

BİLİŞİM TEKNOLOJİLERİ VE BİLGİSAYAR BİLİMİ: ÖĞRETİM PROGRAMI GÜNCELLEME SÜRECİ

Yasemin GÜLBAHAR*
Filiz KALELİOĞLU**

Öz: Bu çalışmanın amacı teknoloji kullanımı ve programlama ile ilgili konuları kapsayan ve bu konuda öğrencileri geleceğe hazırlayan Bilişim Teknolojileri ve Yazılım Dersinin, öğretimi sürecinde süreklilik sağlanması, bilgi çağı olan günümüzde bilgisayar bilimleri konusunda donanımlı ve yeterli mezunlar verilebilmesi için öğretim programını güncellemektir. Çalışma süresince, ihtiyaç analizi yapılmış, problemler ortaya konulmuş, alan yazın taranmış, kuramsal çerçeve oluşturulmuş, paydaş görüşleri alınmış, mevcut yazılım ve kaynaklar incelenmiştir. Bunlara ek olarak öğretmenler ile çalıştaylar düzenlenerek öğretim programındaki içerik konusunda tartışmalar yapılmış, yöntem konusunda öğretmenlerin beklentileri alınmış ve kazanımların ortaklaşa yazılması sağlanmıştır. Son aşamada ise yeterlilikler ve değerler açısından incelemeler yapılmış, ölçme ve değerlendirme yaklaşımları belirlenmiş ve uygulama önerileri hazırlanarak taslak öğretim programı oluşturulmuştur. Öğretim programının güncellenmesi kadar önemli olan diğer bir nokta ise bu programın ülke çapında ilgili yaş gruplarında etkili bir biçimde uygulanabilmesidir. Bu nedenle çalışma kapsamında bu konuya yönelik önerilere de yer verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: bilgisayar bilimi, öğretim programı, programlama

* Prof. Dr., Ankara Üniversitesi, Enformatik Bölümü, Ankara, ysmnglbhr@gmail.com, ORCID ID 0000-0002-1726-3224.

** Doç. Dr., Başkent Üniversitesi, Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Bölümü, Ankara, filizk@baskent.edu.tr, ORCID ID 0000-0002-7729-5674, Makale Geliş Kabul Ediliş Tarihi : 08/03/2017-05/10/2017.

INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES AND COMPUTER SCIENCE: THE PROCESS OF CURRICULUM DEVELOPMENT

Yasemin GÜLBAHAR*
Filiz KALELİOĞLU**

Abstract

The purpose of study is to revise the existing curriculum of "Information and Communication Technologies and Software" course, which covers the subjects related with computing and technology use and make students prepared for the future, in order to graduate students donated with necessary knowledge and skills by continuous improvement. During this study, needs analysis has been done, problems has been determined, literature review is done, theoretical framework was established, stakeholder opinions were taken and the existing software and resources were examined. In addition to these, discussions were made about the content of the curriculum with teachers in the workshops, the expectations of the teachers about the teaching methods were taken and the objectives of the contents were written jointly. At the last stage, examinations were made in terms of competencies and values, measurement and evaluation approaches were determined, suggestions for teaching of the course were prepared and a draft curriculum was established. However, the point which is as important as the revision of curriculum is the effective implementation if the program in related ages in all over the country. Thus, suggestions according to this point is also provided within the study.

Keywords: computer science, curriculum, programming

Giriş

İnternet ve bilgisayar teknolojileri ile tanışmamızın üzerinden yarım asır bile geçmemiş olmasına rağmen, günlük yaşantımıza ve iş alanına yansımaları ve etkisini göstermesi oldukça hızlıdır. Bu yenilik ve değişim süreci insan hayatı üzerinde de etkili olmakta, sosyalleşme, öğrenme, iletişim ve eğlenme biçimimizi değiştirmektedir. Bunun yanı sıra, teknolojinin hayatımıza girdiği hız ile teknoloji üretme ve kullanma konusunda da aynı oranda bu değişimi yakalama süreci içerisinde olunması gerek-

* Prof. Dr., Ankara University, Department of Informatics, Ankara.

** Assoc. Prof. Dr., Başkent University, Department of Computer Education and Instructional Technologies, Ankara.

mektedir. Okul hayatının kişileri hayata hazırladığı hedefinden yola çıkarak küresel ölçekteki yenilikleri takip edebilmek için değişim süreçlerine ayak uydurabilecek bireyler yetiştirilmesi son derece önemlidir (Daggett, 2010). Bu nedenle teknoloji içerikli derslerin bu değişim çerçevesinde düzenli olarak yapılandırılması ve güncellenmesi gerekmektedir.

Gelişmiş ülkeler yeni nesillerin eğitimi için güncel bilgisayar programlama konularını da kapsayan öğretim programları geliştirmeye başlamışlardır. Bu yeni akımın temel felsefesi teknolojiyi daha etkin kullanma, problem çözüme ve ürün geliştirme odaklıdır. Türkiye'deki genç nüfusun yeterli donanımına sahip olması ile birlikte, alt yapı ve üniversitedeki ilgili bölümler arasında sağlıklı bir işbirliğinin de kurulması durumunda, Türkiye donanımın pazarlandığı bir ülke konumundan çıkıp yazılım sektöründe söz sahibi ülkeler arasında yerini alabilir. Elbette bunun için devlet programları, teknoloji politika ve planları ile öğretim programlarının bu vizyonu destekleyecek biçimde düzenlenmesi gereklidir.

Dijital becerilerin geliştirilmesi, dünyadaki dijital dönüşümün ve ekonomik büyümenin gerçekleşmesi, vatandaşların refah düzeyinin artması ve dijital ekonomi stratejisi oluşturulmasının ön koşulu olarak görülmektedir. Bu yüzden ülkelerin kalkınma planları ile eğitim politikaları dolayısıyla bilgisayar bilimi eğitimi arasında anlamlı bir ilişki kurulmaya başlanmıştır. Bilgisayar bilimi konularını kapsayan ve bu konuda öğrencilere geleceğe hazırlayan Bilişim Teknolojileri ve Yazılım Dersinin eğitimi sürecinde süreklilik sağlanması, bilgi çağı olan günümüzde bilgisayar bilimleri konusunda donanımlı ve yeterli mezunlar verilebilmesi açısından önemlidir.

Bilgisayar Bilimi Eğitimi Neden Gereklidir?

Problem çözüme becerisi kazanma ve programlamayı öğrenme birçok açıdan öğrencilere yarar sağlamaktadır. Öğrencilerin teknoloji kullanımı ve yenilik üretimi konusunda yetkin bir dijital vatandaş olması desteklenirken aynı zamanda bu süreçte kullanılan kavramlar konusunda da okuryazar olması beklenmektedir (ISTE, 2007). Bunların yanı sıra günümüz öğrenci yeterliklerine bakıldığında ise, öğrencilerin farklı kaynaklardan bilgiyi doğru şekilde yapılandıran, yenilikleri tasarlayan, bilgi işlemel düşünme becerilerine sahip, çevrimiçi ortamlarda kendini doğru ve yaratıcı bir şekilde ifade edebilen, ulusal ve küresel projelerde işbirliği yapabilen bireyler olması hedeflenmektedir (ISTE, 2016).

Öğrencilerin birçoğu bilgisayardaki programları kolaylıkla kullanmakta ancak bilgi işleme sürecinde neler olduğunu öğrenmek için bir şansı olmamaktadır. Bilgisayardaki yazılımları kullanmanın ve bu yazılımların nasıl çalıştığını anlamının öğrenme sürecine katkısı açısından farklı yararları bulunmaktadır. Problem çözüme becerisi kazanma ve program yazma süreci düşünme ve işbirliği becerileri açısından öğrencilere bilişsel ve duyuşsal katkılar sunmaktadır. Problem çözüme becerisini ve programlamayı öğrenmek, mantık kullanımı, karar verme, eleştirel düşünme ve sorgulama gibi be-

cerileri geliştirmektedir. Örneğin bu öğrenciler yalnızca oyun oynamak yerine kendi oyunlarını tasarlayabilecek, bilişsel açıdan daha üst seviyelerde öğrenme olanağı bulabileceklerdir. Günümüzde çoğu kodlama sitesi işbirliğine dayalı altyapılar içerdiğinden öğrencilerin işbirliği becerileri de gelişebilecektir.

İnsan kaynakları açısından yararları incelendiğinde ise, önümüzdeki 10 yıl için mesleklerin %60 oranında bilgisayar bilimi bilen kişiler gerektireceği öngörülmektedir. Ayrıca dünya üzerinde bu alanda çalışan yaklaşık 1,4 milyon çalışan gerekeceği ama 400.000 civarı donanımlı mezun olması beklenmektedir (Bidwell, 2013). Bankacılık, eczacılık, gazetecilik gibi doğrudan bilgisayar bilimi altyapısı gerektirmeyen mesleklerin bile bu bilgilere ihtiyaç duyabileceği düşünülmektedir. Dolayısı ile programlamayı bilenlerin iş bulmasının daha kolay olabileceği ya da okul, staj ve iş başvurusu yaparken daha avantajlı olabileceği düşünülebilir. Bu konuda Phoenix Araştırma Enstitüsü (2011), iş hayatında 2020 yılı için önemli olabilecek becerileri belirlemiştir. Bu beceriler arasında sezgisel yetenek, kültürlerarası yeterlik, disiplinler ötesi, sosyal zeka, bilgi işlemsel düşünme, tasarıma yönelik anlayış, yenilikçi ve uyarlanabilir düşünme, yeni medya okuryazarlığı, bilişsel yük yönetimi ve sanal olarak işbirlikçi çalışma yer almaktadır. Bunlar arasında, problem çözme becerisi ile programlamanın temel düşünme ilkesini kapsayan en dikkat çekici beceri, bilgi işlemsel düşünme becerisidir.

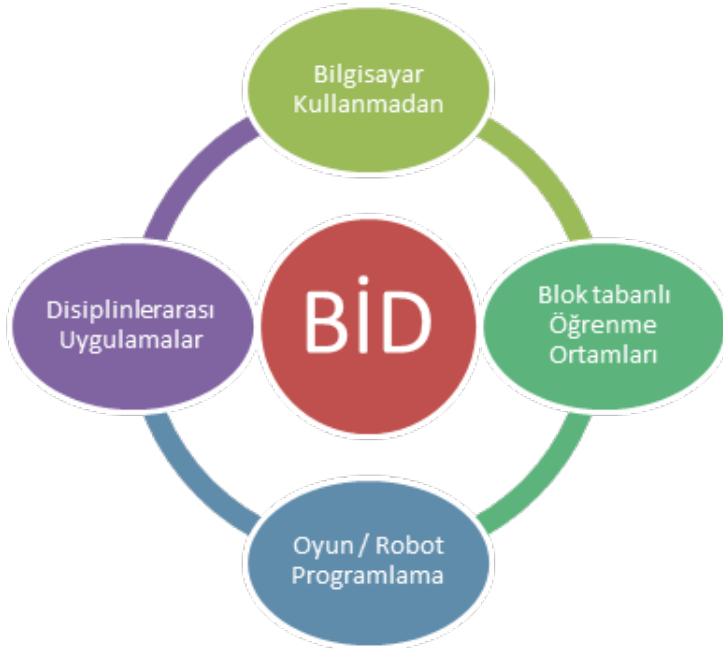
Bilgi işlemsel Düşünme; bilgisayar biliminin kavramlarından yararlanarak problem çözme, sistem tasarlama ve insan davranışlarını anlama olarak tanımlanabilir (Wing, 2006; Zhenrong, Wenming ve Rongsheng, 2009; Liu ve He, 2014; Barr, Harrison ve Conery, 2011). Ayrıca, CSTA ve ISTE (2011)'ye göre bilgi işlemsel düşünme aşağıdaki özellikleri barındıran bir problem çözme sürecidir:

- Problemleri bilgisayar veya başka araçlar yardımı ile çözebilir hale getirme,
- Mantıklı bir şekilde verileri düzenleme ve çözümleme,
- Model ve benzetim desteği ile verileri sunma,
- Algoritmik düşünme çerçevesinde çözümleri otomatikleştirme,
- Kaynakları verimli bir şekilde kullanarak en uygun çözümleri tanımlama, çözümlenme ve uygulama,
- Bulunan çözümü farklı problemlere transfer etme ve genelleştirme.

Bilgi-işlemsel düşünme becerisi, problem çözümlenme ve algoritma tasarımı gibi önemli süreçleri kapsamakta, sadece bilgisayar bilimi dersi için değil, her ders için gerekli olabilecek bir düşünme becerisidir (Kalelioğlu, Gülbahar ve Kukul, 2016). Yapılan çalışmalar incelendiğinde bilgi işlemsel düşünme becerisinin eğitim sürecinde öğrencilere öğretilmesinin öğrenciler için birçok fayda sağladığı ifade edilmektedir. Özellikle günlük yaşam problemlerini farklı açılardan analiz etme ve problemlere çözüm üretme (Lee ve diğerleri, 2011), yenilikleri keşfetme ve oluşturma kapasitesini

geliştirme (Allan ve diğerleri, 2010) noktasında katkılar sağlamaktadır. Özetlemek gerekirse, bilgi işlemsel düşünme sayesinde öğrenciler bilgisayarlar ile çözümlerini otomatik hale getirip problemleri daha etkili çözebilecek ve düşünmenin sınırlarını genişletebilecektir. Dahası, öğrenciler bilgisayar biliminin kavramlarını ve ilkelerini öğrendiği zaman, gittikçe değişen teknolojik hayata ve iş yaşamına daha iyi hazırlanabilecektir. Bilgisayarın bilgi işleme süreçlerini daha iyi anlayan öğrenciler, değişen araçlar ve uygulamalardan etkilenmeden, yaşam boyu öğrenen bireyler olabilecektir.

Weinberg'e (2013) göre bilgi işlemsel düşünme dört farklı yaklaşım ve teknik ile öğretilir. Bunlar arasında bilgisayar kullanmadan, yeni öğrenenler için hazır uygulamalar, oyun veya robot programlama ve disiplinler arası uygulamalar yer almaktadır (Şekil 1).



Şekil 1 Bilgi İşlemsel Düşünme Becerisi Kazandırmak için Yaklaşımlar

Bilgisayar kullanmadan (unplugged) gerçekleştirilen etkinlikler ile öğrenciler bilgisayar bilimini, programlamanın temellerini ve problem çözmeyi öğrenebilirler (Bell, Witten ve Fellows, 2015). Bilgisayar laboratuvarı olmayan sınıflarda, bu etkinlikler bireysel ya da grup çalışmaları ile kolayca gerçekleştirilebilir. Programlama konusunda deneyimi olmayan öğrenciler için blok tabanlı araçlar yardımı ile temel programlama ilkeleri ve bilgi işlemsel düşünme öğretilir (Weintrop ve Wilensky, 2015). Oyun

veya robot programlama ile öğrenciler, açık uçlu problem çözme kapsamında tasarım, uygulama, hata ayıklama ve daha üst düzey konularda kendilerini geliştirebilirler (Ko, 2013). Disiplinler arası etkinlikler ile öğrenciler programlama etkinliklerini diğer dersler içerisinde uygulamalı olarak öğrenebilirler (Freudenthal, Ogrey, Roy ve Siegel, 2010; Cortina ve diğerleri, 2012).

Bilgisayar bilimi eğitimi öğrencilerdeki bilgi işlemsel düşünmeyi geliştirmek amaçlı da kullanılmaktadır. Araştırmalar, programlama eğitimlerinin bilgi işlemsel düşünme becerisini geliştirmek için iyi bir yöntem olduğunu göstermektedir. Bu bağlamda bilgisayar bilimi dersinin öğretim programlarının değişikliğiyle öğrencilerin,

- Soyut düşünme, mantık, algoritmalar ve veri temsili de dâhil olmak üzere bilgisayar biliminin temel kavramlarını anlayıp uygulayabilmeleri,
- Problemleri çözebilmek için bilgi ve iletişim teknolojilerini etkili kullanabilmeleri,
- Problemleri bilgi işlemsel terimler ile analiz edebilmesi ve problemlerin çözümü için gerekli bilgi ve zihinsel becerileri edinebilmesi,
- Bilgi ve iletişim teknolojilerini etik değerlere uygun, güvenli bir biçimde, sorumlu ve yaratıcı kullanabilmeleri hedeflenmeli ve bunun için gerekli bütüncül adımlar atılmalıdır.

Diğer ülkelerin (Türkiye, Avusturya, Çek Cumhuriyeti, Danimarka, Finlandiya, Fransa, Yunanistan, Macaristan, İtalya, Litvanya, Polonya, Portekiz ve İsviçre) programları incelendiğinde; bilgisayar bilimi konularını anaokulundan lise sona kadar seçmeli veya zorunlu olarak okutulduğu görülmektedir (Bocconi, Chiocciariello, Dettori, Ferrari ve Engelhardt, 2016). Aynı rapora göre ülkelerin öğretim programlarını güncellenme çalışması yapmalarının iki temel nedeni olduğu ortaya çıkmıştır. Birincisi öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerilerini geliştirecek öğrencilerin farklı biçimde düşünmelerini, kendilerini teknoloji kullanarak ifade etmelerini ve gerçek hayat problemlerini farklı açılardan çözmelerini sağlamaktır. Diğer bir gerekçe ise ekonomik büyümeyi desteklemek, bilgi ve iletişim teknolojileri alanındaki alanındaki meslek istihdam açığını kapatmak ve öğrencileri gelecek mesleklere hazırlamak için bilgi işlemsel düşünme becerisinin kazanılmasını sağlamaktır. Daha derinlemesine incelendiğinde raporda yer alan 13 farklı ülkenin mantıksal düşünme ve problem çözme becerilerini desteklemek, öğrencileri bilgisayar bilimine yönlendirmek, kodlama ve programlama becerisini öğretmek, bilgi ve iletişim teknolojileri alanındaki istihdamı arttırmak ve diğer önemli yeterlikleri desteklemek için bilgi işlemsel düşünme becerisini öğretim programlarına ekledikleri gözlenmiştir.

Farklı ülkelerin öğretim programları incelendiğinde, İngiltere'nin bu konuda ilk örnek ülke olduğu göz çarpmaktadır. 2014 yılından itibaren ilk ve ortaokul seviyesinde bilgi işlemsel düşünme ve programlama konuları derslerde okutulmaktadır. Fran-

sa, Eylül 2016 yılında öğretim programında güncelleme çalışmalarına başlayarak, tüm yaş düzeylerinde bilgi işlemsel düşünme becerisini öğretme üzerinde bir yapı oluşturmuştur. Algoritmalar ve kodlamanın temel prensipleri, programlama dillerinin kullanımı, konularının yanı sıra dijital vatandaşlık konusu da ele alınmıştır. Algoritma ve programlama öğretimini iletişim kurmak için gerekli bir dil öğrenme olarak görmektedirler. Finlandiya, 2016 yılında algoritmik düşünme ve programlama konularını zorunlu dersler kapsamında, disiplinler arası öğretim yaklaşımı ile ilkökul birinci sınıftan itibaren okutmaya başlamıştır.

Polonya'da ise tüm yaş düzeylerinde bilgisayar bilimi ve enformatik konuları zorunlu dersler kapsamında okullarda uzun zamandır okutulmaktadır. Öğretim programında olan bilgisayar bilimi konusu biraz daha kapsamlı olacak şekilde güncellenmiş, Eylül 2016 yılında pilot çalışmalar yapılmaya başlanmış ve Eylül 2017'de ise zorunlu dersler arasında yerini almıştır. Danimarka bilgi ve iletişim teknolojileri konularını ilk ve orta düzeyde disiplinler arası yaklaşım ile öğretmekte, çok dar kapsamda ise problem çözme ve mantıksal düşünme becerileri öğretilmektedir. Bilişim dersini zorunlu ders olarak 10. ve 11. sınıflarda, 2017 yılında öğrencilere sunmayı hedeflemektedir. Norveç'te ise güncellenen öğretim programlarında yer alan bilgi işlemsel düşünme ve programlama konularını seçmeli ders olarak okutmakta ve pilot olarak 143 okulda uygulamalar yapmaktadır.

Türkiye'de Bilgi ve İletişim (Bilişim) Teknolojileri ile Bilgisayar Bilimi Konularını İçeren Dersin Tarihsel Gelişimi

İlköğretim okullarında temel bilgisayar dersinin kazandırılması amacı ile 1997 yılında 143 sayılı Talim ve Terbiye Kurulu kararı ile "Bilgisayar" dersi seçmeli olarak eklenmiştir (Tebliğler Dergisi, 1997). Böylece, ilk kez 1998 yılı 180 sayılı Talim Terbiye Kurulu kararı ile ilköğretim seçmeli bilgisayar (1-8.sınıflar) dersi öğretim programı okutulmaya başlanmıştır. Bu kapsamda ders, 4. sınıftan itibaren haftada 1-2 saat olmak üzere 1-5 yıl süre ile okutulmuştur. Öğretim programı sarmal yapıda tasarlandığı için öğrenciler bu dersi herhangi bir sınıftan başlayarak seçebilmektedir.

Bu ders 2005 yılında 192 sayılı Talim ve Terbiye Kurulu kararı ile 1-8 sınıfları kapsayacak şekilde genişletilerek dersin seçimi öğretmenler kuruluna bırakılmıştır. Daha sonra, 2007 yılında 111 sayılı Talim Terbiye Kurulu kararı ile dersin adı seçmeli Bilişim Teknolojileri olarak değiştirilmiş ve haftalık ders saati 4. 5. sınıflarda 2, diğer sınıflarda ise 1 olarak güncellenmiştir (Tebliğler Dergisi, 2007). Ders için hazırlanan öğretim programı da bu doğrultuda yenilenmiştir. 2010 yılında 75 sayılı Talim Terbiye Kurulu kararı ile ders saatleri 6-8. Sınıflarda birer saat olarak değiştirilmiş, ders diğer sınıflardan kaldırılmıştır (Tebliğler Dergisi, 2010). 2012 yılında 69 sayılı Talim Terbiye Kurulu kararı ile dersin adı "Bilişim Teknolojileri ve Yazılım" olarak değiştirilmiş, yeni bir öğretim programı ile 5-8. Sınıflarda haftada iki saat seçmeli olacak şekilde düzenlenmiştir (Tebliğler Dergisi, 2012).

1998-2011 yılları arasında okutulan ağırlıklı olarak Bilgi ve İletişim konularını kapsayan ders 2012 yılında güncellendiğinde “problem çözme ve programlama” konusuna odaklanmış, ayrıca diğer yeterlikler ise öğrencilere bilişim okur-yazarlığı ve dijital vatandaşlık konusunda bilgi, beceri ve tutum kazandırmayı amaçlamıştır. Diğer bir ifade ile bilgisayar bilimi konularına 2012 yılından itibaren öğretim programında yer verilmiştir. Talim Terbiye Kurulunun 2013 yılında aldığı 22 sayılı karar ile bu ders 5-6. Sınıflarda iki saat zorunlu 7-8. sınıflarda seçmeli olacak şekilde güncellenmiştir. Böylelikle ders, zorunlu olmuş ve not ile değerlendirilmesi de sağlanmıştır (Tebliğler Dergisi, 2013).

2016 yılı itibari ile Bilişim Teknolojileri ve Yazılım dersinin programlama ağırlıklı olacak biçimde güncelleme süreci başlatılmış olup, çalışmalar aşağıdaki sorular çerçevesinde yürütülmüştür.

- Bilişim teknolojileri ve bilgisayar bilimi konuları kapsamında hangi yaşta ne öğretmeliyiz?
- Bilişim teknolojileri ve bilgisayar bilimi konularında hangi bilgi, beceri ve yeterliklerle donatılmış öğrenciler yetiştirmek istiyoruz?
- Öğretim programı içerik, yapı ve işlevsellik açısından nasıl olmalıdır?
- Öğretim programındaki kazanımlar nasıl ölçülmeli ve değerlendirilmelidir?
- Derslerin etkili işlenmesi sürecinde karşılaşılan zorluklar nelerdir?
- Değişim için engelleri nasıl ortadan kaldırabiliriz?

Yöntem

Bu çalışmanın amacı “Bilişim Teknolojileri ve Yazılım” dersi öğretim programının güncelleme sürecinin araştırmaya dayalı olarak yürütülmesi ve sonuçların paylaşılmasıdır. Bu süreçte içerik analizi ve görüş alma yaklaşımları benimsenerek, nitel araştırma yöntemi kullanılmıştır. Bu araştırma ve geliştirme süreci kapsamında aşağıdaki sorulara yanıt aranmıştır:

- Bilişim teknolojileri ve yazılım dersi öğretmenlerinin dersin öğretim programına ilişkin beklentileri nelerdir?
- Geliştirilen taslak programa ilişkin paydaş görüşleri nelerdir?
- Öğretim programının etkili ve verimli bir şekilde uygulanabilmesi için MEB tarafından atılması gereken adımlar nedir?

Öğretim Programı Geliştirme Süreci

Bu doğrultuda “Bilgisayar Bilimi” dersinin öğretim programını güncellemek amacıyla MEB bünyesinde bir komisyon oluşturulmuştur. Bu komisyon öğretim programı geliştirme ve güncelleme sürecinde izlenmesi gereken tüm adımları izlemiştir (Tanner ve Tanner, 2007; Ornstein ve Hunkins, 1998). Akademisyen ve öğretmenlerden oluşan bu komisyon, öncelikle problemi ortaya koymak ve ihtiyacı belirlemek için ça-

◆ Yasemin Gülbahar / Filiz Kalelioğlu

lışmalarına ilgili alan yazın taraması ile başlamıştır. Mevcut programda tanımlanan yeterlikler çerçevesinde hangi yaşta ne öğretilmesi gerektiği tekrar değerlendirilmiştir. Bu kapsamda 12 ũlkenin bilgisayar bilimi öğretilmesi ile ilgili çalışmaları ve öğretim programları incelenmiş, öncelikle alan yazını yansıtan bir rapor hazırlanmıştır. Daha sonra BÖTE Bölüm Başkanları, sivil toplum kuruluşları ve ilgili bilişim firmaları ile görüşülmüş, bilişim konusunda güncel teknolojiler, uygulamalar ve içerikler konusunda bilgi paylaşımı yapılmış, öğretim programında yer verilmesi düşünülen konu ve kapsamlarına ilişkin değerlendirmelere yer verilmiştir.

Daha sonra öğretmenlerin konuya ilişkin görüşlerini alabilmek için çalıştaylar düzenlenmiştir. Bu bağlamda, Türkiye'yi temsil edecek biçimde yedi bölgeden 7 il seçilerek her ilden yaklaşık 50 öğretmen olmak üzere 350 öğretmene ulaşılmıştır. Her bir çalıştayda öğretmenlerin sınıf düzeyi, ünite, alt başlık ve kazanımlara ilişkin görüşleri öz yinelemeli yaklaşım kullanılarak alınmış, her bir çalıştayda bir önceki raporun üzerine ekleme yapılarak öğretim programının adım adım ve hep birlikte geliştirilmesi sağlanmıştır.

İlk çalıştayda "Bilişim Teknolojileri ve Yazılım (BTY)" dersinin temel olarak üç konuya odaklanması, ilköğretim ve ortaöğretimdeki tüm seviyeleri kapsamalı öngörũlmüřtür (şekil 2). Bu bağlamda, öğretim programının temel çerçevesi aşağıdaki şekilde belirlenmiştir.



şekil 2 Bilgisayar Bilimi Dersi Kapsamı

Bu üç temel konu, genel anlamda birbirini tamamlamaktadır. Bilgisayar ve programlama mantığının anlaşılması, aynı zamanda bilgisayarların da daha etkili kullanılmasına yardımcı olacaktır. Michaelson'e (2015) göre bilgi işlemsel düşünme problem-

lerin doğasını anlamaya yardımcı olmakta; bilgi ve iletişim teknolojileri, bilgi işlemsel düşünme sürecinde çözüm aramaya destek olmakta, bilgisayar bilimi ise kuram ile uygulama arasında köprü olmakla birlikte bilgi işlemsel düşünme için kavramlar ve süreçler önermektedir.

Okulların teknik altyapı açısından farklılıkları, öğretmenlerin bilgi birikimleri, öğrencilerin ve toplum beklentileri göz önünde bulundurularak, tüm paydaşların fikirleri alındıktan sonra, ilkököl 1. sınıftan lise 2. sınıfa kadar uzanan bir öğretim programının uygun olacağı öngörülmüştür (Şekil 3). İlkökol düzeyinde bilgi-işlemsel düşünme becerisinin kazandırılması, ortaokul düzeyinde diğer tüm başlıkların ele alınması, lise düzeyinde ise problem çözme ve programlama konusuna odaklanılmasının uygun olduğu değerlendirilmiştir. Böylece öğretmenler ile gerçekleştirilen çalıştaylar sonucunda tüm sınıf seviyeleri için belirlenen ünite ve konu başlıkları çerçevesinde mevcut öğretim programı da göz önünde bulundurularak yeni öğrenme kazanımları eklenmiştir.

Ulaşılan bu fikir birliği doğrultusunda, bu kez alan uzmanları ile çalıştaylar planlanmıştır. Önceki çalıştay süresince geliştirilen ilköğretim ve ortaöğretim programına ilişkin uzman görüşleri alındıktan sonra öğretim programı MEB'e teslim edilmiştir. Teslim edilen program, farklı bir çalıştay kapsamında temel felsefe, temel beceriler, değerler eğitimi, disiplinler arası yaklaşım, öğretim programında rehberlik ve ölçme-değerlendirme açısından incelenerek gerekli güncellemeler yapılmıştır. Ölçme ve değerlendirme yaklaşımları açısından mevcut programdaki yaklaşımlar korunmuştur. Bu süreç sonunda Talim Terbiye Kurulu'na iletilen İlköğretim programı 13.01.2017-11.02.2017 tarihleri arasında <http://mufredat.meb.gov.tr/> sitesinde taslak öğretim programı olarak askı sürecine alınmış, gelen görüşler değerlendirilerek öğretim programına son hali verilmiştir. Talim Terbiye Kurulu'nun 78 sayılı kararı ile 17/07/2017 tarihinde kabul edilen Bilişim Teknolojileri ve Yazılım dersi ilköğretim kurumlarında kademeli olarak uygulanmasına karar verilmiştir.

Ortaöğretim programı ise ölçme-değerlendirme ve program geliştirme uzmanları tarafından incelenip, gerekli düzeltmeler yapıldıktan sonra ilgili birime teslim edilmiş, 25/08/2016 tarihli ve 65 sayılı yazıları üzerine Talim Terbiye Kurulu tarafından görüşülen Ortaöğretim Bilgisayar Bilimi Dersi (Kur 1, Kur 2) Öğretim Programının, Güzel Sanatlar ve Spor Liselerinde 2016-2017, diğer ortaöğretim kurumlarında ise 2017-2018 Eğitim ve Öğretim Yılından itibaren "Kur 1" den başlamak üzere kademeli olarak uygulanmasına karar verilmiştir. Öğretim programlarının güncelleme çalışmaları Şekil 3'te görülmektedir.



Şekil 3 Öğretim Programı Güncelleme Süreci

Evren ve Örneklem

Çalışmanın ilk adımını oluşturan öğretmen görüşlerinin alınması sürecinde, evreni teslim etmesi amacıyla her bölgeden rastgele bir il seçilmiş ve her ilde 50 öğretmenin katıldığı çalıştaylar düzenlenmiştir. Öğretmen görüşleri için ülke genelinde 350 öğretmene ulaşılmıştır. Öğretim programına yönelik genel görüşleri almak için ise evrenin tamamına ulaşılmıştır. MEB web sitesi aracılığı ile isteyen herkesin görüşlerini iletebileceği bir platform üzerinden veriler toplanmıştır. Öğretim programının ilk sürümüne ilişkin ise 3 uzman görüşüne başvurulmuştur.

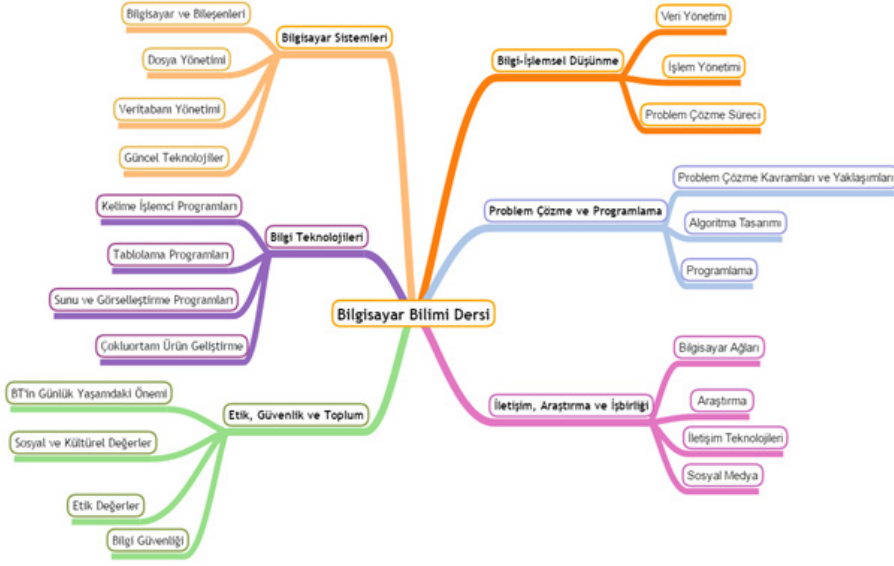
Veri Analizi

Hem çalıştaylardan hem de genel görüşlerden elde edilen veriler nitel analiz yöntemi ile analiz edilmiş, temalar belirlenmiş ve öne çıkan görüşler için sıklık tabloları oluşturularak nitel veriler nicel olarak da sunulmuştur.

Bulgular

Öğretim Programı Kapsamı

İlk çalıştay sonrasında hangi yaşta hangi ünitelerin öğretilmesi gerektiği, ikinci çalıştay sonrasında ise olası konu başlıkları belirlenmiştir. Kapsamlarının da tartışıldığı üçüncü çalıştay sonrasında sınıf bazında değişim göstermekle birlikte ilköğretim ve ortaöğretim bir bütün olarak ele alınarak Şekil 4'te belirtilen konuların öğretilmesine karar verilmiştir.



Şekil 4 Bilişim Teknolojileri ve Yazılım Dersi Öğretim Programı Kapsamı

Yine bu çalıştaylar sonrasında öğrencilerin ulaşması hedeflenen genel yeterlikler belirlenmiştir.

1. Bilgisayar bilimine ilişkin genel bir anlayış ve teknik birikim oluşturma
2. Problem çözme ve bilgi-işlemsel düşünme becerileri kazanma
3. Programlama konusunda teknik birikim oluşturma ve ürün geliştirme
4. Teknolojiyi kullanarak etkili biçimde iletişim ve işbirliği sağlama
5. Teknolojiyi sosyal ve kültürel açıdan etik değerlere uygun biçimde kullanma
6. Teknolojiyi bilgiyi yapılandırma ve araştırma süreçlerinde etkili biçimde kullanma
7. Bilgisayar sistemlerine ilişkin temel bilgi ve anlayış geliştirme
8. Dijital vatandaş olmanın gerektirdiği bilinç ve sorumluluk çerçevesinde teknolojiyi doğru kullanma
9. Yenilikçi ve yaratıcı ürün ve projeler geliştirme
10. Yaşam boyu öğrenme konusunda bilinç kazanma

Devam eden çalıştaylarda öğretmenlerden farklı yaş grupları için kazanımları yazmaları istenmiştir. Her bir çalıştay, bir öncekinden çıkan kazanımların üstüne ekleye-

rek ya da güncelleyerek devam etmiştir ve son çalıştayda öğretim programı taslak olarak hazırlanmıştı. Bu çalıştaylarda öğretmenler grup olarak çalışarak görüşlerini hem kazanım olarak hem de açık-uçlu ifadeler ile belirtmişlerdir. Bu analizlerin sonucunda öğretmenlerin genel görüşleri ortaya çıkmıştır.

Öğretmenlerin Öğretim Programına İlişkin Beklentileri

Öğretmenlerin öğretim programının güncellenmesine ilişkin çok olumlu yaklaşımları olmasına rağmen özellikle karşılaştıkları ve karşılaşacakları güçlükleri belirtmişlerdir. Öğretim programının etkili ve verimli bir biçimde uygulanabilmesi için aşağıdaki beklentileri dile getirmişlerdir:

- Hizmet-içi eğitim gereksinimleri ve bu süreçte süreklilik sağlanması
- Teknik altyapı konusunda karşılaşılan güçlükler (akıllı tahta ve tabletler ile içerik uyum sorunu, donanım arızaları, bilgisayar laboratuvarı olmaması vb.)
- Nitelikli e-içerik gereksinimi
- İlköğretimde serbest etkinlik saatlerinde bilgi-işlemsel düşünme becerilerini kazandıracak etkinliklerin yapılması
- Öğretim programının sarmal yapıda tasarlanmaması
- Problem çözme ve programlama konularına ağırlık verilmesi
- Uygulama sürecinde rehberlik sağlayacak nitelikteki kaynakların sağlanması
- TEOG sınavında bilişim ve programlama konularına yönelik sorulara yer verilmesi
- Ders saatleri konusunda sorunlar yaşanması
- BT öğretmenlerinden görev ve sorumlulukları dışında teknik beklentileri yerine getirmek zorunda kalması
- Bilim Sanat Kültür Merkezleri'nin ortak kaynak kullanımı açısından destek olması ve kulüp yaklaşımlarının benimsenmesi belirtilmiştir.

Özetlemek gerekirse; bilişim teknolojileri alanında her öğrenciye teknolojiden yararlanma ve bilgi-işlemsel düşünme becerisi kazanabilme fırsatı sağlanmalıdır. Teknik altyapı eksiği bulunan okullarda öğrencilerin bilgisayar olmadan öğrenebilmeleri için farklı etkinliklerin ve uygulamaların yapılması önemlidir. Ayrıca öğrenciler için zengin öğrenme ortamları oluşturulması, farklı donanımlar ve yazılımlar ile tanışmalarının sağlanması amaçlanmalıdır. Bu kapsamda öğretim programında, farklı yaş gruplarında öğrencilerin farklı donanım ve yazılım seçenekleri ile tanıştırılması, öğretim programının teknik altyapı ve bilgi donanımı açısından tercihe bağlı olarak seçilip

uygulanabilmesi üzerinde durulmuştur. Bu çerçevede bilgisayar bilimleri eğitimi için bilgisayar kullanmadan, blok tabanlı programlama araçları, metin tabanlı programlama ortamları ve robotik uygulamalar ile olmak üzere 4 yaklaşım için öğretim içerikleri ve etkinlikler geliştirilerek öğretmenlerin kendi tercihleri doğrultusunda uygulaması önerilmiştir.

Genel olarak öğretmenler yeterli ve nitelikli bir içerik sunulması (EBA (Eğitim Bilişim Ağı) Ders altında yer alması) ve mesleki gelişimlerinin desteklenmesi (yüz yüze ve e-Öğrenme yöntemleri ile) durumunda dersin amacına ulaşacağını belirtmişlerdir.

Genel Görüşlerin Değerlendirilmesi

Bilişim Teknolojileri ve Yazılım (BTY) dersi öğretim programı askıya çıkarıldığı 13.01.2017-11.02.2017 tarihleri arasında gelen 2763 görüşün içerik analizi sonucu ortaya çıkan temalara yönelik sayısal veriler aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo 1 Öğretim Programına İlişkin Genel Görüşler

TEMALAR	GELEN GÖRÜŞ SAYISI	YÜZDE
BTY Dersi Her Kademedede Zorunlu Olmalıdır	1186	27,7
Kodlama Eğitimi Olmalıdır	651	15,2
Kazanımlarla İlgili Görüşler	591	13,8
Okullardaki Laboratuvarlar Yeniden Kullanılır Hale Getirilmelidir	452	10,5
Ders Kitabı, Öğretmen Kılavuz Kitabı ve Çalışma Kitabı Olmalıdır	370	8,6
Ders Saatleri Artırılmalıdır	322	7,5
1-4. sınıflar ve Diğer Sınıflarda Dersi Branş Öğretmeni Okutsun	258	6
Dersin Uygulama Sürecine Yönelik EBA'da E-içerikler olmalıdır	203	4,7
Dersin Daha Fazla Önemsenesmesi İçin TEOG'da Soru (Algoritma vb.) Sorulmalıdır	86	2
BT Öğretmen Atamaları Yapılmalıdır	80	1,8
Robotik Programlama Müfredata Eklenmelidir	39	0,9

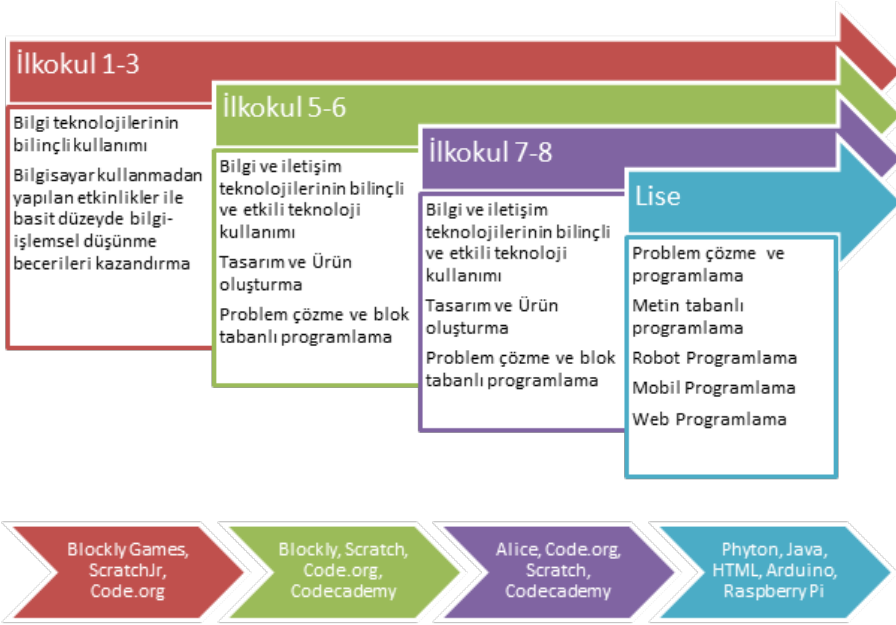
◆ Yasemin Gülbahar / Filiz Kalelioğlu

Öğretmenlere Programın Uygulama Süreci Hakkında Hizmet İçi Eğitim verilmelidir	32	0,7
Temalara İlişkin Toplam Görüş Sayısı	4270	100
Program İle İlgili Gelen Görüş Sayısı	2679	
Program İle İlgili Olmayan Görüş Sayısı	84	
Toplam Görüş Sayısı	2763	

Gelen görüşler incelendiğinde BTY dersinin her kademedede zorunlu ders kapsamına alınması (%27,7) ve kodlama eğitiminin ilkokuldan başlanarak (%15,2) verilmesi gerektiği ön plana çıkarken bilgisayar laboratuvarlarının da bu programı uygulayabilmek için yeniden kurulması ya da yenilenmesi (%10,5) gerektiği ifade edilmiştir. Gelen görüşlerde programın uygulama sürecinde öğrenciler için ders kitabı ve çalışma kitabının, öğretmenler için de öğretmen kılavuz kitabının olması gerektiği (8,6 %) vurgulanmıştır. Bununla birlikte programın uygulamaya dönük kazanımlar içermesi nedeniyle EBA bünyesinde etkinliklere yer verilmesi (4,7 %), dersin öğrenciler, veliler ve okul yöneticileri tarafından daha fazla ciddiye alınması için TEOG sınavında da az sayıda da olsa sorular sorulması (2 %) gerektiği belirtilmiştir.

Sonuç ve Tartışma

Güncellenen Bilişim Teknolojileri ve Yazılım Dersi öğretim programı, pek çok ilke öğretim programı ile eşdeğer, evrensel yeterliklere dayalı, sosyal ve kültürel değerlere uyumlu bir programdır. İlkokul birinci sınıftan itibaren en az Lise 2. sınıfa kadar sürekli okutulması önerilen bu program, mevcut durumda yalnızca 5. ve 6. sınıflarda zorunlu olsa da, çok kısa süre içinde bilişim konusundaki kazanımların küçük yaştan itibaren kazandırılmaya başlanması son derece önemlidir. Bu amaçla ilköğretim I. kademe için belirtilen kazanımların etkinliklere dayalı olarak uygulanması, dersin en az 7. sınıfta da 2 saat zorunlu olarak eklenmesi, Lise öğretim programı ile köprü kurularak, bilişim konularının öğretiminde süreklilik sağlanması konuları dikkate alınmalıdır. Bütüncül bir yaklaşıma dayalı olarak hazırlanan öğretim programına ilişkin temel beklentiler ve kullanılması önerilen yazılımlar Şekil 5'te özetlenmiştir.



Şekil 5. Öğretim Programına İlişkin Beklentiler ve Kullanılması Önerilen Yazılımlar

Bu kapsamda öğretim programı konu, kapsam ve yaş düzeyi itibari ile yeterlikler ve değerler açısından ilgili öğrenim kazanımlarını, öğrenme-öğretme ve değerlendirme yaklaşımlarını içermektedir. Ancak programın başarı ile uygulanabilmesi için nitelikli dijital içeriğin oluşturulması, öğretmenlere sürekli ve uzaktan öğretim ile hizmet-içi eğitimlerin sunulması, öğrenci ve öğretmen destek sistemleri ile izleme-değerlendirme sistemlerinin olması şarttır. Öğretim programının uygulanma süresince disiplinler arası işbirliği ya da bilgisayarsız etkinlikler gibi farklı yaklaşımlar benimsenebilir. Öğretim programı farklı uygulamaları destekler nitelikte tasarlanmıştır.

Bu nedenlerle, öğretim programının etkili ve verimli bir şekilde uygulanabilmesi için, özellikle 5. ve 6. sınıflar başta olmak üzere tüm kademelerde derslerin işleme sürecinde niteliğin artırılması ve derslerin daha verimli olması açısından aşağıdaki konularda gerekli adımlar ivedilikle atılmalıdır:

- Okulların farklı olanaklara sahip olması ve öğretmenlerin desteklenmesi adına seçeneekli (Bilgisayarsız, internetsiz, internetli, etkileşimli tahta ve tablet) içeriklerin ve materyallerin hazırlanarak EBA altında paylaşılması
- Güncellen öğretim programına paralel olarak öğretmenlerin mesleki gelişmelerinin sağlanması için e-öğrenme teknolojilerinden yararlanarak hizmet-içi eğitim verilmesi

◆ Yasemin Gülbahar / Filiz Kalelioğlu

- Çevrimiçi yazılımların kullanılabilmelerini sağlamak adına sürekli ve sağlıklı bir internet alt yapısının sağlanması
- Bilgi ve İletişim teknolojilerinin öğretilmesi için teknoloji sınıflarının yenilenmesi veya iyileştirilmesi
- Öğrencilerin çevrimiçi programlara üye olurken kullanabilecekleri, bir eposta adresinin öğrencilere bakanlıkça temin edilmesi
- Çevrimiçi yazılımları ve uygulamaları kullanabilmek adına bulut depolama olanaklarının sunulması, mevcut bulut depolama sistemlerindeki engellerin kaldırılması
- Öğrencilere EBA da kullanıcı hesabı ve bu hesaba bağlı olarak, eposta ve bulut depolama olanağı sunulması
- Sosyal paylaşım konusunda bilinçli ve kontrollü öğrenciler yetiştirebilmek ve ders kapsamında oluşturdukları ürünlerini güvenli bir biçimde paylaşmaları adına EBA'da sosyal paylaşım ortamlarının öğrencilere sağlanması
- Video platformlarının eğitimi ile ilgili içeriklerinin engellenmemesi veya bu hizmetin bakanlıkça öğretmen ve öğrencilere sunulması
- Öğrencilere grup olarak proje üretirken ortak klasör ve dosya kullanabilecekleri bir paylaşım ve düzenleme ortamının sağlanması
- Öğretim programının uygulanmasında kullanılacak olan açık kaynak kodlu yazılım ve uygulamaların geliştirme süreçlerinin bakanlıkça üniversite ve çeşitli kuruluşlarla işbirliği içinde geliştirilmesi
- Öğrencilerin programlama becerilerinin geliştirilmesi için gerekli platformların oluşturulması veya gerekli görüşmeler yapılarak önde gelen platformların Türkçe 'ye kazandırılması
- Öğrencilerin ürünlerini sergileyebilecekleri ve kişisel gelişimlerini izleyebilecekleri bir e-portfolio platformunun oluşturulması

Sonuç olarak, teknoloji her geçen gün değişmekte ve yenilenmektedir. Bu değişime ayak uydurabilmek amacıyla altyapının sürekli güncel tutulması için gerekli önlemlerin alınması ve öğretim programlarının belirli aralıklarla gözden geçirilerek güncellenmesi şarttır. Özellikle nitelikli bir e-içerik sunulması ve öğretmenlere sürekli mesleki gelişim olanaklarının e-Öğrenme yöntemi ile sunulması bu sürecin uygulanmasını kolaylaştırarak kaliteyi arttıracaktır. Bilgi ve teknoloji çağı olan günümüzde, planlı ve bilimsel yaklaşımlar ışığında çok başarılı uygulamalara imza atmak ve nitelikli gençler yetiştirmek için atılması gereken adımlar geç kalınmadan atılmalıdır.

Teşekkür

Çalışmamıza verdiği destekten dolayı Millî Eğitim Bakanlığı - Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı, Elektronik Eğitim İçerikleri Daire Başkanı Zeki Tuman'a çok teşekkür ederiz.

Kaynakça

- Allan, W., Coulter, B., Denner, J., Erickson, J., Lee, I., Malyn-Smith, J., & Martin, F. (2010). *Computational Thinking for Youth*. ITEST Small Working Group on Computational Thinking.
- Barr, D., Harrison, J., & Conery, L. (2011). Computational Thinking: A Digital Age. *Learning & Leading with Technology*, 20-23.
- Bell, T., Witten, I. H., & Fellows, M. (2015). Computer Science Unplugged. http://csunplugged.org/wp-content/uploads/2015/03/CSUnplugged_OS_2015_v3.1.pdf
- Bidwell, A. (2013). Tech Companies Work to Combat Computer Science Education Gap. <http://www.usnews.com/news/articles/2013/12/27/tech-companies-work-to-combat-computer-science-education-gap>
- Bocconi, S., Chiocciariello, A., Dettori, G., Ferrari, A., Engelhardt, K. (2016). *Developing computational thinking in compulsory education – Implications for policy and practice*; EUR 28295 EN; doi:10.2791/792158. http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC104188/jrc104188_computhinkreport.pdf
- Cortina, T. J., Dann, W. P., Frieze, C., Ciminillo, C., Tananis, C. & Trahan, K. (2012). *Work in Progress: ACTIVATE: Advancing Computing and Technology Interest and innovation through teacher education*. Paper presented at the Frontiers in Education Conference, Seattle, WA.
- CSTA & ISTE (2011). *Computational Thinking in K-12 Education leadership toolkit*. <http://csta.acm.org/Curriculum/sub/CurrFiles/471.11CTLeadershipToolkit-SP-vF.pdf>.
- Daggett, W. R. (2010). Preparing students for their technological future. *International Center for Leadership in Education*, 1-14.
- Freudenthal, E., Ogrey, A. N., Roy, M.K. & Siegel, A. (2010). *A computational introduction to STEM studies*. Paper presented at the IEEE EDUCON 2010 Conference, Madrid, Spain.
- ISTE (International Society for Technology Education) (2007). *ISTE Standards for Students*. <http://www.iste.org/standards/ISTE-standards/standards-for-students>.
- ISTE (International Society for Technology Education) (2016). *ISTE Standards for Students*. <https://www.iste.org/standards/standards-for-students-2016>
- Kalelioğlu, F., Gülbahar, Y. & Kukul, V. (2016). A Framework for Computational Thinking Based on a Systematic Research Review. *Baltic Journal of Modern Computing*, 4 (3), 583-596.
- Ko, P. (2013). *A longitudinal study of the effects of a high school robotics and computational thinking class on academic achievement (WIP)*. Paper presented at the IEEE Frontiers in Education Conference (FIE), Oklahoma City, OK.

◆ Yasemin Gülbahar / Filiz Kalelioğlu

- Lee, I., Martin, F., Denner, J., Coulter, B., Allan, W., Erickson, J., & Werner, L. (2011). Computational thinking for youth in practice. *ACM Inroads*, 2(1), 32–37.
- Liu, B., & He, J. (2014). *Teaching Mode Reform and Exploration on the University Computer Basic based on Computational Thinking Training in Network Environment*. Paper presented at the 9th International Conference on Computer Science & Education (ICCSE 2014), Vancouver, Canada.
- Michaelson, G. (2015). *Teaching Programming with Computational and Informational Thinking*. <http://www.beds.ac.uk/jpd/volume-5-issue-1-march-2015/teaching-programming-with-computational-and-informational-thinking>.
- Ornstein, A. C. & Hunkins, F. P. (1998). *Curriculum Foundations, Principles and Issues* (3rd Ed.). USA: Allyn & Bacon.
- Tanner, D. & Tanner, L. (2007). *Curriculum Development: Theory into Practice* (4th ed.). USA: Pearson Education, Inc.
- Tebliğler Dergisi(1997-2013). *T.C. MEB Tebliğler Dergisi*. <http://tebligler.meb.gov.tr/>
- The University of Phoenix Research Institute (2011). *Future Work Skills 2020*. http://www.iff.org/uploads/media/SR-1382A_UPRI_future_work_skills_sm.pdf
- Weinberg, A. E. (2013). *Computational Thinking: An investigation of the existinig scholarship and research*. <http://people.cs.vt.edu/~kafura/CS6604/Papers/CT-Existing-Scholarship-Research-Dissertation.pdf>
- Weintrop, D. & Wilensky, U. (2015). *To Block or not to Block, That is the Question: Students' Perceptins of Blocks-based programming*. Paper presented at the 14th Annual IDC Conference, Boston, MA.
- Wing, J. (2006). Computational Thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35.
- Zhenrong, D., Wenming, H., & Rongsheng, D. (2009). *Discussion of ability cultivation of computational thinking in course teaching*. Paper presented at the International Conference on Education Technology and Computer, Singapore.