
- Algan, S. (2003). *Her yönüyle C#*. İstanbul: Pusula Yayıncılık.
- Arıcı, N. ve Dalkılıç, E. (2006). Animasyonların bilgisayar destekli öğretime katkısı: bir uygulama örneği. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 14(2), 421-430.
- Arslan, Ç. (2002). İlköğretim yedinci ve sekizinci sınıf öğrencilerinin problem çözme stratejilerini kullanabilme düzeyleri üzerine bir çalışma. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Uludağ Üniversitesi, Bursa.
- Arslan, B. (2003). Bilgisayar destekli eğitime tabii tutulan ortaöğretim öğrencileriyle bu süreçte eğitici olarak rol alan öğretmenlerin BDE'e görüşleri. *The Turkish Journal of Educational Technology*, 2(4), 67-75.
- Avramiotis, S. and Tsapalis, G. (2013). Using computer simulations in chemistry problem solving. *Chemistry Education Research and Practice*, 14, 297-311.
- Aydede, M. N., Kesercioğlu, T. and Arabacıoğlu, S. (2010). Students' opinions regarding the usage of computer technologies in constructivist learning. *International Journal of Human Sciences*, 7(1), 1113-1123.
- Azevedo, R. and Hadwin, A.F.(2005). Scaffolding self regulated learning and metacognition: Implications for the design of computer based scaffolds. *Instructional Science*, 33, 367-379.
- Babakhani, N. (2011). The effect of teaching the cognitive and meta cognitive strategies (self instruction procedure) on verbal math problem solving performance of primary school students with verbal problem solving difficulties. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 15, 563-570.

- Bağcı, N., Gülçiçek, Ç. ve Moğol, S. (2004). Fizik konularının öğretiminde alternatif çözümlerin öğrenci başarısına etkisi. *Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 16(1), 49-59.
- Beal, C.R. and Stevens, R.H. (2011). Improving students' problem solving in a web based chemistry simulation through embedded metacognitive messages. *Technology, Instruction, Cognition and Learning*, 8(3), 255-271.
- Bozan, M., Küçüközer, H. ve Işıldak, R.S. (2008). İlköğretim 7. sınıf öğrencilerinin basınç ünitesi hakkında tutumları ve onların üst bilişsel problem çözme becerileri. *e-Journal of New World Sciences Academy Social Sciences*, 3(2), 161-174.
- Chang, K.E., Sung, Y.T. and Lin, S.F. (2006). Computer assisted learning for mathematical problem solving. *Computers & Education*, 46, 140-151.
- Clement, J. (2000). Analysis of clinical interviews: foundations and model viability. In Lesh, R. and Kelly, A. (Ed.), *Handbook of research methodologies for science and mathematics education* (p. 341-385). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Crisostomo, A. (2010). Students' conceptual understanding and problem solving difficulties in physics using a concept based problem solving strategy. *The International Journal of Learning*, 17(6), 165-174.
- Çalışkan, S. (2007). Problem çözme stratejileri öğretiminin fizik başarısı, tutumu, öz yeterliği üzerindeki etkileri ve strateji kullanımı. Yayınlanmamış doktora tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Çalışkan, S. (2002). Uzaktan eğitim web sitelerinde animasyon kullanımı. http://aof20.anadolu.edu.tr/bildiriler/Sabahattin_Caliskan.doc adresinden 5 Ocak 2014 tarihinde edinilmiştir.
- Çiftçi, S., Taşkaya, S. M. ve Alemdar, M. (2013). Sınıf öğretmenlerinin FATİH projesine ilişkin görüşleri. *İlköğretim Online*, 12(1), 227-240.
- Daşdemir, İ. (2013). Animasyon kullanımının öğrencilerin akademik başarılarına, öğrenilen bilgilerin kalıcılığına ve bilimsel süreç becerilerine etkisi. [Özel sayı] *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 21(4), 1287-1304.
- Daşdemir, İ. ve Doymuş, K. (2012a). 8. Sınıf kuvvet ve hareket ünitesinde animasyon kullanımının öğrencilerin akademik başarılarına, öğrenilen bilgilerin kalıcılığına ve bilimsel süreç becerilerine etkisi. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 1(1), 77-87.
- Daşdemir, İ. ve Doymuş, K. (2012b). Fen ve teknoloji dersinde animasyon kullanımının öğrencilerin akademik başarılarına, öğrenilen bilgilerin kalıcılığına ve bilimsel süreç becerilerine etkisi. *Pegem Eğitim ve Öğretim Dergisi*, 2(3), 33-42.
- Demirci, N. (2003). *Bilgisayarla etkili öğretme stratejileri ve fizik öğretimi* (1.Baskı). Ankara: Nobel Yayıncılık.
- Demirci, N. (2004). Web tabanlı fizik programı kullanarak öğrencilerin kuvvet ve hareket konularındaki başarı ve kavram yanılgıları üzerine bir çalışma. *Eğitim ve Bilim*, 29(131), 61-69.
- Fouche, J. (2013). Rethinking failure, *Science Teacher*, 80(8). 45-49.
- Gelişken, U. (2010). *Adobe flash CS5/5.5 ActionScript 3.0*. İstanbul: Kodlab Yayıncılık.
- Gök, T. (2006). *Fizik eğitiminde işbirlikli öğrenme gruplarında problem çözme stratejilerinin öğrenci başarısına, başarı güdüsü ve tutumu üzerindeki etkileri*. Yayınlanmamış doktora tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Gök, T. (2010). A new approach: Computer assisted problem solving systems. *Asia Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 11(2), 1-22.
- Gök, T. (2012). Real time assesment of problem solving of physics students using computer based technology. *Hacettepe Eğitim Fakültesi Dergisi*, 43, 210-221.
- Gökkurt, B. ve Soylu, Y. (2013). Öğrencilerin problem çözme sürecinde anlam bilgisini kullanma düzeyleri. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 21(2), 469-488.
- Gül, Ş. ve Yeşilyurt, S. (2011). Yapılandırmacı öğrenme yaklaşımına dayalı bilgisayar destekli öğretimin öğrencilerin tutumları ve başarıları üzerine etkisi, *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 5(1), 94-115.
- Gündüz Bahadır, E. B. (2012). Animasyon tekniği ve 5 E öğrenme modelinin 8. Sınıf “yaşamımızdaki elektrik” ünitesinin işlenmesinde akademik başarı, tutum ve eleştirel düşünebilme yeteneklerine etkisinin araştırılması. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Gündüz, Ş. (2008). Fizik problemlerini çözme performansının teşhise yönelik değerlendirilmesinde bir model geliştirilmesi. Yayınlanmamış doktora tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.

- Güneş, F. (2012). Eğitimde sesli düşünme. *Akademik Araştırmalar Dergisi*, 14(55), 83-104.
- Gürçan Töre, C. (2007). İlköğretim 6. sınıf öğrencilerinin problem çözme sürecini bilme ve uygulama düzeylerinin araştırılması. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir.
- Güzeller, C. ve Korkmaz, Ö. (2007). Bilgisayar destekli öğretimde bir ders yazılımı değerlendirmesi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 15(1), 155-168.
- Hançer, A.H. ve Yalçın, N. (2009). Fen eğitiminde yapılandırmacı yaklaşıma dayalı bilgisayar destekli öğrenmenin problem çözme becerisine etkisi. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 29(1), 55-72.
- Harskamp, E.G. and Suhre, C.J. (2007). Schoenfeld's problem solving theory in a student controlled learning environment. *Computers & Education*, 49, 822-839.
- Hsu, L. and Heller, K. (2005). Computer problem solving coaches, *American Institute of Physics Conference Proceedings*, 790, 197-201.
- İlgaz, H. ve Usluel, Y. (2011). Öğretim sürecine BİT entegrasyonu açısından öğretmen yeterlikleri ve mesleki gelişim. *Eğitim Bilimleri ve Uygulama*, 10(19), 87-106.
- Jacobse, A.E. and Harskamp, E.G. (2009). Student controlled metacognitive training for solving word problems in primary school mathematics. *Educational Research and Evaluation*, 15(5), 447-463.
- Jonassen, D.H. (2000). Toward a design theory of problem solving. *Educational Technology Research & Development*, 48(4), 63-85.
- Kara, Y. (2009). Özel öğretici yazılımın kullanıldığı bilgisayar destekli öğretim yönteminin öğrenci başarısına, kavram yanlışlarına ve tutumlarına etkisi. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 29(3), 651-672.
- Karadeniz Bayrak, B. and Bayram, H. (2010). The effect of computer aided teaching method on the students' academic achievement in the science and technology course. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 9, 235-238.
- Karaduman, B. ve Emrahoğlu, N. (2011). "Maddenin tanecikli yapısı" ünitesinin öğretiminde, bilgisayar destekli ve bilgisayar temelli öğretim yöntemlerinin, akademik başarı ve kalıcılığa etkisi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 19(3), 925-938.
- Karal, H. Çebi, A., Pekşen, M. ve Turgut Y. E. (2010). Sözel problemlerin anlamlandırılması ve çözümünde web tabanlı eğitsel simülasyonların etkisi. *Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 9(1), 147-162.
- Karamustafaoğlu, O., Aydın, M. ve Özmen, H. (2005). Bilgisayar destekli fizik etkinliklerinin öğrenci kazanımlarına etkisi: Basit harmonik hareket örneği. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 4(4), 67-81.
- Karataş, İ. ve Güven, B. (2003). Problem çözme davranışlarının değerlendirilmesinde kullanılan yöntemler: Klinik mülakatın potansiyeli. *İlköğretim Online*, 2(2), 2-9.
- Karataş, İ. ve Güven, B. (2004). 8. sınıf öğrencilerinin problem çözme becerilerinin belirlenmesi: Bir özel durum çalışması. *Milli Eğitim Dergisi*, 163, 1-10.
- Kartal Taşoğlu, A. (2009). Fizik eğitiminde probleme dayalı öğrenmenin öğrencilerin başarılarına, bilimsel süreç becerilerine ve problem çözme tutumlarına etkisi. Yayınlanmamış doktora tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Keleş, E. (2007). Altıncı sınıf kuvvet ve hareket ünitesine yönelik beyin temelli öğrenmeye dayalı web destekli öğretim materyalinin geliştirilmesi ve etkililiğinin değerlendirilmesi. Yayınlanmamış doktora tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Keller, R. (1998). Teaching problem solving skills. *center for teaching and learning, university of north carolina at chapel hill*, <http://cfe.unc.edu/pdfs/FYC20.pdf> adresinden 18 Mart 2012 tarihinde edinilmiştir.
- Kılıçer, K. (2008). Teknolojik yeniliklerin yayılmasını ve benimsenmesini arttıran etmenler. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 8(2), 209-222.
- Kim, M. C. and Hannafin, M.J. (2011a). Scaffolding problem solving in technology enhanced learning environments (TELEs): Bridging research and theory with practice. *Computers & Education*, 56, 403-417.
- Kim, M. C. and Hannafin, M.J. (2011b). Scaffolding 6th graders' problem solving in technology enhanced science classrooms: A qualitative case study. *Instructional Science*, 39(3), 255-282.

- Kozhevnikov, M., Hegarty, M. ve Mayer, R. (1999). Students' use of imagery in solving qualitative problems in kinematics. <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED433239.pdf> adresinden 8 Şubat 2014 tarihinde edinilmiştir.
- Kuzu, A. (2011). Çoklu ortam uygulamalarının kuramsal temelleri. Ö.Ö. Dursun ve H.F. Odabaşı (Ed.), Çoklu ortam tasarımı içinde (s.1-33). Ankara: PegemA Yayıncılık.
- Lee, K.L., Tan, L., Goh, N., Chia, L. and Chin, C. (2000). Science teachers and problem solving in elementary schools in singapore. *Research in Science & Technological Education*, 18(1), 113-126.
- Liu, L. and Velasquezbryant, N. (2003). An information technology integration system and its life cycle what is missing?. *Computers in the Schools*, 20(1 2), 91-104.
- McDermott, L.C. and Redish, E.F. (1999). Resource Letter PER 1: Physics Education Research, *American Journal of Physics*, 67, 755-767.
- MEB. (2007). Ortaöğretim 10. sınıf fizik dersi öğretim programı. Ankara.
- MEB. (2013). Ortaöğretim 10. sınıf fizik dersi öğretim programı. Ankara.
- Ogunleye, A.O. (2009). Teachers' and students' perceptions of students' problem solving difficulties in physics: implications for remediation. *Journal of College Teaching & Learning*, 6(7), 85-90.
- Özmen, H., Demircioğlu, H. and Demircioğlu, G. (2009). The effects of conceptual change texts accompanied with animations on overcoming 11th grade students' alternative conceptions of chemical bonding. *Computers & Education*, 52, 681-695.
- Panaoura, A. (2012). Improving problem solving ability in mathematics by using a mathematical model: A computerized approach. *Computers in Human Behavior*, 28, 2291-2297.
- Pol, H. J. (2009). Computer based instructional support during physics problem solving: A case study for student control. Published Doctoral Thesis, Rijksuniversiteit Groningen, Netherlands.
- Pol, H.J., Harskamp, E.G., Suhre, C.J. and Goedhart, M.J. (2008). The effect of hints and model answers in a student controlled problem solving program for secondary physics education. *Journal of Science Education and Technology*, 17(4), 410-425.
- Reimann, P., Kiskmeier Rust, M. and Albert, D. (2013). Problem solving learning environments and assessment: A knowledge space theory approach. *Computers & Education*, 64, 183-193.
- Soong, B. (2008). Learning through computers: Uncovering students' thought processes while solving physics problems. *Australasian Journal of Educational Technology*, 24(5), 592-610.
- Sutherland, L. (2002). Developing problem solving expertise: The impact of instruction in a question analysis strategy. *Learning and Instruction*, 12, 55-187.
- Tezcan, H. ve Yılmaz, Ü. (2003). Kimya öğretiminde kavramsal bilgisayar animasyonları ile geleneksel anlatım yönteminin başarıya etkileri. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14(2), 18-32.
- Tezci, E. (2009). Teachers' effect on ict use in education: the Turkey sample. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 1, 1285-1294.
- Treffinger, D.J., Selby, E.C. and Isaksen, S.G. (2008). Understanding individual problem solving style: A key to learning and applying creative problem solving. *Learning and Individual Differences*, 18, 390-401.
- Uşun, S. (2004). *Bilgisayar destekli öğretimin temelleri* (2. Baskı). Ankara: Nobel Yayıncılık.
- Uysal, M.P. (2010). Öğretim etkinlikleri kuramı ve BDÖ tasarımına yeni bir dinamik yaklaşım. *Ahi Evran Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 11(2), 75-96.
- Ünsal, Y. ve Moğol, S. (2007). Fizik eğitiminde problem çözmeyle ilgili yazılı kaynaklar dizini. *Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21, 80-88.
- Yazgan, Y. ve Bintaş, J. (2005). İlköğretim dördüncü ve beşinci sınıf öğrencilerinin problem çözme stratejilerini kullanabilme düzeyleri: Bir öğretim deneyi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28, 210-218.
- Yıldırım, A. ve İlhan, N. (2007). Lise öğrencilerinin kimya dersinde öğretilen birimler hakkındaki görüşleri ve deneyimleri. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27(3), 211-219.
- Yiğit, N. ve Akdeniz, A. R. (2003). Fizik öğretiminde bilgisayar destekli etkinliklerin öğrenci kazanımları üzerine etkisi: Elektrik devreleri örneği. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23(3), 99-113.

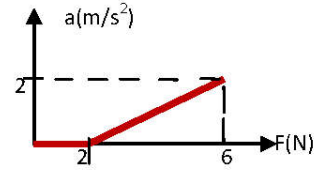
Ekler

Ek-1: Materyalde yer alan problemler

P1- Zehra yatay bir zeminde duran 2 kg kütleli kutuyu, bir süre 10 N'luk yatay kuvvetle itmektedir. Bu itme sonucunda kutu 4 m/s^2 'lik ivme kazanmaktadır. Buna göre, kutuya etki eden sürtünme kuvveti kaç N'dur?

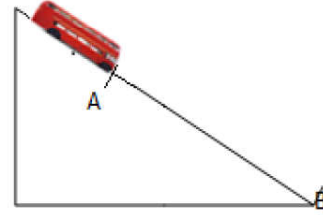
P2- Öğrenciler yatay düzlemde yaptıkları deneyde 1 kg kütleli cisme 8 N'luk yatay kuvvet uyguladıklarında, cismin 5 m/s^2 'lik ivme kazandığını tespit etmişlerdir. Buna göre, deneyin yapıldığı yüzeyin sürtünme katsayısı kaçtır? ($g=10 \text{ m/s}^2$ alınınız)

P3- Yatay düzlemde duran bir takozla kuvvet uygulanarak yapılan deney sonucunda elde edilen verilere göre çizilen ivme-kuvvet grafiği şekildeki gibidir. Deneyin yapıldığı yüzey ile takoz arasındaki sürtünme kat sayısı kaçtır? ($g=10 \text{ m/s}^2$ alınınız)



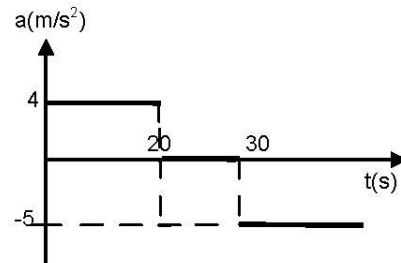
P4- Ahmet çamaşır makinesinin arkasına diş fırçasını düşürmüş ve almak için, 4 s boyunca 20 N'luk yatay kuvvetle makineyi itmiştir. Bu itme sonucunda 10 kg'lık makine 2 m yer değiştirdiğine göre makineye uygulanan sürtünme kuvveti kaç N'dur?

P5- Öğrenciler fizik dersinde yaptıkları deneyde şekilde görüldüğü gibi oyuncak arabayı, arabanın ön ucu A noktasındayken serbest bırakmışlar ve arabanın hareketini gözlemlemişlerdir. Öğrenciler oyuncak arabanın ön ucu B noktasına gelene kadar geçen süreyi 2s ve IABI uzunluğunu 50 cm ölçmüşlerdir. Buna göre, araba B noktasına geldiğinde hızı kaç m/s olur? (Yüzey sürtünmesini ihmal ediniz)



P6- Burak otomobiliyle 72 km/h sabit hızla doğrusal bir yoldan evine giderken, yolunun üzerinde büyük bir taş olduğunu fark etmiş ve frene basmıştır. 2 m/s^2 'lik sabit ivmeyle yavaşladığına göre, Burak yavaşlamaya başladıktan sonra 4 s içinde kaç m yer değiştirmiştir?

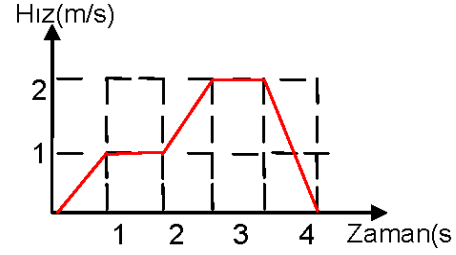
P7- Markete gitmek için arabasına binip yola çıkan Ayşe'nin hareketine ait a-t grafiği şekildeki gibidir. Ayşe giderken yolda bir kedi olduğunu farketmiş ve frene basarak kediye çarpmadan durabilmiştir. Buna göre, Ayşe frene bastıktan sonra durana kadar kaç m yol almıştır?



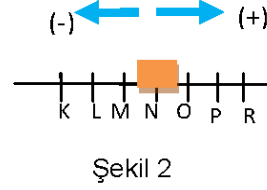
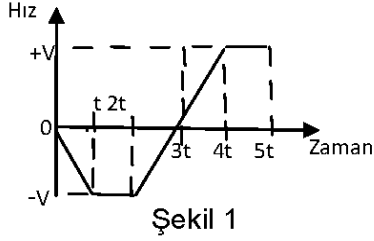
Ek-1'in devamı

P8- Melisa atletizm yarışları için doğrusal bir pistte antrenman yapmaktadır. Melisa'nın harekete başladıktan sonraki ilk 5 s'ye ait hız zaman grafiği şekildeki gibidir.

Buna göre, Melisa 5 s sonunda başlangıç noktasından kaç m uzaklaşmıştır?



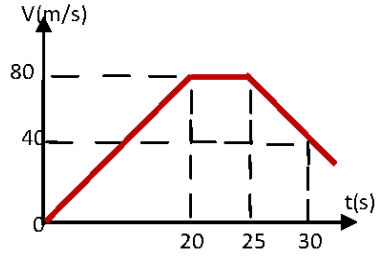
P9 -



Sürtünmenin ihmal edildiği yatay bir düzlemde, bir cisme uygulanan kuvvet ve cismin hareketi arasındaki ilişkiyi gözlemek için yapılan deney sonucunda şekil 1'deki grafik elde edilmiştir. Cisim deney başladığında N noktasında, t süre sonunda M noktasında olmaktadır. Buna göre, 5 t süre sonra cisim hangi noktada bulunur?

(Noktalar arası uzaklıklar eşittir)

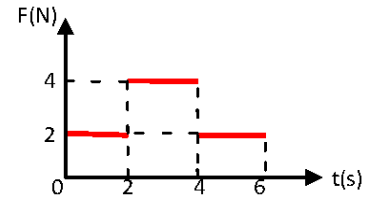
P10- Fatma doğrusal bir yolda kırmızı ışıkta durmaktadır. Yeşil ışığın yanmasıyla başlayan Fatma'nın hareketine ait hız-zaman grafiği şekildeki gibidir. Fatma'nın ilk 30 s'deki ortalama hızı kaç m/s' dir?



P11- Otomobiliyle doğrusal bir yolda sabit bir hızla giden Kenan düzgün yavaşlayarak, yavaşlamaya başladığı andan 10 s sonra durmaktadır. Durmadan önceki 2 s içerisinde 20 m yer değiştirdiğine göre, Kenan'ın yavaşlamaya başlamadan önce sahip olduğu hız değeri kaç m/s'dir?

P12- Yapılan deneyde sürtünmesiz yatay düzlemde duran 500 g'lık kitabı hareket ettirmek için uygulanan yatay kuvvetin zamana bağlı grafiği şekildeki gibidir.

Buna göre, 6. s sonunda kitap kaç m/s lik hızla hareket eder?



P13- Birbirine dik iki yolda bir otomobil ile bir polis aracı vardır. Polis aracı sabit ve 108 km/h hızla kavşağa yaklaşan otomobili kavşakta durdurmak istemektedir. Bunun için polis aracı 625 m uzağında durduğu kavşağa gitmek için 2 m/s^2 ivmeyle hızlanmaktadır. Polis aracı otomobilden 5 s önce kavşağa gelip otomobilin yolunu kestiğine göre, otomobilin kavşağa uzaklığı kaç metredir?

Ek-1'in devamı

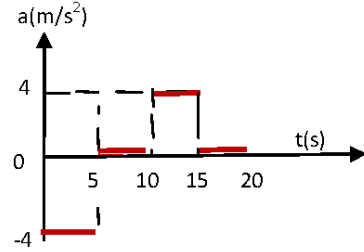
P14- Bir yolda 180 km/h sabit hızla giden bir Mercedes otomobilin önüne 310 m uzaktaki bir benzin istasyonundan aniden bir kamyon çıkmıştır. Mercedesdeki sürücünün kamyonu görmesinden frene basmasına kadar 1 s (refleks zamanı) geçmiştir. Mercedesdeki sürücü 5 m/s^2 lik sabit ivmeyle yavaşlayarak durmuştur. Kamyonun kaç m uzakta durabilmiştir? (Kamyonun yola çıkınca durduğunu varsayınız)

P15 - Bisikletiyle gezen Ahmet 2 m/s lik hızla bir yokuşun yukarisına, 10 m/s hızla gezen Mehmet ise aynı yokuşun aşağısına gelmiştir. Yokuşu Ahmet $0,5 \text{ m/s}^2$ lik sabit ivme ile hızlanarak inerken, Mehmet hızını saniyede $0,5 \text{ m}$ azaltarak çıkmaktadır. Ahmet ve Mehmet 20 s sonra karşılaştıklarına göre yokuşun uzunluğu kaç metredir?

P16- İnişe geçen bir uçağın hızı 60 m/s dir. Uçak tekerlekleri piste değıdikten sonra pist üzerinde sabit hızla 300 m ilerlemiş ve sonra $2,5 \text{ m/s}^2$ ivme ile yavaşlayarak durmuştur. Uçağın piste inişi ile duruşu arasında kaç s geçmiştir?

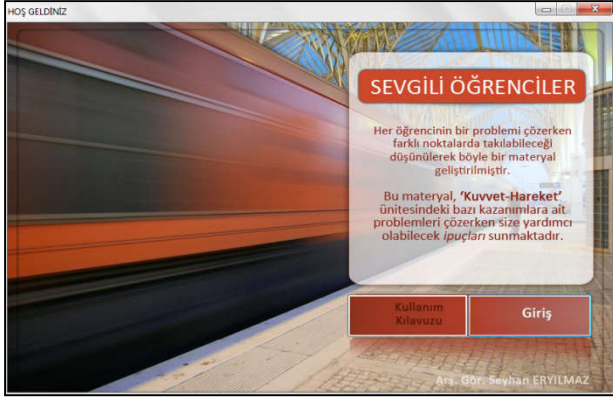
P17- 10 m/s sabit hızla bisikletiyle gezen Ali yavaşlamaya karar vermiş ve pedal çevirmeyi bıraktığında bisiklet yoldaki sürtünme ve rüzgâr direnci etkileriyle $0,2 \text{ m/s}^2$ lik ivmeyle yavaşlamıştır. Bu sabit ivmeyle hareketine devam ettiği düşünülürse, bisikletin hızının 4 m/s 'ye inmesi kaç s sürmüştür?

P18- Şule, Mert'i oluşturduğu bir başlangıç çizgisinden Mert 4 m/s lik hızla geçerken gözlemeye başlamıştır. Mert'in 5'er s'de yaptığı yer değiştirmelere ait ölçümler almıştır. Şule aldığı ölçümlere göre Mert'e ait ivme değerlerini bulup, a-t grafiğini şekildeki gibi oluşturduğuna göre, Mert 20 s'de kaç m yer değiştirmiştir?

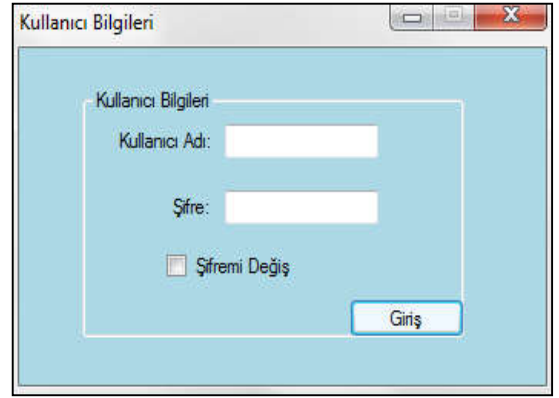


P19- Bir okulda 200 m'lik doğrusal bir pistte koşu yarışı düzenlemiştir. Aynı anda koşmaya başlayan yarışmacılardan Ayşe birinci olmuş ve bitiş çizgisine 20 m/s lik hızla gelmiştir. Can Ayşe'den 20 s sonra bitiş çizgisine geldiğine göre, Can'ın bitiş çizgisine geldiğinde hızı kaç m/s'dir? (Yarış boyunca öğrencilerin hızlarının düzgün şekilde arttığı kabul edilecektir)

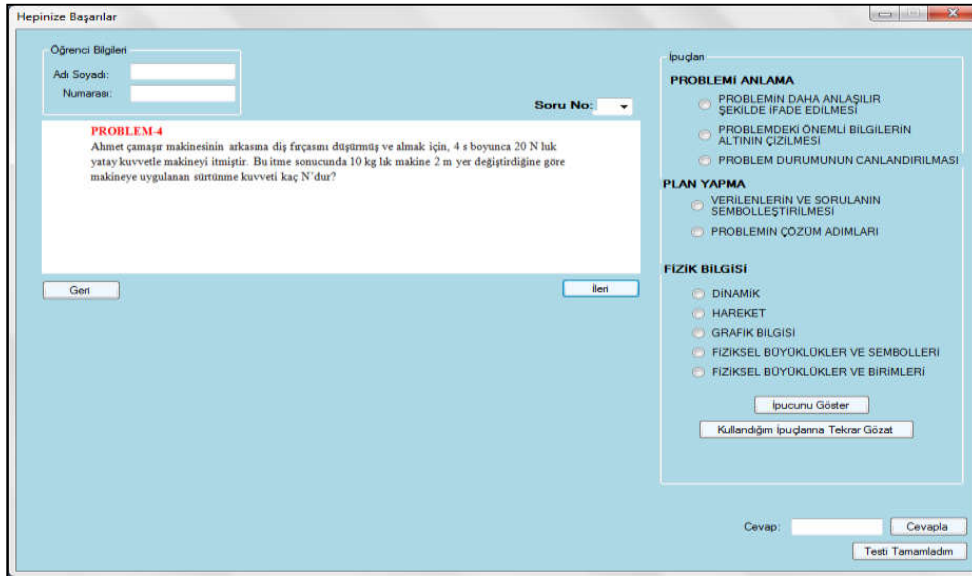
Ek-2: Teknoloji destekli problem çözme materyalinin ekran görüntüleri



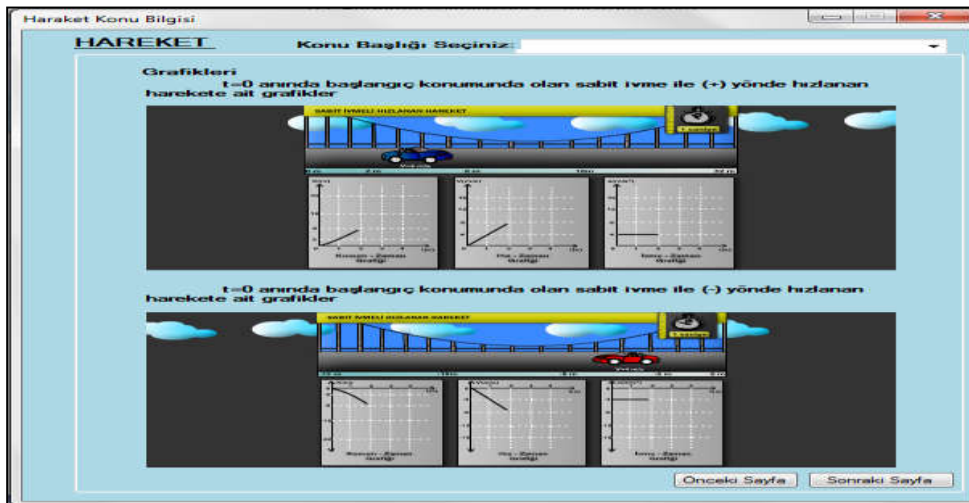
Şekil 1. Giriş sayfası



Şekil 2. Kullanıcı girişi sayfası



Şekil 3. Probleme ait ekran görüntüsü



Şekil 4. Sabit ivmeli hızlanan harekete ait grafiklerin çizimini gösteren ekran görüntüsü