

**DENEYSEL VERİLERİ DEĞERLENDİRME İMKANI  
TANIYAN VE DÖNÜT VEREBİLEN SANAL  
LABORATUARLARIN GELİŞTİRİLMESİ\***

*Yard.Doç.Dr. Nesrin ÖZDENER\*\**

*Bariş ERDOĞAN\*\*\**

**ÖZET**

Bu çalışma ile “deneyi uygulama imkanı vermekle kalmayıp deneysel verileri analiz edebilme fırsatı tanıyan ve dönüt verebilen bir simülasyon nasıl olmalı?” sorusuna cevap aranmıştır. Çalışmada geliştirilen simülasyon ile dinamiğin temel yasası olarak bilinen Newton’un II. Hareket yasasından çıkan sonuçların öğrenciler tarafından gözlenerek değerlendirilebilmesi amaçlanmıştır. Yazılımda geliştirme aracı olarak Delphi ve Flash 5, görsel tasarım aracı olarak Photoshop kullanılmıştır. Seçilen konunun gerek orta öğretim gerekse üniversite müfredatında yer alıyor olması nedeniyle, Lise-1 fiziği veya genel Fizik dersi alan tüm öğrenciler hedef kitle olarak belirlenmiştir. Geliştirilen simülasyon, hazırlanan iki farklı görüşme-gözlem protokolü yardımı ile Fen Eğitimi ve Bilgisayar Destekli Eğitim açısından ilgili uzmanlar tarafından incelenmiştir. Konu uzmanlarına yönelik değerlendirme sonuçlarının da verildiği çalışmanın sonucunda ayrıca önerilerde yer almaktadır.

**Anahtar Sözcükler:** Bilgisayar Destekli Fen Eğitimi Sanal Laboratuvarlar, Kinematik,

**IMPROVING THE VIRTUAL LABORATORIES WHICH GIVE THE**

- 
- \* Makalenin ilk hali Sakarya Üniversitesi tarafından düzenlenen (28-30 Mayıs 2001) Uluslar arası Eğitim Teknolojileri sempozyumu ve fuarında bildiri olarak sunulmuştur
- \*\* Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Bölümü e-mail :nozden@armara.edu.tr
- \*\*\* Bahçe şehir Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Bölümü.

**POSSIBILITY OF EVALUATING THE EXPERIMENTAL DATA  
AND GIVING FEEDBACK**

**SUMMARY**

The answer for “how a simulation not only giving experimental application possibility but also giving the possibility of analyzing the experimental data and being able to give feedback should be?” was searched with this study. The evaluation results by students’ observations from Newton’s II.Motion Law which is known as the main law of dynamic was aimed with the simulation developed in the study. Delphi and Flash 5 as the tool of development, Photoshop as the tool of visual design were used in software. All students taking the lessons of High School-1 Physics or General Physics were determined as target mass because of the fact that the chosen subject was in the curriculums of both middle school and university. Developed simulation was examined with the help of two different prepared protocols of conversation-observation by the specialists related to Science Education and Computer Supported Education. There were also suggestions at the end of the study in which the evaluation results directed towards the subject specialists were given.

**Key words:** Computer supported science education, virtual laboratories, kinematics.

Günümüzde ülkelerin gücü genç nesillerini iş dünyasına ve geleceğin toplumuna yaratıcı, üretken ve sorumluluk sahibi bireyler olarak yetiştirebilme becerilerinde yatmaktadır.

Bu durum ülkenin geleneksel eğitim sistemine az da olsa katabilecekleri ile toplumun ve dünyanın beklentileri doğrultusunda elimizde bulunan yeni araçların, kaynakların ve yöntemlerin işe koşulabilmesiyle mümkün olacaktır.

Artık dünyada bilgisayar destekli eğitim denince akla laboratuvar ortamlarına sıkışmış bilgisayarlar yerine ülkelerin eğitim sistemlerine bütünsel bir bakış yeni tasarım ve problem çözme süreci akla gelmektedir. Bugünün toplumunda başarılı ve üretken olabilmek için ve daha da önemlisi yarının yaşanabilir toplumunu yaratabilmek için öğrenmeyi öğrenmek, düşünmeyi öğrenmek ve teknolojinin insanlığın hizmetinde nasıl kullanılabileceğinin anlaşılması oldukça önemlidir. Artık eğitimde duyulan hızlı yenileşme ve değişim ihtiyacı, eğitime olan talebin artması, bilgi miktarındaki artış, içeriğin karmaşıklaşması, öğretmenin yetersizliği, bireysel farklılıklar “Bilgisayarı okullarda kullanalım mı “ sorusunu çok gerilerde bırakmıştır. Günümüzde “Bilgisayarı okullarda en etkili ve verimli nasıl kullanırız “ sorusuna yanıt aranmaya başlanmıştır(Özdener ve Erdoğan, 2001).

Bilim ve teknolojinin baş döndürücü hızla geliştiği günümüzde, fen bilgisi eğitimi çok farklı yöntem ve tekniklerle geliştirilmektedir. Bu yöntemler içerisinde en etkili olanlardan biri de laboratuvar yöntemidir. Öğrencinin laboratuvar ortamında deney yaparak, yaşayarak ve gözleyerek öğrenme olayına aktif olarak katılmasını amaçlayan yöntemin, aynı zamanda öğrencilerin, akıl yürütebilme, bilgiyi keşfedebilme ve problem çözebilme gibi pek çok konuda yeteneklerini geliştirdiği de bilinmektedir. Tüm bu özellikleri ile fen eğitiminin ayrılmaz bir parçası olan laboratuvar uygulamalarının ülkemizde hedeflenen düzeye ulaştığını söylemek oldukça zordur. Fiziksel olanaksızlar ve farklı sorunlar yüzünden uygulamada yetersiz kalan laboratuvar, öğretim teknolojilerinden ve özellikle son yıllarda hızla gelişen simülasyon (benzeşim) programlarından yararlanmak kaçınılmaz hale gelmiştir.

Eğitimsel simülasyon, bir olay veya aktivitenin etkileşim sonucu öğrenilmesini sağlayan modellemedir. Gerçek hayatta riskli, zaman alıcı, tehlikeli veya zaman bağlamında mümkün olmayan olguların temsil edilebilmesi, ekonomiklik, tekrar edilebilme özelliği ile bireysel farklılıkların dikkate alınabilmesi, ilginç ve motive edici yönleri nedeni ile yeni yüzyılda kullanımı her geçen gün artan bir BDE türüdür.

Simülasyonlar; eğitimde belirlenen amaçların “ne” ve “nasıl” olması durumuna göre iki farklı grupta ele alınabilir. Fiziksel ve tekrarlayan simülasyon türleri, eğitimde amacın “ne” olduğu, yöntemsel ve durumsal simülasyonlar ise “nasıl” olduğu durumlarına hizmet eder. Eğitsel simülasyondan kastedilenin ne olduğunu anlamak ve ortak bir terminoloji geliştirmek açısından simülasyonları türlerine ayırmak faydalı olmakla beraber, çoğu zaman bir simülasyonu tek bir tür kapsamında düşünmek mümkün olmamaktadır (Alessi, & Trollip, 2001). Nitekim; sanal laboratuvar için geliştirilen bir simülasyon, öğrenciye; gerçek laboratuvarın bir modelini sunabilme özelliğiyle fiziksel, farklı değişkenler için farklı değerler vererek deneyi uygulama ve sonuçları inceleme şansı tanıma özelliğiyle ise yöntemsel simülasyon gibi düşünülebilir. Bu tür simülasyonlar için birden çok simülasyon türünün sentezinden oluşmuştur demek mümkündür.

Tüm eğitsel yazılım türlerinde olduğu gibi, birçok konuda öğrenciye ve öğretmene yardımcı olacağı düşünülen eğitsel simülasyonlarda da bazı sorunlar bu tür yazılımların etkisini azaltmakta veya aza indirmektedir. Anlamlı bir öğrenmenin, kullanma ve anlama arasında bir dizi keşfetme ve bulma etkinliği içerdiği gerçeğini göz ardı eden yazılımlarda, ulaşılmak istenen bilgiyi keşfettirme birçok durumda gerçekleşmemektedir (Akpınar, Y. 1999).

Bu çalışmada; öğrenciye deneyi uygulama imkanı vermekle kalmayıp, deneysel verileri değerlendirme ve analiz edebilme fırsatını da tanıyabilen bir simülasyon nasıl olmalı? Öğrenci bu yeni teknoloji sayesinde keşfederek öğrenecekse, deneysel verileri değerlendirme olanağı nasıl sağlanmalı? Sorularına cevap aranmış, çalışmada hazırlanan simülasyonlar ile bu sorulara yanıt verilmeye çalışılmıştır.

## **YÖNTEM**

Bu çalışmada örnek olay metodolojisi kullanılmıştır. Yöntem, araştırılan problemin bir boyutu üzerinde inceleme yaparak, nitel ve nicel tekniklerle verilerin toplanabilmesine olanak tanımaktadır. Bu Yöntem dahilinde belirlenen amaca ulaşabilmek için aşağıdaki aşamalar takip edilmiştir.

- Öncelikle sanal fizik laboratuvarlarında kullanılacak bir eğitsel yazılımın gelişim sürecini belirlemek ve tasarımı dikkat edilmesi gerekli hususları tespit etmek amacı ile ilgili literatür taranarak, fizik laboratuvarı dersi veren öğretim elemanlarının görüşleri alınmıştır.

- Bir fizik laboratuvarını modelleyen ve BDE yazılımlarında bulunması gerekli temel özellikler yanında, deneysel verileri değerlendirerek kullanıcıya dönüt verebilme özelliği de bulunduran eğitsel simülasyon geliştirilmiştir. Geliştirilen simülasyon; fiziksel ve yöntemsel simülasyon türlerinin sentezinden oluşmaktadır.

- Fizik eğitimi ve eğitsel yazılım tasarımı konusunda hazırlanmış, iki farklı görüşme – gözlem protokolü yardımı ile bu konuda uzman öğretim elemanlarının, geliştirilen simülasyon konusunda görüşleri alınmıştır.

## **ÖN PLANLAMA SÜRECİ**

### **Deney Simülasyonlarının Genel Amacı**

Geliştirilecek simülasyon programlarının genel amacı; öğrenciye gerçek laboratuvarların bir modelini sunabilen sanal laboratuvarlarda kullanılabilme olarak belirlenmiştir. Böylece öğrenci laboratuvar imkanlarının kısıtlı olduğu yada doğal ortamlarda inceleme ve gözleme olanağı bulamadığı olay yada olguları sanal laboratuvarlar aracılığıyla inceleme olanağı bulabilecektir. Seçilen konunun farklı parametrelerde değişimini gözleyebilme imkanı, konunun daha iyi pekiştirilmesi ve algılanmasını etkileşimli bir şekilde sağlamış olacaktır.

### **Simülasyonu Yapılan Deneylerde İncelenen Konular**

Uygulamaya çalışılan deneylerde incelenen konu, fizik derslerinde görülen hareket bilgisi (kinematik) olarak seçildi. Dinamiğin temel yasası olarak bilinen Newton'un II. Hareket yasasından ( $F=m \times a$ ) çıkan sonuçların öğrenci tarafından gözlenebilmesi, deneylerin temel amacı olarak belirlendi. Birinci deneyde; bir cisme etkiyen bileşke kuvvetin değişimi (sabit kütle için kuvvet değişimi) ile hareketin nasıl etkileneceği ve dolayısıyla ivme-zaman, hız-zaman ve konum-zaman grafiklerinin nasıl değişeceği incelendi. Sabit bileşke kuvvet altında farklı kütleli cisimler için (sabit kuvvet için kütle değişimi) hareketin nasıl gerçekleşeceği ise ikinci deneyin konusunu oluşturdu.

### **Simülasyonların Düzeyi**

Seçilen konunun gerek Orta Öğretim gerekse üniversite müfredatında yer alıyor olması nedeniyle, Orta öğretimde Lise-1 Fiziği, Üniversitede ise Genel Fizik dersi alan tüm öğrenciler hedef kitle olarak belirlendi.

### **TASARIM**

#### **Tasarımda Kullanılan Araçlar**

Deneylerin simülasyonu için tasarlanan yazılımlarda, geliştirme aracı olarak Delphi ve Flash 5, görsel tasarım aracı olarak Photoshop kullanılmıştır.

#### **Tasarımda Dikkat Edilen Hususlar**

- Öğrencinin öncelikle simülasyonu nasıl kullanacağını bilmesi gerekeceğinden, yazılımda kullanıcıyı yönlendiren yönergeler yer verilmelidir. Yönergelerde, öğrenciye ne yapması gerektiği ve nasıl yapabileceğini anlatan, anlaşılır ifadelerin yer almasına dikkat edilmelidir (Akpınar, Y. 1999). Yazılımın video kayıt tarzı bir yardım demonstrasyonuna sahip olması, temel düzeydeki bilgisayar kullanım becerisine sahip her öğrencinin deneyi uygulayabilmesinde oldukça etkili olacaktır.

- Öğrencinin deneyde ne yapacağı yani hedefi açık olarak belirtilmeli, öğrenci hedefini bilerek etkinliğe başlamalıdır. Bu amaç için hazırlanan ve öğrenciye deneyin işlem basamaklarını anlatan deney föylerinden yararlanılabilir. Ancak yapılan araştırmalarda, kullanıcıların bilgisayar destekli eğitim (BDE) amacıyla hazırlanmış yazılımlarda, yazılı metin okumak yerine hareketli görsel öğeleri ( resim,animasyon, video) tercih ettikleri görülmektedir(Jonassen, D. H., 1990)).

- Kullanıcıların düzey ve öğrenim hızlarının farklı olacağı düşünülerek, öğrenciye deneyi tekrar edebilme imkanı verilmelidir. Her uygulamada öğrencinin yardım alabilme ve deneye kaldığı yerden devam edebilme imkanı, göz ardı edilmemesi gereken önemli noktalardan biri olacaktır (Nijoo ve Jong, 1993; Kabapınar, Özdenir ve Salan, 2000).

- Renk, müzik ve ses gibi bireysel tercihler doğrultusunda değişebilecek öğeler, öğrenci kontrolünde olabilecek bir format ile hazırlanmalıdır. Öğrenciye bu tür öğelerin özelliklerini değiştirebilme imkanı sağlayan farklı ara yüz alternatifleri tanımak, öğrenci

motivasyonu açısından etkili olacaktır ( Mayer,R.E., 1997 ;Mayer, Moreno, Boire ve Vaggle, 1999).

- Yazılımda, öğrenciye uygulama sonucunda elde ettiği deneysel verileri sistematik bir şekilde düzenleyip gruplandırabilme imkanı verilmelidir. Bu amaç için, özellikle ölçme sayısının büyük olduğu durumlarda, tablolar, çizelgeler ve farklı renk özellikleri kullanılabilir. Böylece öğrencinin birden çok deneme ile elde ettiği ham veriler daha ilgi çekici, anlaşılır, analizi ve bilgi olarak diğer insanlara etkili bir biçimde sunumu kolaylaşacaktır(de Jong, Martin ve Arkadaşları, 1999; Brant, Hooper ve Sugrue, 1991).

- Yazılım, değerlendirme esnasında öğrencinin ihtiyaç duyacağı destek birimlerine sahip olmalıdır. (Grafik çizimleri için; grafik kağıdı, hesaplamalar için; hesap makinesi, deney esnasında yapılan gözlemlerin yazılabilmesi için not defteri gibi).

- Bir simülasyonun başarısı; gerçeğe uygunluk ile değerlendirilmekle birlikte, eğitsel simülasyonların basitleştirilerek verilmesi; süreçlerin, olayların özelliklerinin, farklı durumlarda neler yapılabileceğinin ve nasıl kontrol edilebileceğinin anlaşılması açısından daha yararlı olabilir.

- Birden çok değişkenin yer aldığı deneyler için hazırlanmış benzeşim yazılımları, deneyin her yönden incelenmesine olanak tanınmalıdır. Böylece öğrenci, seçilen konunun farklı parametrelerde değişimini inceleme imkanı bulacaktır.

- Deneysel verilerin yorumlanabilmesi için ihtiyaç duyulan grafiklerin öğrenci tarafından bilgisayar ortamında çizilebilmesi, bilgiyi keşfettirme amacıyla tasarlanmış bir yazılımda bulunması gerekli en önemli özelliklerden biri olacaktır. Bu bağlamda yazılım, gerek bağımlı ve bağımsız değişken seçiminde gerekse kartezyen koordinatlardaki skala seçiminde öğrenci kontrolüne imkan tanınmalıdır.

- Deney sonucu elde edilen verilerin grafik kağıdı üzerinde işaretlenebilmesi, bir yandan öğrenciye grafik çizebilme ve yorumlayabilme yetisi kazandırırken öte yandan gerçek laboratuarlarda yapılan işlem basamaklarından bir diğerini de gerçekleştirebilme olanağı taniyacaktır.

- Grafik kağıdı üzerinde işaretlenen noktalara nasıl bir eğri uydurulması gerektiği, öğrenci tarafından belirlenirken, yazılım bu konuda öğrenciye dönüt verebilmelidir.

- Verilerin hangi tipte bir analitik fonksiyon gösterecekleri ve bu fonksiyonun belirlenebilmesi için öğrencinin ihtiyaç duyabileceği destek birimleri yazılım tarafından sağlanabilmelidir. Böylece öğrenci çizilen grafikler yardımı ile fonksiyonun sabit katsayılarını hesaplayabilme olanağı bulacaktır.

- Yazılım, öğrenci tarafından çizilen grafiklerin yorumlanması esnasında yapılması gerekli işlem basamaklarının (eğim hesabı, interpolasyon, extrapolasyon vs) yine öğrenci tarafından yapılabilmesine izin vermelidir. Gerektiğinde hesap makinesi ve not defterinden faydalanmak mümkündür.

• Grafiklerin arzu edilen bir bölümünün ya da tamamının odaklanabilecek şekilde dizayn edilmesi, öğrenciye yorum yapabilme, karşılaştırma ve analiz esnasında kolaylık sağlayabilmek açısından oldukça etkili olacaktır.

• Deneylerin her bir tekrarı sonucunda elde edilen sonuçların (tablolar, grafikler, çizelgeler, hesaplamalar vs) öğrenci tarafından verilen bir isim altında saklanabilme ve dilediğinde yeniden görülebilme özelliği, bilgi ve zaman kayıplarına engel olacaktır.

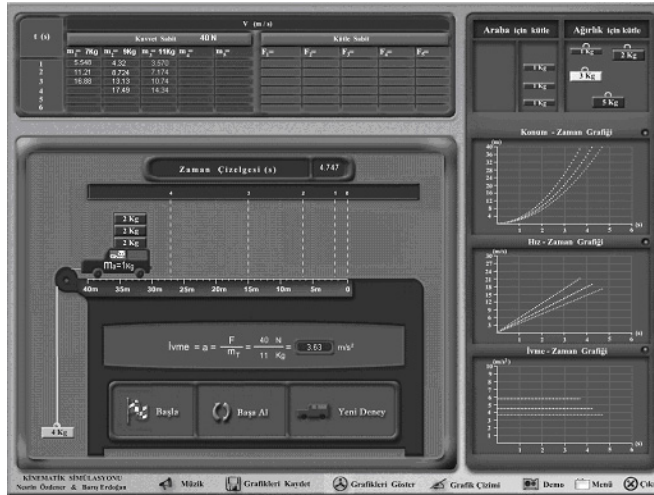
• Öğrencinin, kendisi tarafın yapılan hesap ve çizimler yanında, yazılım tarafından yapılanları da görebilme özelliği, karşılaştırma açısından oldukça faydalı olacaktır. Böylece deneyin tekrar edilebilme özelliği de kullanılarak yapılan yanlışların düzeltilme olanağı mümkün olacaktır.

• Öğrenci, deney sonucunda elde ettiği deneysel verileri (tablo, çizelge gözlem vs) değerlendirebilmek ve sonuçları (hesaplamalar, gözlem sonucu alınan notlar, çizilen grafikleri vs) raporlayabilmek amacı ile yazıcıdan çıktı alabilme olanağına sahip olmalıdır.

## BULGULAR

Öğrencinin, öncelikle benzeşim sistemini inceleyerek işe başlayacağı gerçeğinden yola çıkarak, tasarımda kullanılan görsel öğelerin, öğrencinin aşına olduğu ve kolayca etkileşim kurabileceği öğeler arasında seçilmesine dikkat edilmiştir. Yazılımda, öğrencileri yönlendiren ve animasyonlarla desteklenmiş yazılı ifadeler içeren yönergeler kullanılmaktadır. Ayrıca kullanıcı dilediği takdirde, deneylerin nasıl uygulanabileceğini gösteren video kayıt tarzı bir demonstrasyon izleme olanağına da sahiptir.

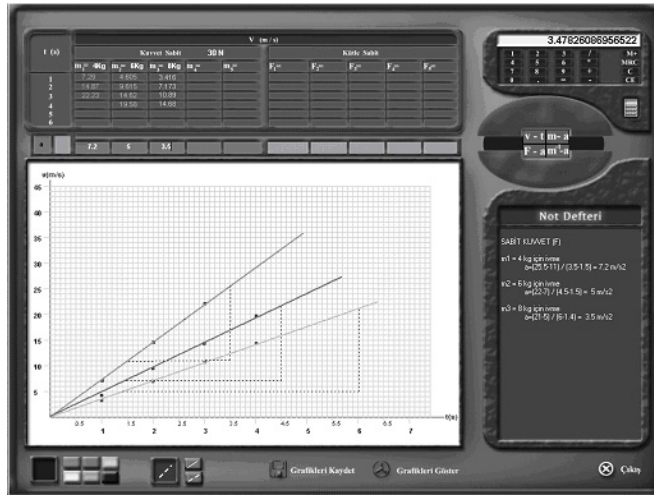
Sanal laboratuarlarda amaçlanan, öğrenciye gerçek laboratuvarların bir modelini sunmak olacağından, kullanılan materyallerin gerçek laboratuarlarda kullanılanlar ile benzeşmesine dikkat edilmiştir. Öğrencinin deneyleri gerçekleştirebilmesi için ihtiyaç duyacağı tüm gereksinimlere cevap verecek şekilde yapılan ekran tasarımında (Şekil-1) hareket için gerekli olan bir araba ve farklı kütleler yer almaktadır. Ayrıca her iki deneyin ölçümleri sonucunda elde edilen deneysel verilerin gruplanabilmesi amacı ile tablolara da yer verilmiştir.



Şekil 1. Deneylerin uygulanması aşamasında kullanılan ara yüz

Deneyin başlatılabilmesi için yapılması gereken; kuvvet için kullanılacak ağırlığı çengele asarak, arabanın toplam kütesini de değiştirdikten sonra “Başla” butonuna basmak olacaktır. Aynı deneyin, farklı değerler için tekrarlanması durumunda “Başa al” butonu, yeni deney içinse “Yeni Deney” butonu kullanılmalıdır.

Deney verilerinin değerlendirilmesi aşamasında çizilmesi gerekli konum-zaman, hız-zaman ve ivme-zaman grafikleri, bilgisayar tarafından çizilebileceği gibi, “Grafik Çizimi” butonu kullanılarak geçilebilen ve Şekil-2 ile gösterilmeye çalışılan yeni bir ekranda, öğrenci tarafından da çizilebilmektedir. Geliştirilen sanal laboratuvarın okullarda kullanılabilme durumu düşünülerek, öğrencinin kendi çizimlerinden önce, bilgisayar tarafından çizilen grafikleri görebilme olanağı şifreleme özelliği ile öğretmen kontrolünde olacak şekilde tasarlanmıştır (Laurillard,D., 1992).



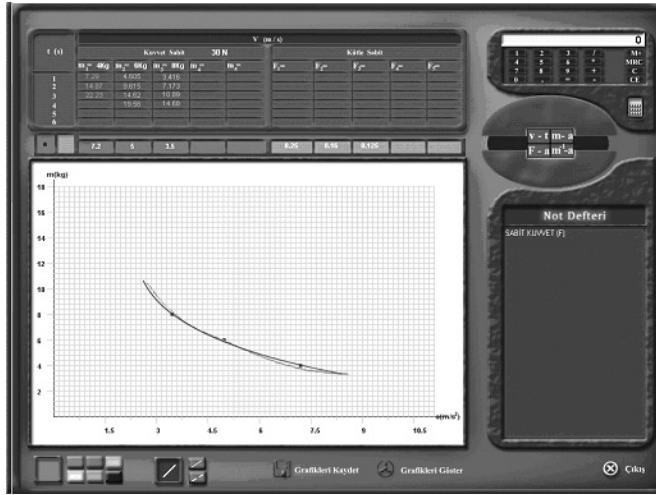
Şekil 2. Grafik çizimi ve hesaplamalar için tasarlanmış ekran.

“Grafik Çizimi” butonu ile geçilen yeni ekranda (Şekil-2) öğrenci, çizmek istediği grafikleri, kendisine verilen butonlar yardımı ile seçebilmektedir. Ayarlanabilir skala seçiminden sonra, deneysel verileri bir koordinat sistemini temsil eden grafik kağıdı üzerinde işaretleyen öğrenci, bu noktaların yakınından geçen bir eğri çizerek, iki değişken arasında yaklaşık bir grafik elde etmiş olacaktır. İki değişken arasındaki matematik bağıntıyı elde etme sürecine eğri uydurma ve elde edilen denkleme de ampirik denklem denilmektedir. Örneğin sabit kuvvet ( $F=40$  N) altında 5 farklı kütle için yapılan deneyde, öğrenci her bir kütle için hız-zaman grafiği çizmektedir. Grafik eğimlerinin ( $\tan\alpha$ ) ivmeye eşit olacağı bilindiğinden, hesap makinesini kullanarak her bir kütle için eğim hesabı yapabilen öğrenci, yeni kayıt görebilme imkanı tanıyan tablolara hesaplamış olduğu ivmeleri yazabilmektedir.

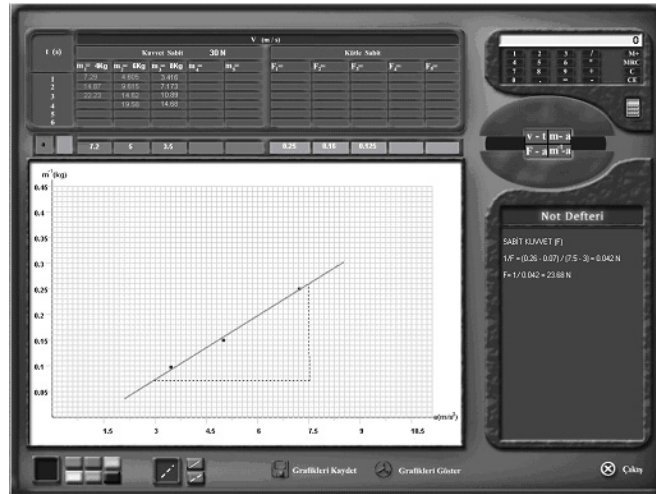


Tasarım, aynı grafik kağıdı üzerinde farklı kütleler için çizilen grafiklerin ayır edilebilmesini sağlamak amacı ile, renk paneli ve farklı çizgi stilleri içermektedir. Böylece öğrenci dilediği renk seçimi ile birlikte iki farklı çizgi stilini de kullanılabilmektedir.

Yazılım öğrencinin işaretlediği noktaları değerlendirerek, en küçük kareler metoduna göre uyması gerekli eğriyi çizebilmekte (Kolman ve Anton, 1992; Luther, Carahon ve Wilkes), böylece etkileşimli bir yazılımdan beklenen öğrencinin yaptığı işlemleri değerlendirerek dönüt verme özelliğini de bulundurmaktadır. Örneğin doğrusal olmayan ivme - kütle grafiğinde noktalara eğri uydurma işlemi öğrenci tarafından yapılabileceği gibi yazılım tarafından da yapılabilmektedir. Bu durumda yazılım, ivmenin kütle ile ters orantılı olduğu bilgisinden yola çıkarak, buna göre eğri çizecektir (Şekil-3).



Şekil 3. Yazılım tarafından deneysel verilere eğri uydurabilme özelliği



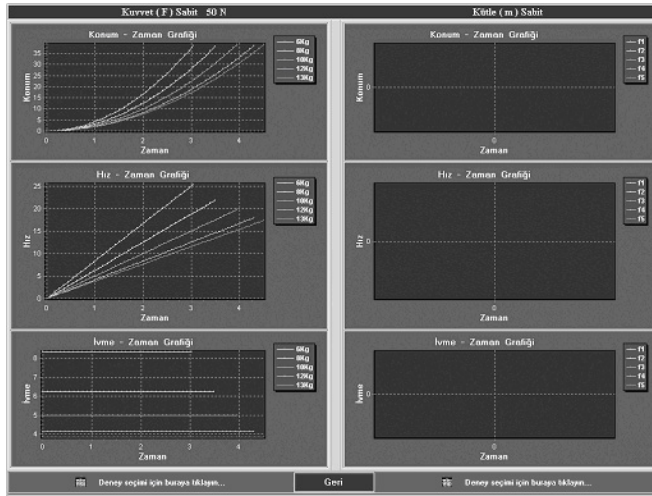
Şekil 4. Deneide sabit tutulan kuvvet yada kütle hesabı

Öğrencinin, arabaya etkiyen sabit kuvveti hesaplayabilmesi için ivme - 1/kütle değişkenleri arasında grafik çizmesi gerekecektir. Doğrusal olduğu görülen grafikte denklem (2) ye göre eğim yardımı ile arabaya etkiyen sabit kuvveti hesaplamak mümkün olacaktır (Şekil-4).

$$F = m \times a \quad (1)$$

$$\tan(\alpha) = \frac{m^{-1}}{a} \Rightarrow F = \frac{1}{\tan(\alpha)} \quad (2)$$

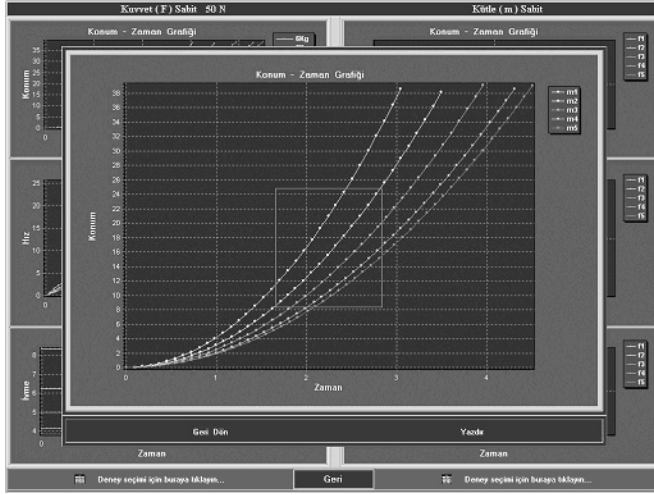
Tasarımda, iki değişken arasında elde edilen ampirik denklemlerin tespiti ve denklem katsayılarının hesaplanması durumunda kullanılabilir düşüncesi ile hesap makinesine yer verilmiştir. Ayrıca, yapılan hesaplamaların raporlanması aşamasında faydalı olacağı düşünülmüş bir not defteri de geliştirilmiştir



Şekil 5. Çizilen grafiklerin tamamını görme imkanı sağlayan ara yüz.

Deneylerin gerçekleştirildiği ekranda yer alan (Şekil-1), ve “Grafikleri Göster” butonu ile geçilen yeni ekranda (Şekil-5) öğrenci, deneyin her bir tekrarından elde edilen ve “grafik Kaydet” butonu ile kaydedilen tüm tablo ve grafikleri görebilme imkanına sahiptir.

Şekil-6 ile gösterilmeye çalışılan yeni ekranda, grafiklerin bir bölümünü yada tamamı odaklanabilmekte, böylece eğim, interpolasyon ve extrapolasyon hesaplamalarında olduğu gibi grafikten değer okunması gerekli durumlarda öğrenciye kolaylık sağlanmaktadır. (Hız-zaman grafiğinde eğim= ivme, Kuvvet-ivme grafiğinde ise eğim=toplam kütle olacaktır.)



Şekil 6. Grafiklerin odaklanma özelliği

“Yazdır” butonu ile deney sonucunda elde edilen tablolar, grafikler, not defterine alınan notlar ve hesaplamalar raporlanarak, dilendiğinde yazıcıya yazdırabilmektedir.

#### Konu Uzmanlarına Yönelik Değerlendirme

Geliştirilen sanal laboratuvarla ilgili konu uzmanlarının görüşleri hakkında veri elde edebilmek amacı ile iki farklı gruptan oluşan bir görüşme-gözlem protokolü hazırlanmıştır. Yazılımda içeriğin bilimsel yönden değerlendirilmesi amacıyla 3 kişilik fizik eğitimi ile ilgili bilim uzmanı (aynı zamanda Fizik Laboratuvarı dersi veren), teknik eğitimsel yönden değerlendirilmesi amacıyla 5 kişilik Bilgisayar Destekli Eğitim Uzmanı, yazılımı kullanarak görüşme-gözlem protokolünde yer alan soruları yanıtlamışlardır.

Yazılımın Fen eğitimi açısından değerlendirilmesine yönelik görüşme protokolünde,

- Amaçlar
- İçerik
- Yöntem
- Öğretim tekniği
- Uygulama süreci

yönlerinden hazırlanan sorulara verilen cevaplar ile bir değerlendirme sağlanmıştır. Yazılımın Bilgisayar Destekli Eğitim açısından değerlendirilmesine yönelik görüşme-gözlem protokolünde ise

- Mönüler ve ikonların Kullanımı
- Metin Formatı
- Renk ve Görsel Öğeler
- Yönerge ve yardım fonksiyonları
- Ses ve sözlü anlatım
- Kullanılan animasyonlar

yönlerinden uzmanların yanıtları alınmıştır.

#### **Değerlendirme Sonuçları**

Uzmanların bilimsel ve teknik yönden verdikleri yanıtlar doğrultusunda şu sonuçlara varılmıştır:

• Yazılım, öğrenciye her iki deneyi de uygulama imkanı tanıyarak (sabit kütle için kuvvet değişimi ve sabit kuvvet için kütle değişimi) hedeflenen amacın gerçekleşmesini sağlamaktadır.

• Yazılımda kullanılan içerik kapsamı, gerçek laboratuarlarda uygulanan deneylerin içerik kapsamı ile aynıdır. Öğrenciden gerçekleştirmesi beklenen iki deneyde, gerek deney sıralaması gerekse deneyin her bir aşaması öğrenci kontrolünde olup, içerik düzenlemesinde öğrenci merkezli programın tercih edildiği söylenebilir.

• Yazılımda kullanılan bilgilerin, bilimsel geçerliliği olduğu gibi, belirlenen hedef kitle göz önüne alındığında öğrenciye uygun olduğu da söylenebilir

• Öğrenciye deneyerek ve görerek öğrenme imkanı tanıyan yazılımın, öğrenciye bilgiyi keşfettirme, kazanılmış bilgileri kullanabilme ve deneysel verileri değerlendirebilme(gerekli hesaplamalar ve grafik çizimleri) imkanı da tanınması sayılabilecek en önemli özelliklerinden bir kaçısı olacaktır.

• Yazılımın özellikle, öğrencinin yaptığı işlemleri değerlendirerek, dönüt verebilme özelliği değerlendirme açısından beklenen kriterlere sahip olduğunu göstermektedir.

• Gerçek laboratuarlarda öğrenci tarafından hazırlanan deney düzeneğinin, bu tür bir sanal laboratuarda yine öğrenci tarafından hazırlanması mümkün değildir.

• Yazılımda kullanılan mönüler ve ikonlar, kullanıcının zihinsel yükünü arttırmayan, daha önce görmeye alışık olduğumuz türden seçilmiştir.

• Kullanılan Metin formatı hedeflenen öğrenci kitlesine uygundur. Özellikle farklı renklerde tasarlanmış ara yüz alternatiflerinin, iyi tasarlandığı söylenebilir.

- Yazılımda kullanılan yönergelerin, animasyonlarla desteklenmesi kullanım kolaylığı sağlamaktadır. Özellikle yardım fonksiyonunda yer alan video kayıt tarzı demostasyonun, farklı okuryazarlık düzeyine sahip her kullanıcıya hitap edeceği söylenebilir.

- Kullanılan ses ve sözlü anlatım, anlaşılır ve öğrenciye uygundur. Deney esnasında kullanılan ses efektleri ve sözlü anlatım öğrenci kontrolündedir.

- Yazılımda kullanılan animasyonların, tekrar izlenebilme özelliği olduğu gibi hız ayarı da doğru yapılmıştır.

- Kullanılan görsel öğelerin gerçeği yansıtır nitelikte olmasına dikkat edilmiştir.

#### **TARTIŞMA**

- M.Ü. Atatürk Eğitim Fakültesi Orta Öğretimde Fen ve Matematik Alanları Bölümü ile Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Bölümü öğretim elemanları tarafından test edilen sanal laboratuvarın kullanılabilir olduğu tespit edilmiştir.

- Sanal laboratuvarların geliştirilmesinde amaç, gerçek laboratuvarlardan vazgeçip, deneylerin bilgisayar ortamında yapılmasını sağlamak değildir. Öğrencinin gerçek laboratuvarlarda kazanacağı deneyim ve el becerisini, bu tür yazılımlar ile kazanması tam olarak mümkün değildir.

- Fiziksel olanaksızlar yüzünden laboratuvar imkanı bulunmayan okullarda bu tür sanal laboratuvarlardan yararlanmak mümkündür.

- Yazılım; gerçek laboratuvarlarda deney öncesi ön bilgilendirme ve deney sonrası değerlendirme amacı ile kullanılabilir.

- Hazırlanan sanal laboratuvar, deney düzeneğinin kurulabilmesi için gerekli araçların öğrenci tarafından belirlenebilmesine imkan tanıyacak şekilde geliştirilebilir.

- Deney sayısının artırılması ile oluşacak kapsamlı bir sanal laboratuvarın bulunduğu eğitim yazılımlarının, öğrenme-öğretme sürecine sağlayacağı katkılara yönelik araştırmalar yapılabilir.

- Öğrenciye deney yapmayı sevdirmek, araştırmaya yönlendirebilmek amacı ile eğitim yazılımlarında bu tür simülasyonlara daha fazla yer verilmelidir.

- Öğrenmenin gerçekleşmesinde bireysel farklılıklar göz önüne alındığında yazılımların; deney yaparak öğrenilebilecek dersler de içermesi faydalı olacaktır.

### KAYNAKLAR

- Akpınar, Y. 'Bilgisayar Destekli Öğretim ve Uygulamalar', Ankara: Anı yayıncılık (1999).
- Alessi, S. M. & Trollip, S.R. Multimedia for Learning: Methods and Development, Allyn and Bacob, USA (2001).
- Brant, G., Hooper, E. and Sugrue, B. (1991) Which comes first the simulation or the lecture?, Journal of Educational Computing Research, 7(4), 496-481.
- de Jong, T., Martin, E., Zamaro, J., Esquembre, F., Swaak, J., van Joolinger, R.W., The Integration of Computer Simulation and Learning Support: An Example from the Physics Domain of Collisions, Journal of research in science teaching, Vol.36, no.5, pp 597-615 (1999).
- Jonassen, D.H. "What are cognitive tools?" In P.A.M. Kommers, D.H. Jonassen & Mayes (Eds.), Proceedings of the NATA advanced research workshop 'Cognitive tools for learning', s: 1-6 Enschede, the Netherlands: University of Twente. (1990. July).
- Kabapınar, F., Özdener N., Salan Ü. , Ortaöğretim Fizik ve Kimya derslerinde yaygın olarak kullanılan yazılımların dizayn açısından incelenmesi, IV Fen Bilimleri Eğitimi Kongresi, 2000 Ankara.
- Kolman, B., Anton, H., Mathematics with Applications for the Management life, and Social Sciences, Fourth Edition, pp.271-273, (1992)
- Laurillard, D., Learning through collaborative computer simulations. British Journal of Educational Technology, 23, 164-171. (1992)
- Luther, H.A., Carahon, B., Wilkes, J.O., Applied Numerical Methods, pp.129-139.
- Mayer, R.E. Multimedia learning: Are we asking the right question? Educational Psychologist, 32, 1-9, (1997).
- Mayer, R.E., Moreno, R., Boire, M., Vaggle, S., Maximizing Constructivist Learning from multimedia Communications by Minimizing Cognitive Load, Journal of Educational Psychology, Vol.91, No.4, 638-643 (1999)
- Njoo, M., & de Jong T. Exploratory learning with computer simulation for control theory: Learning processes and instructional support. Journal of Research in Science Teaching, 30, 821-844, (1993)
- Özdener, N., Erdoğan, B., Bilgisayar Destekli eğitimde Kullanım amaçlı bir simülasyonun Tasarlanması ve geliştirilmesi, Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu ve Fuarı, 2001 İstanbul.